This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Digitized by Google

LELAND·STANFORD·JVNIOR·VNIVERSITY

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

STANFORD LIBRARY

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

DIRECTEUR

J. BLONDIN, AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ

RÉDACTEUR EN CHEF

Alfred SOULIER, EXPERT PRÈS LE TRIBUNAL CIVIL DE LA SEINE.

TOME IV

6 Juillet 1918 — 28 Décembre 1918

PARIS

AUX BUREAUX DE LA REVUE

12, PLACE DE LABORDE (8e ARRT)

1918

Digitized by Google

STANFORD LIBRARY

CONSEIL D'ADMINISTRATION

PRÉSIDENT

CORDIER Gabriel. — Président de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

VICE-PRÉSIDENTS

LEGOUEZ Raynald. — Membre de la Chambre de Commerce de Paris. —Administrateur des Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est.

MEYER Ferdinand. — Président d'honneur du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Directeur de la Compagnie Continentale Edison.

ADMINISTRATEURS

BIZET Paul. — Président honoraire du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Administrateur de la Compagnie générale d'Electricité.

BERTHELOT Daniel. — Membre de l'Académie de Médecine. — Président du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique. — Président du Conseil d'Administration de la Société d'Electricité de Paris.

BRYLINSKI Emile. — Président d'honneur du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique.— Directeur du Triphasé (Nord-Lumière).

CAHEN Henri. — Vice-Président du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Administrateur délégué du Sud-Electrique.

DUVAL Charles. — Directeur des Services électriques de la Société générale d'Entreprises.

ESCHWEGE Paul. — Président d'honneur du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Directeur de la Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité.

FONTAINE Eugène. — Secrétaire général du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Secrétaire de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

† GAUTHIER-VILLARS Albert. — Editeur. — Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

GIRARDEAU Emile. — Ingénieur. — Ancien élève de l'Ecole Polytechnique. — Administrateur directeur technique de la Société française Radio-Electrique.

LEVI Lazare. — Directeur général de la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — Administrateur délégué de la Compagnie des Charbons Fabius Henrion.

MASSE René. — Président du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz. — Ingénieur civil des Mines, ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

MAZEN Natalis. — Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction des Chemins de fer de l'Etat. — Professeur à l'Ecole supérieure d'Electricité.

MEYER Marcel. — Président du Syndicat professionnel des Industries Electriques. — Directeur de la Compagnie générale des Travaux d'Eclairage et de Force (Etablissements Clemançon).

MICHEL Charles. — Directeur de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'usines à gaz.

PARÉ Marcel. — Ingénieur de la Société saint-quentinnoise d'Eclairage, de Chauffage et de Force motrice. — Administrateur de la Compagnie continentale pour la Fabrication des Compteurs.

PETIT Joseph. — Administrateur délégué de l'Omnium lyonnais de Chemins de fer et Tramways. — Administrateur-délégué de la Société Anonyme Westinghouse.

SAUREL Maurice. — Docteur en droit. — Directeur général de la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.

TICIER Armand. — Directeur de la Société d'Eclairage électrique de Bordeaux et du Midi.

SECRÉTAIRE DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

DURANGEL George. — Secrétaire général de l'Energie électrique du Littoral méditerranéen.

COMMISSAIRES DES COMPTES

DIEUDONNÉ Jules. — Chef de la comptabilité des Tramways de Paris et du Département de la Seine.

ROSENFELD L. — Secrétaire du Conseil de la Compagnie de l'Air comprimé. — Membre de la Compagnie des Experts-comptables de Paris.

DIRECTEUR

BLONDIN J. — Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF

SOULIER Alfred. — Expert près le Tribunal civil de la Seine.

265721

Digitized by Google

COMITÉ DE RÉDACTION

PRÉSIDENT

Blondel, André, Membre de l'Institut, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées.

VICE-PRÉSIDENTS

Brylinski, E., Président d'honneur du Syndicat des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique, Président de la Société internationale des Électriciens et du Comité électrotechnique français.

Janet, Paul, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, Directeur du Laboratoire central et de l'École supérieure d'Électricité.

Leblanc, Maurice, Président de la Commission électrotechnique internationale, Ingénieur conseil.

SECTION SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE

d'Arsonval, A., Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France.

† **Deprez**, Marcel, Membre de l'Institut, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Lippmann, G., Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

Violle, J., Membre de l'Institut, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Berthelot, Daniel, Membre de l'Académie de Médecine, Président du Conseil d'administration de la Société d'Electricité de Paris.

Bergonié, Dr J.-A., Membre correspondant de l'Institut, Professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

Guillaume, Ch. Ed., Membre correspondant de l'Institut, Directeur du Bureau central des Poids et Mesures.

Barbillion, L.-C., Professeur à l'Université de Grenoble, Directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble.

Becker, J., Licencié ès sciences.

Bethenod, J., Ingénieur en chef de la Société française Radio-Électrique.

Bion, Lieutenant de vaisseau.

Boucherot, P., Professeur à l'École de Physique et de Chimie industrielle de la Ville de Paris.

Brillouin, M., Professeur au Collège de France.

Broca, A., Professeur agrégé de physique à la Faculté de Médecine, Répétiteur à l'École Polytechnique.

Camichel, C., Professeur à la Faculté des Sciences, Directeur de l'Institut électrotechnique de Toulouse.

Chesnay, H., Sous-Directeur de l'École supérieure d'Électricité.

Dumery, A., Inspecteur général des Postes et Télégraphes, Directeur de l'École professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes.

† **Doaux-Charbonnel**, X., Ingénieur en chef des Télégraphes.

Fabry, Ch., Professeur à l'Université de Marseille, Examinateur à l'École Polytechnique.

Ferrié Général G., Directeur technique de la Radiotélégraphie militaire.

Féry, Ch., Docteur ès sciences, Professeur à l'École de Physique et de Chimie.

Girault, P., Ingénieur électricien.

Guilbert, C.-F., Ingénieur électricien, Arbitre rapporteur près le Tribunal de Commerce de la Seine.

Guillebot de Nerville, Ingénieur en chef des Télégraphes, Professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

Gutton, C., Professeur à l'Université de Nancy.

Jouaust, R., Chef de travaux au Laboratoire central d'Électricité.

Jouguet, Ingénieur en chef au Corps des Mines.

Lamotte, M., Professeur à la Faculté des Sciences et à l'Institut électrotechnique de Toulouse.

Langevin, P., Professeur au Collège de France.

Laporte, F., Sous-Directeur du Laboratoire central d'Électricité.

Latour, Marius, Ingénieur conseil.

Leauté, André, Répétiteur de physique à l'École Polytechnique, Secrétaire général de la Société industrielle des Téléphones.

Liénard, A., Professeur à l'École supérieure des Mines.

Mauduit, A., Professeur d'Électrotechnique à la Faculté des Sciences de Nancy.

Pérot, A., Professeur à l'École Polytechnique.

Poincaré, Lucien, Vice-recteur de l'Académie de Paris.

Pomey, J., Ingénieur en chef des Télégraphes.

Rigollot, Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Lyon, Directeur de l'École centrale lyonnaise.

Swyngedauw, R.-A., Professeur à l'Université de Lille, Directeur de l'Institut électrotechnique de Lille.

† **Tissot**, C., Capitaine de frégate.

Turpain, A., Professeur de physique à la Faculté des Sciences de Poitiers.

Vogt, Directeur de l'Institut électrotechnique de Nancy.

Weiss, P., Professeur à l'École polytechnique de Zurich.

SECTION INDUSTRIELLE, ÉCONOMIQUE et FINANCIÈRE

Carpentier, J., Membre de l'Institut, Constructeur électricien.

Le Chatelier, Henri, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

Liesse, André, Membre de l'Institut, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Witz, A., Membre correspondant de l'Institut, Doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille.

Armagnat, H., Ingénieur conseil, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

Auvert, Ingénieur principal du matériel de la Compagnie P.-L.-M. (installations électriques).

† **Bellet**, Daniel, Secrétaire de la Société d'Économie Politique, Professeur à l'École libre des Sciences politiques.

Bochet, A., Ingénieur des Arts et Manufactures, Ancien Président de la Société internationale des Electriciens.

Digitized by Google

Brenot, P., du génie, Chef du poste radiotélégraphique de la Tour Eiffel, Conseiller technique au Ministère des Colonies.

Brocq, Directeur de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'usines à gaz.

de la Brosse, Ingénieur en chef du Service des forces hydrauliques des Alpes.

Buffet, J., Président de la Société nancéenne de Crédit industriel et de Dépôts.

Cambon, Victor, Ingénieur des Arts et Manufactures.

Charpenay, Banquier. Membre de la Chambre de Commerce de Grenoble, Administrateur délégué de la Société des Forces motrices du Haut-Grésivaudan.

Caudrelier, F., Ingénieur des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef des Services électriques de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité.

Cordier, F., Colonel d'Artillerie.

Cordier, Fernand, Directeur de l'usine de Champagne-sur-Seine des Établissements Schneider.

Cote, E., Directeur de *La Houille blanche*.

Drouin, F., Directeur des Services techniques de la Compagnie générale d'Électricité.

Eydoux, D., Ingénieur des Ponts et Chaussées, Ingénieur principal des Chemins de fer du Midi.

Eyrolles, L., Ingénieur, Directeur de l'École spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie.

Flusin, Professeur d'Électrochimie et d'Électrométallurgie à la Faculté des Sciences de Grenoble.

Girod, Paul, Administrateur délégué des Établissements Paul Girod, à Ugine.

Gratzmuller L., Ingénieur en chef du matériel de traction électrique à la Société Alsacienne de Constructions mécaniques.

Guyon, Directeur de la Compagnie des Tramways de Lyon.

Hugoniot, Ingénieur conseil.

Imbs, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité.

Jumau, Ingénieur.

Juppont, Ingénieur conseil.

Labour, P., Ingénieur.

Labrouste, P., Ingénieur conseil.

Laurain, H., Président de la Société d'Électricité de Reims et de la Société des Tramways électriques de Reims, Directeur des Services techniques de la Société du Gaz de Paris, Membre du Conseil de l'École centrale des Arts et Manufactures.

Lauriol, P., Ingénieur en chef des Services généraux d'éclairage de la Ville de Paris.

Legouez, R., Membre de la Chambre de Commerce de Paris.

Lelong, Ingénieur en chef des Constructions navales, Ministère de la Marine.

Lépine, Charles, Ingénieur des Arts et Manufactures, Administrateur-délégué de la Société hydro-électrique de Fure et Morge et de Vizille.

Lévy-Salvador, Paul, Chef du Service technique de l'hydraulique agricole au Ministère de l'Agriculture.

Locherer, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef de la Compagnie du Chemin de fer métropolitain de Paris.

Loppé, F., Ingénieur des Arts et Manufactures.

Lorin, Maître de Conférences à l'École centrale des Arts et Manufactures.

Mamy, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

de Marchena, Sous-Directeur de la Compagnie française Thomson-Houston.

Mariage, André, Ingénieur des Arts et Manufactures, Directeur général de la Compagnie générale des Omnibus de Paris.

Maugas, Gabriel, Ingénieur général du Génie Maritime.

Mazen, N., Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction des Chemins de fer de l'État.

Parodi, H., Ingénieur, Chef des Services électriques du Matériel et de la Traction du Chemin de fer d'Orléans.

Picou, R., Ingénieur conseil, ancien Président du Comité électrotechnique français.

Piérart, Lieutenant-colonel, Chef de l'Établissement central de Matériel spécial du Génie.

Pinot, R., Secrétaire général de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques.

Resal, Eugène, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Administrateur-directeur des Tramways de Bordeaux.

Rey, J., Administrateur-directeur de la maison Sautter-Harlé.

Roth, E., Ingénieur électricien.

Roux, G., Directeur du Bureau de Contrôle des Installations électriques.

de Valbreuze, Ingénieur électricien, Administrateur-délégué des Anciens Établissements Deberghe et Lafaye.

Vautier, T., Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

Walkenaer, Ch., Inspecteur général des Mines.

Weiss, Georges, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine.

SECTION DE LÉGISLATION

Bougault, P., Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Carpentier, E., Professeur adjoint à la Faculté de Droit de Paris, Avocat à la Cour d'Appel.

Ducreux, A., Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

Fontaine, E., Secrétaire général du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique, Secrétaire de l'Union des Syndicats de l'Électricité.

Frenoy, Avocat à la Cour de Cassation et au Conseil d'Etat.

Mahieu, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Directeur chargé des Services des Routes, de l'Automobile, des Usines hydrauliques et des Distributions d'Energie électrique au Ministère des Travaux publics, des Transports et du Ravitaillement.

Monmerqué, A., Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Secrétaire du Comité permanent d'Électricité.

Payen, F., Docteur en droit, Avocat à la Cour d'Appel de Paris

† **Sée**, Raymond, Ancien élève de l'École Polytechnique, Docteur en Droit, Directeur de l'Ouest-Lumière.

Sirey, Ch., Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

Taillefer, A., Avocat à la Cour de Paris, ancien élève de l'École Polytechnique, membre de la Commission technique de l'Office national de la Propriété industrielle.

de la Taste, Avocat à la Cour d'Appel de Paris, Licencié ès sciences physiques et chimiques.

Weiss, Inspecteur général des Mines.

Zacon, Inspecteur du Travail.

Digitized by Google

TABLE MÉTHODIQUE DES MATIÈRES

Recherches et travaux scientifiques

GÉNÉRALITÉS

Théories. — Sur le théorème de Fourier et les développements en séries trigonométriques (*G.-A. Andrault*)..... 331

Généralisation du théorème du développement de Heaviside (*Abraham Press*)..... 691

Sur le théorème du développement de Heaviside (*J.-B. Pomey*)..... 693

Le mouvement d'une étoile est-il retardé par la réaction de son rayonnement propre?..... 342

Divers. — Les recherches de M. Aimé Cotton..... 994

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

Généralités. — Loi de réciprocité (*J.-B. Pomey*)... 131

Sur les courbes caractéristiques et les conditions de stabilité des régimes (*J. Béthenod*)..... 35

La production du courant continu à très haute tension pour laboratoire d'essais (*Jean Saroléa*)..... 4

The Theory of Electricity (La Théorie de l'Electricité), par *G.-H. Livens* (Bibliographie)..... 442

The Electron : its isolation and measurement and the determination of some of its properties, par *Robert-Andrews Millikan* (Bibliographie)..... 860

I Fenomeni elettro-atomici sotto l'azione del Magnetismo, par *Augusto Righi* (Bibliographie)..... 642

Les fonctions électrosphériques sous forme de déterminants (*Pierre Humbert*)..... 651

Électrostatique. — La mesure du champ électrostatique dans les isolateurs, d'après la méthode électrolytique (*W. Estorff*)..... 433

Électrocinétique. Électrodynamique. — Courant électrique. — Un nouvel étalon de courant et de force électromotrice (*Ch.-T. Allcutt*)..... 744

Expériences sur l'effet de la vibration d'un fil tendu formant partie d'un circuit électrique fermé (*H. Jackson*)..... 718

Calcul direct de la résistance d'un nombre quelconque de conducteurs associés en parallèle (*E. Haudié*).. 297

Détermination de la résistance et de l'impédance d'un nombre quelconque de conducteurs associés en parallèle (*P. de Bancarel*)..... 989

Formules pratiques pour le calcul de la self-induction des longues bobines de réactance (*H.-B. Dwight*).. 38

Calcul des circuits inductifs en dérivation (*Fernand Ernstein*)..... 565

Énergie oscillante : Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités de courants périodiques quelconques (*G. Szarvady*)..... 411

Les courants électriques alternatifs, par *Hector Pécheux* (Bibliographie)..... 859

Sur un cas particulier de répartition du courant entre bobines de transformateur couplées en parallèle (*Paul Girault*)..... 625

Calcul de la propagation des courants alternatifs sur les longues lignes, par la séparation des puissances réelle et réactive (*P. Boucherot*)..... 220

Calcul pratique des lignes de transmission électriques, par les fonctions hyperboliques des variables imaginaires (*Marius Latour et Georges Viard*). (Erratum, p. 288)..... 67

Les courants induits dans les ferrures tubulaires..... 468

Longueur d'onde et affaiblissement des circuits téléphoniques (*J.-B. Pomey*)..... 72

A propos de la constante d'affaiblissement d'un circuit téléphonique (*A. Auric*)..... 129

Charge du condensateur sous force électromotrice alternative. Régime musical (*J.-B. Pomey*)..... 3

Propagation des courants électriques dans une antenne (*H. Chireix*). (Erratum, p. 856)..... 363

Mesure précise de courants alternatifs (*G.-A. Gibbon*). 568

Effets de rupture dans les conducteurs en bore (*F.-W. Lyle*)..... 746

Décharge électrique. — Figures de la décharge électrique sur plaques photographiques (*Usaboro Yoshida*)..... 253

Sur la résistance de l'étincelle électrique (*F. Beaudard de Lenaizan*)..... 140

Essais d'effet couronne à haute altitude (*B.-F. Jakobsen*). (Erratum, p. 856)..... 491

Description du dynatron (*A.-W. Hull*)..... 933

Magnétisme. Électro-magnétisme. — Nature de la particule magnétique ultime (*Arthur H. Compton* et *Oswald Rognley*)..... 37

Sur les coefficients d'aimantation de l'oxygène, de l'oxyde azotique et la théorie du magneton (*Edmond Bauer, Pierre Weiss* et *Auguste Piccard*). 863

Note sur le champ moléculaire de Weiss dans les substances ferromagnétiques (*Kotaro Honda*).... 822

Sur une propriété du ferromagnétisme (*Pierre Weiss*). 257

Aimantation du fer en l'absence d'hystérésis (*Winthrop R. Wright*)..... 256

Remarque sur les pertes dans le fer par hystérésis (*Marius Latour*)..... 36

Transformations magnétiques dans les aciers au carbone (*G. Kuemelin* et *Maire*)..... 342

Digitized by Google

Distribution du flux magnétique dans les tôles annulaires (*A.-E. Kennelly* et *P.-L. Alger*) 621
I Fenomeni elettro-atomici sosso l'azione del Magnetismo, par *Augusto Righi* (Bibliographie) 642
Instabilité moléculaire par la magnétostriction (*D. Hurmuzescu*) 211

Oscillations. Ondes électriques. — Propagation des courants électriques dans une antenne (*H. Chireix*) 363
Charge du condensateur sous force électromotrice alternative. Régime musical (*J.-B. Pomey*) 3

Rayons cathodiques. — Description du dynatron (*A.-W. Hull*) 933

Rayons X. — Un nouveau tube à rayons X du « type Coolidge » (*H. Pilon*) 99
Sur la théorie du fonctionnement du tube Coolidge à radiateur (*A. Dauvillier*) 443
Sur la théorie du tube Coolidge (*G. Johannès* et *F. Wolfers*) 991
La radiographie instantanée, ses limitations et ses possibilités (*Robert Knox*) 742
Nouvelle méthode d'analyse des cristaux par les rayons X (*A.-W. Hull*) 340
X.-Fluoromètre à étalon radioluminescent (*Guilleminot, H. Chéron* et *R. Biraud*) 694
Sur une unité radiothérapique de quantité (*H. Bordier*) 186

Sources d'électricité. — La production du courant continu à très haute tension pour laboratoire d'essais (*Jean Sarolea*) 4
Une pile thermoélectrique étalon (*C.-A. Hoxie*) 573
Fonctionnement chimique de la négative dans l'accumulateur au plomb (*Ch. Féry*) 34

Électricité atmosphérique. — Sur la formation des gouttes de pluie électrisées négativement (*Fernando Sanford*) 743

Magnétisme terrestre. — Une marée électrique dans le sol, dérivée de la marée océanique (*Marc Dechevrens*) 792
L'état magnétique de quelques terres cuites préhistoriques (*P.-L. Mercanton*) 8

Électrothermique. — Une pile thermoélectrique étalon (*C.-A. Hoxie*) 573
De la thermoélectricité du tungstène (*H. Pécheux*) .. 626

SCIENCES DIVERSES

Mathématiques. — Sur le théorème de Fourier et les développements en séries trigonométriques (*G.-A. Andrault*) 331
Les fonctions électrosphériques sous forme de déterminants (*Pierre Humbert*) 651
Sur le théorème du développement de Heaviside (*J.-B. Pomey*) 693
Généralisation du développement de Heaviside (*Thrcham Press*) 691

Hydraulique. — Sur les grandes vitesses de l'eau dans les conduites (*C. Camichel*) 788
Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées (*Comte de Sparre*). (Erratum, p. 984) 685, 731
Étude sur les maxima de surpression dans les phénomènes de coups de bélier (*Maurice Garel*). (Erratum, p. 856) 403, 483

Physique moléculaire. — Les progrès de la physique moléculaire (Bibliographie) 402

Chaleur. — Efforts internes développés dans les métaux et alliages par l'effet d'un refroidissement rapide (*Portevin*) 652
Échelles de température pour le tungstène et le carbone (*E.-P. Hyde, F.-E. Cady* et *W.-E. Forsythe*) 900
Quelques caractéristiques du pyrhéliomètre de Marvin (*Paul-D. Foote*) 822

Optique. — Sensibilité de la rétine (*Julien Blanchard*). 217
Lumière et vision : la physiologie de la rétine (*W.-M. Bayliss*) 821

Chimie. — La chimie raisonnée, par *M. Lemarchand* (Bibliographie) 290
Chimie et industrie (Bibliographie) 66
La chimie élémentaire des ingénieurs, des industriels et des constructeurs, par *René Dubrisay* (Bibliographie) 210
Projet d'une école supérieure de chimie appliquée (*Paul Besson*) 634
Les modifications profondes à faire subir à l'organisation de l'enseignement chimique en France (*Kling*). 634
La réforme de l'enseignement chimique en France (*Marchand*) 635
Résolutions concernant l'enseignement technique de la chimie appliquée (*Guiselin*) 635
Sur un procédé de dosage des métaux par dépôt électrolytique sans emploi d'une énergie étrangère (*Maurice François*) 864

Applications techniques et industrielles

GÉNÉRALITÉS

Statistique. — La production électrique française .. 769
Le développement des industries électriques et la guerre 561
Les industries électriques d'hier et de demain; l'enseignement de l'électricité industrielle, par *Maurice Soubrier* (Bibliographie) 859
Étude sur les embellissements de la ville de Lyon et sur le développement économique de la région lyonnaise 2

Organisation. Exploitation. — Méthodes économiques d'organisation dans les usines, par *J. Izard* (Bibliographie) 330
Aménagement de la petite usine, par *Marcel Hegelbacher* (Bibliographie) 130
Le laboratoire industriel (*Jolibois*) 1019
Moyen de développer les applications agricoles de l'électricité (*Paul Lecler*) 475
Concession de service public et la guerre. Arrêt du Conseil d'État des 27 juillet et 3 août 1917 (*Paul Bougault*) 679

Unification. Normalisation. — Organisation d'un service d'études de normalisation dans une usine de constructions électriques (*J. Fiévez*) 975
Sur la normalisation des robinets pour tuyauteries d'eau ou de vapeur (*L. Conge*) 561
Sur la normalisation des roulements à billes (*L. Conge*). 986

Digitized by Google

Projet d'unification des filetages des culots de lampes et supports de lampes Edison (*Ch. Zetter*). 9, 39, 73, 105
Conclusions préparées par les quatrième et septième commissions sur le rapport de M. Zetter..... 113
Unification des balais en charbon ou graphite, pur ou métallisé (non compris les balais des moteurs de traction)..... 115
Sur le choix d'un degré uniforme de température pour l'étalonnage des instruments de mesure (*Ch. Cochet*)..... 740

ÉNERGIE NATURELLE
PRODUCTION DE L'ÉNERGIE MÉCANIQUE.

Énergie hydraulique. — Généralités. — Etude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice (*E. Maynard*)..... 653, 697, 749, 793, 823, 865, 903, 947, 997
La houille blanche pendant la guerre (*Henri Cahen*). 393
Inventaire des forces motrices disponibles sur les cours d'eau du domaine public en juillet 1917..... 549
Les forces motrices disponibles sur les cours d'eau du domaine public..... 812
Les travaux du Service des Grandes Forces hydrauliques du Sud-Ouest..... 811
L'aménagement des chutes d'eau et les besoins en énergie des services publics..... 441
Un procédé original d'utilisation des excédents d'énergie hydraulique à la fabrication des produits azotés..... 249
La nouvelle loi norvégienne sur les chutes d'eau (*G. Tochon*)..... 237
Extraits de la loi norvégienne sur l'acquisition de chutes d'eau et autres propriétés foncières..... 241

Monographies. Descriptions. — Les forces hydrauliques de la Jogne et les entreprises électriques fribourgeoises (*V. Rynckt*)..... 762
Usine hydro-électrique automatique de Cedar Rapids (Iowa) (*J.-M. Drabelle et L.-B. Bonnett*)..... 1018
Une station centrale hydro-électrique à fonctionnement automatique..... 97
Contribution à la détermination du régime hydraulique du Cher (*C. Morin*)..... 805
Décret du 6 juin 1918 autorisant et déclarant d'utilité publique des travaux de dérivation de l'Ain à Priay pour la mise en jeu d'une usine hydro-électrique..... 248

Aménagements hydrauliques. — Modifications apportées au régime d'un cours d'eau après l'établissement d'un barrage (*K. Zorayan*)..... 227
Aménagement des usines hydro-électriques de « pointes ». — Chutes moyennes et hautes chutes. — De l'étude des divers organes hydrauliques (*A. Causse* et *H. Gouin*)..... 658
Brevets pris en France concernant l'utilisation des marées..... 697
Projets divers d'utilisation des marées..... 749
Sur les grandes vitesses de l'eau dans les conduites (*C. Camichel*)..... 788
Etude sur les maxima de surpression dans les phénomènes de coups de bélier. — Coups de bélier d'ouverture (*Maurice Gariel*). (Erratum, p. 856) 403, 483
Remarque sur les conditions à remplir au point de vue des coups de bélier par les régulateurs des moteurs hydrauliques (*Comte de Sparre*). (Erratum, p. 984) 685, 731

Énergie thermique. — Généralités. — Sur l'utilisation rationnelle des combustibles dont dispose actuellement l'industrie..... 505
Les progrès de l'industrie des combustibles pendant la guerre (*E. Damour*)..... 636
L'utilisation des gaz et autres sous-produits dans l'industrie sidérurgique (*Alexandre Gouvy*)..... 25
Prime à l'économie de charbon dans les stations centrales thermiques (*L. Conge*)..... 319
La reconstitution électrique de la Belgique après la guerre en vue de l'économie du charbon (*J. Carlier*). 591
Les recherches de la houille en France (*Jules Bergeron*)..... 26
Les avantages économiques du développement de l'industrie de la carbonisation de la houille (*Charles Berthelot*)..... 725
Les ressources de la France en gisements de lignites (*P. Gouy*)..... 323
Procédés d'agglomération des lignites (*Ch. Duval*)... 229
L'utilisation de la tourbe comme appoint au charbon (*Loucheur*)..... 764
La tourbe et l'industrie électrique (*Pierre Guieu*)... 843
La tourbe. Prospection, extraction, traitement, utilisations; par *Pierre Guieu* (Bibliographie)..... 522
Le pétrole est « un combustible » (*Guiselin*)..... 726
Les terrains pétrolifères d'Oukhta..... 400

Aménagements thermiques. — Le tirage et les chaufferies automatiques (*L. Barbillon* et *L. Pierre*)..... 896
Appareil de mesure de la perte à la cheminée et des éléments constitutifs de cette perte (*Marcel Chopin*)..... 677
Gazogène Cerasoli pour la gazéification de la tourbe au gazogène..... 846
Les chaudières modernes (*L. Conge*)..... 715
Chaudières Babcock-Wilcox..... 716
Chaudière Belleville..... 717
Chaudière Buttner-Leflaive..... 716
Chaudière Garbe..... 715
Chaudière Niclausse..... 718
Chaudière Robert..... 717
Chaudière Romanet..... 718
Chaudière Stirling..... 716
Chaudière Woodeson..... 716
Remarques sur l'établissement et l'exploitation des installations de condensation (*Charles Oettinger*). 627
Un cas de corrosion à allure électrolytique dans une pompe à air Westinghouse-Leblanc (*L. Conge*)... 539
Les éjecteurs extracteurs d'air (*L. Conge*)..... 629
Ejecteur « Bréguet »..... 630
Radojet de la « Wheeler Manufacturing Co »..... 630
Ejecteur « Westinghouse-Leblanc »..... 631
A propos de la corrosion des tubes de condenseurs (*Maurice Miet*)..... 98
Sur la normalisation des robinets pour tuyauteries d'eau ou de vapeur (*L. Conge*)..... 561

Moteurs thermiques. — Etude théorique et expérimentale sur les aubages de turbines (*Poincet*)..... 186
Au sujet des accidents aux turbo-alternateurs à vapeur (*P. Boucherot*)..... 457
Protection contre les incendies de turbo-alternateurs (*L. Conge*)..... 322
Le moteur à explosion, par *René Devillers* (Bibliographie)..... 602

CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Matières premières. — Les transformations métallurgiques, forgeage, estampage, traitements thermiques (*Partiot*)..... 234
Efforts internes développés dans les métaux par l'effet d'un refroidissement rapide (*Portevin*)..... 652
Dureté comparée du fer doux et du cuivre (*F.-C. Kelley*)..... 806
L'aluminium dans l'appareillage électrique (*C. Zetter*). 887
Sur l'emploi de l'aluminium dans l'industrie (*Dusaugey*) 770
L'aluminium en Suisse (*Gaston Valran*)..... 29
L'industrie de l'aluminium en Allemagne et en Autriche-Hongrie pendant la guerre (*R.-C.-Pierre Jaureguy, H.-B. Froment* et *R.-E. Stephen*)..... 896

Digitized by Google

Projet des conditions de réception des conducteurs en aluminium.... 931
L'aluminium dans l'industrie. Métal pur. Alliages d'aluminium, par *Jean Escard* (Bibliographie).... 66
La production du fer blanc (*Pétin*)..... 235
L'industrie du fer, par *Louis Férasson* (Bibliographie). 859
La nouvelle industrie du fer, par *Jean Escard* (Bibliographie)..... 2
Le zinc (*Demenge* et *Maneuvrier*)..... 157
Le nickel (*Ballande*)..... 26
De quelques matières premières nécessaires à l'industrie électrique : le tungstène (*Désiré Pector*).. 87, 121
L'industrie du plomb (*Paraf*)..... 29
L'état actuel de la métallurgie et de l'industrie du cuivre (*Sommaire* et *Mensier*)..... 53
Le mercure (*Rumeau*)..... 233

Matériel, Outillage. — Les calibres industriels (*Ch.-Ed. Guillaume*)..... 141
La précision industrielle des mesures de longueur... 129
Appareil Raclot pour la détermination de la fatigue locale des matériaux..... 917
L'équilibre dynamique des pièces tournantes (*Carl Hering*)..... 593
Perfectionnements récents aux méthodes d'équilibrage des pièces mécaniques (*W. Akimoff*)..... 155
Engrenages magnétiques. Application à l'horlogerie électrique (*Pierre Sève*)..... 852
Sur la normalisation des roulements à billes (*L. Conge*). 986
Dispositif de changement de vitesse pour moteur shunt à six vitesses..... 973
Quelques dispositifs d'embrayage magnétique..... 354
Embrayages magnétiques de Davis et Soanne..... 356
Sur les propriétés lubrifiantes des couches d'huile très minces (*Lord Rayleigh*)..... 200
La lubrification des blocs Michell..... 511
La taille des métaux, par *F.-W. Taylor* (Bibliographie). 210
Fosse pour le séchage des appareils électriques dans les ateliers de réparation..... 120
Des appareils de manutention dans l'industrie en général (*F. Séba*)..... 423, 493
Description d'un chariot électrique d'une force portante de 150 tonnes..... 432
Pont de 5 tonnes avec chariot..... 499
Pont à benne preneuse à trois câbles..... 504
Pont à pince pour la manutention des lingots dans les fours Pitts..... 426
Ponts à bec fixe et à bec mobile..... 424

Usines et ateliers. — Aménagement de la petite usine, par *Marcel Hegelbacher* (Bibliographie).... 130
Méthodes économiques d'organisation dans les usines, par *J Izard* (Bibliographie)..... 330
Le laboratoire industriel (*Jolibois*)..... 1019
Organisation d'un service d'études de normalisation dans une usine de constructions électriques (*J. Fiévez*)..... 975

PRODUCTION ET DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Généralités. — Protection contre les incendies de turbo-alternateurs (*L. Conge*)..... 322
Au sujet des accidents aux turbo-alternateurs à vapeur (*P. Boucherot*)..... 457
Diagrammes de production et diagrammes de consommation relatifs aux centrales électrogènes à vapeur et autres (*A. Della-Riccia*)..... 259, 299
Sur les courbes caractéristiques et les conditions de stabilité des régimes (*J. Bethenod*)..... 35
La production du courant continu à très haute tension pour laboratoire d'essai (*Jean Sarolea*)... 4
Carte en relief de la charge annuelle ; analyse de la charge de pointe et du facteur de charge (*Wm. Le Roy Robertson*)..... 49
L'intensification de la production obtenue par l'emploi de compteurs enregistreurs..... 678
La tarification de l'énergie électrique d'après les prix du charbon et la fixation de ces prix..... 401
Etude de la tarification de l'énergie en fonction du facteur de puissance (*A. Hiovici*)..... 102
Sur un montage des compteurs enregistrant l'énergie des postes triphasés permettant la détermination de l'énergie magnétisante et donnant une plus grande sécurité de bon fonctionnement (*P. Bourguignon*). (Erratum, p. 1032)..... 214
Influence des variations journalières de la fréquence sur les indications des compteurs d'induction (*A. Durand*)..... 136
Pour la prévention des accidents d'électrocution dont les enfants sont victimes..... 33
Circulaire relative à la fourniture d'énergie électrique aux armées alliées..... 440
Ordonnance suisse sur l'exportation de l'énergie électrique à l'étranger..... 479
Notes sur l'application pratique de la loi du 15 juin 1906 et des règlements annexes. Contrôle administratif des distributions électriques (*A. Monmerqu*)..... 435, 765, 853, 1027

Production. — Machines génératrices. — Projet d'élargissement des règles concernant l'échauffement de la machinerie électrique (*M. Vidmar*)... 374
Unification des balais en charbon ou graphite, pur ou métallisé..... 115
La prévention des coups de feu dans les machines à courant continu (*J.-J. Linchangh* et *J.-L. Burnham*)..... 548
La machine asynchrone à bagues (*Marius Latour*).. 291
Les alternateurs à haute fréquence (*O. Billieux*)..... 803
Les alternateurs à haute fréquence (*Marius Latour*). 859
Les alternateurs à haute fréquence (*E. Girardeau*)... 939
La mise en phase dans le couplage en parallèle des alternateurs (*Elvind Styff*)..... 460
Barres câblées et barres subdivisées dans les machines à courants alternatifs (*Edouard Roth*)..... 192
Etude sur la tension produite dans les magnétos à haute tension (*E. Taylor Jones*)..... 724
La magnéto à haute tension à la portée de tout le monde, par *René Bardin* (Bibliographie)..... 402

Piles et accumulateurs. — Fonctionnement chimique de la negative dans l'accumulateur au plomb (*Ch. Féry*)..... 34

Transformation. — Etude sur le calcul de transformateurs à forte intensité pour fours électriques (*R. Jacquot*)..... 523, 603
Formules et abaques relatifs au fonctionnement en charge des transformateurs industriels (*L. Dubar*). 817
Pertes dans les transformateurs des grands réseaux suivant le système de distribution employé..... 721
Sur un cas particulier de répartition du courant entre bobines de transformateurs couplées en parallèle (*Paul Giraudl*)..... 625
Formules et abaques relatifs au fonctionnement en charge des transformateurs industriels (*L. Dubar*). 817
Convertisseur à haute fréquence de la Société française Radio-Electrique..... 804
Valves Fleming de la Société des tubes à vide Bocuze et Cie..... 4
Théorie et fonctionnement des doubleurs de fréquence en particulier pour les courants de haute fréquence (*Mendel Osnos*)..... 448

Transmission. Distribution. — Généralités. — Sur les distributions à intensité constante de M. Boucherot (*Tr. Lalesco*)..... 987
Calcul pratique des lignes de transmission électriques par les fonctions hyperboliques des variables

Digitized by Google

imaginaires (*Marius Latour* et *Georges Viard*) (Erratum, p. 288)..... 67
Phénomènes qui accompagnent la transmission de l'énergie avec certains systèmes de montage de transformateurs reliés en étoile (*Lloyd Robinson*). 150
Création d'un point neutre artificiel dans un réseau monophasé ou triphasé. Equilibreurs de tension (*L. Dubar*)..... 132
Comment peut-on remédier aux inconvénients d'une très forte surcharge dans un réseau triphasé (*E. Piernet*)..... 540
Influence du déphasage sur la puissance transmise par les feeders ou fournie par les alternateurs (*A. Léauté*)..... 179
Note sur le déphasage dans les réseaux..... 84
De la puissance moyenne et du facteur de puissance dans un circuit à courants alternatifs non sinusoïdaux (*H. Pécheux*). (Erratum, p. 1032)..... 813
Note sur l'emploi des moteurs synchrones pour améliorer le facteur de puissance (*Paul Rieunier*). (Erratum, p. 1031)..... 771
Etude de la tarification de l'énergie en fonction du facteur de puissance (*A. Iliovici*)..... 102
Calcul de la propagation des courants alternatifs sur les longues lignes, par la séparation des puissances réelle et réactive (*P. Boucherot*)..... 220
Formules pratiques pour le calcul de la self-induction de longues bobines de réactance (*H.-B. Dwight*). 38
Mesure de la perte de puissance dans le diélectrique des câbles à haute tension à trois conducteurs (*F.-M. Farmer*)..... 617
Sur les conditions d'équilibre du branchement en série d'une bobine d'induction et d'un condensateur (*Georges*)..... 222
Calcul direct de la résistance d'un nombre quelconque de conducteurs associés en parallèle (*E. Haudié*). 297
Calcul des circuits inductifs en dérivation (*Fernand Ernstein*)..... 565
Répartition des courants dans des feeders en parallèle (*V. Karapetoff*)..... 120
Détermination de la résistance et de l'impédance d'un nombre quelconque de conducteurs associés en parallèle (*P. de Bancarel*)..... 989
Essais d'effet couronne à haute altitude (*B.-F. Jakobsen*) (Erratum, p. 856)..... 491

LIGNES, CANALISATIONS. — Note sur les essais et mesures relatifs aux lignes électriques (*Louis Pujet*) 563
Mesure de la perte de puissance dans le diélectrique des câbles à haute tension à trois conducteurs (*F.-M. Farmer*)..... 617
La mesure du champ électrostatique dans les isolateurs d'après la méthode électrolytique (*W. Estorff*)... 433
Projet de conditions de réception des conducteurs d'électricité en aluminium..... 931

APPAREILLAGE. — L'aluminium dans l'appareillage électrique (*C. Zetter*)..... 887
Les courants induits dans les ferrures tubulaires..... 468
Montage des barres omnibus (*M.-M. Samuels* et *F.-N. Bechoff*)..... 232
Modèle de fusible enfermé..... 86
Considérations sur les disjoncteurs à huile (*W.-A. Coales* et *W.-H. Wadmore*)..... 882
Les interrupteurs à huile et la protection contre l'incendie (*P. Torche*)..... 311, 343
La commande mécanique des sectionneurs montés sur hauts pylônes (*M.-M. Samuels* et *F.-N. Bechoff*). 232
Sectionneur amovible pour haute tension..... 52
Les éclateurs des parafoudres : leur rôle dans la protection contre les tensions à front d'onde raide, ou tensions de choc..... 1012
Un nouveau type de parafoudre (*E.-O. Schweitzer*). 719

Usines génératrices, Sous-stations. — Diagrammes de production et diagrammes de consommation relatifs aux centrales électrogènes à vapeur et autres (*A. Della Riccia*)..... 259, 299
Carte en relief de la charge annuelle ; analyse de la charge de pointe et du facteur de charge (*Wm. Le Roy Robertson*)..... 49
Le tirage et les chauffeurs automatiques (*L. Barbillon* et *L. Pierre*)..... 896
Prime à l'économie de charbon dans les stations centrales thermiques (*L. Conge*)..... 319
Remarques sur l'établissement et l'exploitation des installations de condensation (*Charles Oettinger*). 627
Les économies de consommation d'énergie qu'on peut réaliser dans les installations de traction à courant continu (*R. Mauermann*)..... 544
Usine hydro-électrique de Cedar Rapids de la Iowa Railway and Light Company..... 1018
Les installations de production et de distribution électrique à Buenos-Ayres..... 465
L'usine électrique de Malamort (*A. Boudrau*)..... 270
Sous-station automatique de East Troy..... 389
Les sous-stations automatiques et les réseaux de traction à courant continu..... 386
Pour la prévention des accidents d'électrocution dont les enfants sont victimes..... 33
Des déprédations commises contre les réseaux électriques et de leur répression (*Jean de la Ruelle*). 981
Sur les propriétés lubrifiantes et autres des couches d'huile très minces (*Lord Rayleigh*)..... 209
La lubrification des blocs Michell..... 511

APPLICATIONS MÉCANIQUES

Moteurs électriques. — La prévention des coups de feu dans les machines à courant continu (*J.-J. Linchangh* et *J.-L. Burnham*)..... 548
Note sur le montage des moteurs électriques (*A. Curchod*). (Erratum, p. 1032)..... 145
La machine asynchrone à bagues (*Marius Latour*)... 291
Quelques particularités de fonctionnement de deux moteurs asynchrones couplés en cascade (*M. Lapiné*) 187
Le diagramme des moteurs asynchrones (*L. Lagron*). 861
Diagramme de fonctionnement des moteurs série polyphasés à collecteur (*A. Tumerelle*)..... 643
Construction pratique du diagramme de fonctionnement des moteurs asynchrones triphasés à rotor en court-circuit (*J. Damien*). (Erratum, p. 1032). 349
Diagramme des moteurs polyphasés asynchrones tenant compte de la saturation magnétique (*J. Béthenod*)..... 941
Construction pratique du diagramme de fonctionnement des moteurs asynchrones triphasés en court-circuit (*J. Damien*). (Erratum, p. 1032)..... 349
L'emploi des clavettes magnétiques pour la fermeture des encoches dans les inducteurs de moteurs asynchrones (*Fleury-Deflassieux*)..... 223
Dispositif de changement de vitesse pour moteur shunt à six vitesses..... 973
Projet d'élargissement des règles concernant l'échauffement de la machinerie électrique (*M. Widmar*). 374

Électro-aimants. — Quelques dispositifs d'embrayage magnétique..... 354
Embrayage magnétique de Davies et Soames..... 356

Agriculture. — Moyen de développer les applications agricoles de l'électricité (*Paul Leclerc*)..... 475
Sur les applications de l'électricité à l'agriculture (*Dabat*)..... 352
La motoculture et son application à la moyenne et petite culture en pays morcelé (*Hottenger*)..... 477

Mines. — Les machines d'extraction à commande électrique. Comparaison entre le système Léonard et le système triphasé direct (*G. Rouet*)..... 451

Digitized by Google

Signalisation. — Signaux électriques et commande électrique sur les chemins de fer (*C.-M. Jacobs*). 198

TRACTION, LOCOMOTION

Généralités. — L'importance des freins rapides dans l'exploitation des chemins de fer (*J. Cartier*)..... 251
Système de freinage avec récupération d'énergie pour véhicules actionnés par moteurs monophasés à collecteur (*Behn-Eschenburg*)..... 877
La récupération sur les chemins de fer électriques... 601
La traction électrique et les chemins de fer de montagne, par *A. Besley-Thellier de Poncheville* (Bibliographie)..... 130
Résultats acquis dans l'exploitation des chemins de fer électriques suisses (*A. Gobet*)..... 275
Les perturbations produites par les courants de traction sur les circuits télégraphiques et téléphoniques..... 361
Les économies de consommation d'énergie qu'on peut réaliser dans les installations de traction à courant continu (*R. Mauermann*)..... 544

Matériel roulant. — Oscillations des locomotives électriques (*P. Leboucher*)..... 914
A propos des locomotives électriques à bielles..... 897
Locomotives à transmission par glissière verticale... 926
Locomotives à bielles..... 919,
Automotrices Diesel électriques..... 891

Traction sur route. — Sur l'utilisation des camions électriques à accumulateurs..... 289

TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉPHONIE

Généralités. — Neutralisation des actions perturbatrices apportées par des circuits extérieurs dans les transmissions électriques à faibles courants (*J. Perret*)..... 281
Les perturbations produites par les courants de traction sur les circuits télégraphiques et téléphoniques..... 361

Télégraphie. — Utilisation des courants alternatifs industriels dans les bureaux télégraphiques..... 85
Le relais Orling à jet..... 898
Télégraphie militaire (Bibliographie)..... 562
La télégraphie en Amérique, par *Donald Mc Nicol* (Bibliographie)..... 986

Téléphonie. — A propos de la constante d'affaiblissement d'un circuit téléphonique (*A. Auric*)..... 129
Longueur d'onde et affaiblissement des circuits téléphoniques (*J.-B. Pomey*)..... 72

Radiotélégraphie. — Les alternateurs à haute fréquence (*O. Billieux*)..... 803
Les alternateurs à haute fréquence (*Marius Latour*). 859
Les alternateurs à haute fréquence (*S. Girardeau*). 939
Théorie et fonctionnement des doubleurs de fréquence en particulier pour les courants de haute fréquence (*Mendel Osnos*)..... 448
Convertisseur à haute fréquence de la Société française radio-électrique..... 804
Propagation des courants électriques dans une antenne (*H. Chireix*). (Erratum, p. 856)..... 363
Capacité d'une antenne horizontale (*J.-B. Pomey*)... 790
Relation entre le facteur d'audibilité d'un téléphone et le courant d'antenne (*Balth. Van der Pol*)..... 446
Analyse des brevets concernant les valves utilisées en télégraphie sans fil, publiés en 1917..... 321
Wireless Telegraphy and Telephony (Télégraphie et Téléphonie sans fil), par *W.-H. Eccles* (Bibliographie)..... 170
The Year-Book of Wireless Telegraphy and Telephony, 1918 (Annuaire de la Télégraphie et de la Téléphonie sans fil pour 1918) (Bibliographie)... 250

APPLICATIONS THERMIQUES

Chauffage. — Étude sur le calcul de transformateurs à forte intensité pour fours électriques (*H. Jacquet*)..... 523, 603
Les fours électriques de laboratoire, par *Jean Escard* (Bibliographie)..... 330
Phénomène du pincement dans les fours à résistance.. 579
Un four électrique pour la fusion des alliages (*William H. Easton*)..... 468
Considérations techniques sur les fours électriques industriels : classification, choix des appareils, installation, mode d'emploi et conduite (*Jean Escard*)..... 575
Fours électriques pour l'affinage du tungstène en barres..... 383
Four à arc type pour la préparation du monox..... 576
Fours à résistance..... 577
Fours à induction..... 580
Fours électrothermiques et aluminothermiques combinés..... 585
Fours de trempe..... 585

Soudure. — Une série de tours de main pour la soudure électrique, d'après Th.-E. Murray..... 24
Facteurs affectant la soudure à l'arc..... 434

Allumage. — La magnéto à haute tension à la portée de tout le monde, par *René Bardin* (Bibliographie). 402
Etude sur la tension produite dans les magnétos à haute tension (*J. Taylor Jones*)..... 724

ÉCLAIRAGE

Lampes à arc. — Un nouvel arc pour projecteurs électriques (*V. Bellini*)..... 852

Lampes à incandescence. — Courant initial obtenu avec des lampes à incandescence..... 571
Montage assurant la constance de la tension aux bornes de lampes en essai de durée (*Dr Clayton R. Sharp*)..... 594
Emploi des lampes à incandescence à atmosphère gazeuse pour la projection (*R.-P. Burrows* et *J.-T. Caldwell*)..... 536
Projet d'unification des filetages des culots de lampes et supports de lampes à vis Edison (*Ch. Zetter*), 9, 39, 73, 105
Conclusions préparées par les quatrième et septième Commissions sur le rapport de M. Zetter..... 113

ÉLECTROCHIMIE. ÉLECTROMÉTALLURGIE

Électrochimie. — Bénéfices résultant de l'utilisation à la fabrication synthétique de l'acide chlorhydrique, de l'hydrogène et du chlore provenant de l'électrolyse des chlorures alcalins..... 676
La production électrochimique industrielle des composés nitrés : acide nitrique et dérivés, cyanamide, azotures (*Jean Escard*)..... 959, 1008
Four Birkeland-Eyde pour la production de l'acide nitrique synthétique..... 965
Four Schönherr pour la production de l'acide nitrique synthétique..... 965
Four Guye à plusieurs arcs pour la production de l'acide nitrique synthétique..... 967
Four Pauling pour la production de l'acide nitrique synthétique..... 968
La fabrication des nitrates aux États-Unis..... 329
Influence de la densité de courant dans le raffinage électrolytique du cuivre (*Lawrence Addicks*)..... 21

Électrométallurgie. — Traitement électrométallurgique des minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie..... 898

Digitized by Google

Sur le traitement au four électrique des minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie 522
Un nouveau débouché pour l'industrie électrométallurgique. La fabrication de l'alcool en partant du carbure 934
Sur la préparation au four électrique de quelques métaux susceptibles d'utilisation industrielle (*Jean Escard*) 375

ÉLECTRICITÉ MÉDICALE

Diathermie : L'emploi du courant électrique pour élever la température du corps dans le traitement des maladies (*E.-P. Cumberbatch*) 538
La radiographie instantanée, ses limitations et ses possibilités (*Robert Knox*) 742
Ampoule radiographique à cathode incandescente pourvue d'un radiateur (*W.-D. Coolidge*) 695
Sur une unité radiothérapique de quantité (*H. Bordier*) 186

APPLICATIONS DIVERSES

L'électroculture 169
Sur les applications de l'électricité à l'agriculture (*Dabat*) 352

MESURES ET ESSAIS

Généralités. — Les calibres industriels (*Ch.-Ed. Guillaume*) 141
La détermination des étalons à bouts (*Ch.-Ed. Guillaume*) 171
La précision des mesures industrielles de longueur ... 129
Sur le choix d'un degré uniforme de température pour l'étalonnage des instruments de mesure (*Ch. Cochet*) 740
A propos du nouveau projet de loi sur les unités de mesure 729
Instructions on the French measures ; A help to the american soldiers (Bibliographie) 940

Mesures et essais électriques. — Note sur la mesure d'une résistance (métallique ou d'isolement) par la méthode du voltmètre (*L. Paget*) 298
Note sur la mesure d'une résistance par la méthode du voltmètre (*H. Planchon*) 972
Un nouvel étalon de courant et de force électromotrice (*Ch.-T. Allcutt*) 744
Une pile thermoélectrique étalon (*C.-A. Hoxie*) 573
Mesure précise de courants alternatifs (*G.-O. Gibbon*). 568
La mesure du champ électrostatique dans les isolateurs d'après la méthode électrolytique (*W. Estorff*) ... 433
Mesure de la perte de puissance dans le diélectrique des câbles à haute tension à trois conducteurs (*F.-M. Farmer*) 617
Un nouveau compteur électrolytique 973
Electricity Meters : Their Construction and Management, par *C.-H.-W. Gerhardi* (Bibliographie) 34
Influence des variations journalières de la fréquence sur les indications des compteurs d'induction (*A. Durand*) 136
Sur un montage des compteurs enregistrant l'énergie des postes triphasés permettant la détermination de l'énergie magnétisante et donnant une plus grande sécurité de bon fonctionnement (*P. Bourguignon.*) (Erratum, p. 1032) 214
La tarification de l'énergie électrique d'après les prix du charbon et la fixation de ces prix 401
Méthode d'essai des diélectriques (*Chester Arthur Butman*) 648
Note sur les essais et mesures relatifs aux lignes électriques (*Louis Paget*) 563

Photométrie. — Sensibilité de la rétine (*Julien Blanchard*) 217
Lumière et vision : la physiologie de la rétine (*W.-M. Bayliss*) 821

Divers. — Appareil de mesure de la perte à la cheminée et des éléments constitutifs de cette perte (*Marcel Chopin*) 677
Un pyromètre à comparaison optique 512
Appareil Raclot pour la détermination de la fatigue locale des matériaux 917
Sur une unité radiothérapeutique de quantité (*H. Bordier*) 186
X-Fluoromètre à étalon radioluminescent (*Guilleminot, H. Chéron et R. Bernard*) 694
Sur un procédé de dosage des métaux par dépôt électrolytique sans emploi d'une énergie étrangère (*Maurice François*) 864
Quelques caractéristiques du pyrhéliomètre de Marvin (*Paul D. Foote*) 822

Economie sociale, industrielle, financière, etc.

GÉNÉRALITÉS

Généralités. — La dépopulation (*Paul Bureau*) ... 596
L'alcoolisme (*G. de Jaer*) 596
La lutte contre la tuberculose dans l'industrie (*Raymond Senly*) 514

RICHESSES NATURELLES, PROPRIÉTÉ

La « houille blanche » pendant la guerre (*Henri Cahen*). 393
Inventaire des forces motrices disponibles sur les cours d'eau du domaine public en juillet 1917 549
Les forces motrices disponibles sur les cours d'eau du domaine public 812
Les recherches de la houille en France (*Jules Bergeron*). 26
Les ressources de la France en gisements de lignites (*P. Goury*) 323
Les terrains pétrolifères d'Oukhta 400
L'accroissement du domaine minier français (*Dayras*). 126

Propriété immobilière. — La limite du pouvoir d'expropriation. Arrêt du Conseil d'État des 20-27 avril 1917 (*Paul Bourgault*) 559

Propriété industrielle. — Les brevets, dessins, marques, et la propriété littéraire et artistique pendant la guerre, par *A. Taillefer* et *Ch. Claro* (Bibliographie) 330
Notions sur la propriété industrielle et commerciale, par *G. Gutton* (Bibliographie) 950

TRAVAIL, TRAVAILLEURS

Le travail et le capital en France 569
La vie du travailleur manuel français (*Georges Risler*). 597
La prévention des accidents du travail et l'hygiène des ateliers (*H. Masoy*) 595
La responsabilité des accidents causés par des faits de guerre et connexes aux ouvriers travaillant à proximité du front (*Edouard Fortoul*) 593

Digitized by Google

Le salaire et ses résultats : un facteur psychologique du rendement de l'atelier (*A. Ramsay*)..... 357
Le salaire à prime et la méthode Taylor (*F. Bayle*)... 472
Les salaires ouvriers et la richesse nationale. La méthode de Taylor et le salaire moderne. Premiers éléments d'une théorie du salaire. Application à la fabrication du matériel de guerre, par *F. Bayle* (Bibliographie)..... 860
La participation des employés et de l'Etat aux bénéfices industriels (*Ch. Mildé*)..... 469
Projet de retraite pour les employés du commerce et de l'industrie (*E. Gelé*)..... 600
L'organisation sociale des établissements Régis Joya, de Grenoble..... 471
Facilités nouvelles apportées au développement des coopératives (*A. Daudé-Bancel*)..... 513
L'aménagement d'espaces libres destinés à être mis à la disposition des travailleurs pour y pratiquer la culture physique et les sports (*Paul Rousseau*)... 633
Le facteur humain dans l'organisation du travail, par *James-Hartness* (Bibliographie)..... 98

INDUSTRIE

L'avenir de l'industrie française (*R. Duchemin*)..... 807
La documentation industrielle (*M. Guillet*)..... 233
Le laboratoire industriel (*Jolibois*)..... 1019
La lutte contre la tuberculose dans l'industrie (*Raymond Senly*)..... 514
Chimie et industrie (Bibliographie)..... 66
Les industries électriques d'hier et de demain ; l'enseignement de l'électricité industrielle, par *Maurice Soubrier* (Bibliographie)..... 859
Le développement des industries électriques et la guerre..... 561
Le progrès de l'industrie des combustibles pendant la guerre (*E. Damour*)..... 636
Les avantages économiques du développement de l'industrie de la carbonisation de la houille (*Charles Berthelot*)..... 725
L'utilisation des gaz et autres sous-produits dans l'industrie sidérurgique (*Alexandre Gouvy*)..... 25
La situation et l'avenir de l'industrie minérale dans les colonies françaises (*J.-M. Bell*)..... 27
L'aluminium dans l'industrie ; métal pur, alliages d'aluminium, par *Jean Escard* (Bibliographie)... 66
L'industrie de l'aluminium en Allemagne et en Autriche-Hongrie pendant la guerre (*R.-C.-Pierre Jaureguy, J.-B. Froment* et *R.-E. Stephen*)..... 896
L'état actuel de la métallurgie et de l'industrie du cuivre et de ses alliages (*Sommaire* et *Mensier*)... 53
Un nouveau débouché pour l'industrie électrométallurgique. La fabrication de l'alcool en partant du carbure..... 934
L'industrie minière et sidérurgique de la Lorraine et de la région de la Sarre (*Robert Pinot* et *Jean Tribot-Laspière*)..... 201
L'industrie du fer, par *Louis Férasson* (Bibliographie). 859
L'industrie du plomb (*Paraf*)..... 29
La nouvelle industrie du verre, par *Jean Escard* (Bibliographie)..... 2
Décret du 24 juillet 1918 instituant un Comité chargé de l'examen de toutes questions intéressant l'industrie du caoutchouc en France..... 248

COMMERCE

Office national du Commerce extérieur..... 362
Les débouchés de l'industrie électrotechnique en Belgique (*F.-L. Fiévez*)..... 1021
La technique des affaires nouvelles, par *L. Chambonnaud* (Bibliographie)..... 362
L'art de faire des affaires par lettre et par annonce, par *Sherwin Cody* (Bibliographie)..... 2

FINANCES

La nouvelle loi de finances du 29 juin 1918 et ses innovations fiscales (*Paul Bougault*)..... 163
Les chèques postaux (*Taffin*)..... 283

IMPOTS, DOUANES, ASSURANCES

Sur la réforme du tarif douanier du pétrole (*Guiselin*). 726
Critique de la législation fiscale du pétrole (*Guiselin*). 726
Taxes et impôts nouveaux, par *F.-J. Combat* (Bibliographie)..... 940
A propos de la taxe des paiements..... 402

ENSEIGNEMENT, ÉDUCATION, APPRENTISSAGE

Le préapprentissage (*Maurice Bellom*)..... 94
L'enseignement professionnel en Afrique occidentale française (*Georges Hardy*)..... 727
Projet d'une école supérieure de chimie appliquée (*Paul Besson*)..... 634
Les modifications profondes à faire subir à l'organisation de l'enseignement chimique en France (*Kling*). 634
La réforme de l'enseignement chimique en France (*Marchand*)..... 635
Résolutions concernant l'enseignement technique de la chimie appliquée (*Guiselin*)..... 635

Législation, Réglementation, Jurisprudence

GÉNÉRALITÉS

Notes sur l'application pratique de la loi du 15 juin 1906 et des règlements annexes .Contrôle administratif des distributions électriques (*A. Monmerqué*)..... 435, 765, 853, 1027
Quelques points particuliers de législation électrique (*Jean de la Ruelle*)..... 325
Quelques mots sur la loi du 29 juin 1918 portant fixation du budget ordinaire des services civils de l'exercice 1918..... 63
La nouvelle loi de finances du 29 juin 1918 et ses innovations fiscales (*Paul Bougault*)..... 163
La nouvelle loi norvégienne sur les chutes d'eau (*G. Tochon*)..... 237
Extraits de la loi norvégienne sur l'acquisition de chutes d'eau et autres propriétés foncières (14 décembre 1917)..... 241
Sur la législation des pétroles (*Fabien Thibault*)..... 726
A propos du nouveau projet de loi sur les unités de mesures..... 729
Ordonnance suisse sur l'exportation de l'énergie électrique à l'étranger..... 479
Des déprédations commises contre les réseaux électriques et de leur répression (*Jean de la Ruelle*). 981
Une intéressante décision du tribunal des conflits en matière de contravention de voirie (*Paul Bougault*). 61
Concession de service public et la guerre. Arrêt du Conseil d'Etat des 27 juillet et 3 août 1917 (*Paul Bougault*)..... 679

Digitized by Google

La guerre et les concessionnaires (*Fernand Payen*).... 639
Création d'un Conseil d'Etat technique (*E. Fleurent*). 633

LOIS, DÉCRETS, ARRÊTÉS

Lois.—Loi du 29 juin 1918 portant fixation du budget ordinaire des services civils de l'année 1918.. 63, 163

Décrets. — Décret du 6 juin 1918 autorisant et déclarant d'utilité publique des travaux de dérivation de l'Ain à Priay pour la mise en jeu d'une usine hydroélectrique..... 248
Décret du 24 juillet 1918 instituant un Comité chargé de l'examen de toutes questions intéressant l'industrie du caoutchouc en France..... 248

Arrêtés. — Arrêté instituant auprès du Conservatoire des Arts et Métiers des conseillers techniques du Musée national de cet établissement..... 1030

Circulaires. — Circulaire relative à la fourniture d'énergie électrique aux armées alliées..... 440

JURISPRUDENCE

Chambre des Requêtes : Arrêt du 18 mai 1918 concernant la compétence judiciaire (*Paul Bougault*).... 855
Chambre des Requêtes : Arrêt du 9 juillet 1918 concernant les prix de réquisition (*Paul Bougault*)..... 984
Conseil d'Etat : Arrêt du 13 et du 20 juillet 1917 relatif aux concessions des services publics et à la guerre (*Paul Bougault*)..... 439
Conseil d'Etat : Arrêt des 7 juillet et 3 août 1917 concernant les indemnités de guerre aux concessionnaires de services publics (*Paul Bougault*).... 679
Cour de Cassation : Arrêt du 15 juillet 1918 relatif aux salaires des ouvriers mobilisés affectés aux usines travaillant pour la Défense nationale..... 290
Cour d'Appel de Bordeaux : Arrêt du 6 février 1918 concernant la non assimilation d'un ouvrier affecté à une usine de guerre à un homme présent sous les drapeaux (*Paul Bougault*)..... 680
Cour d'Appel de Grenoble : Arrêt du 16 juillet 1918 fixant comment on doit calculer les appointements des directeurs de Société en présence des bénéfices de guerre (*Paul Bougault*)..... 517
Cour d'Appel de Nîmes : Arrêt du 11 décembre 1916 relatif à la compétence commerciale en matière de vente de courant électrique..... 328
Cour d'Appel de Paris : Arrêt du 17 février 1917 concernant le moratorium et les primes d'assurances (*Paul Bougault*)..... 1030
Cour d'Appel de Pau : Arrêt du 20 mars 1918 concernant les contrats de concession (*Paul Bougault*). 855
Tribunal des conflits : Décision en matière de contravention de voirie relative à des enseignes lumineuses (*Paul Bougault*)..... 61

Divers

SOCIÉTÉS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

Académie des Sciences. — Les prix de l'Académie des Sciences..... 994
X-Fluoromètre à étalon radioluminescent (*Guilleminot, H. Chéron* et *R. Biruard*)..... 694
Une marée électrique dans le sol, dérivée de la marée océanique (*Marc Dechevrens*)..... 792
Engrenages magnétiques. Application à l'horlogerie électrique (*Pierre Sève*)..... 852
Sur les coefficients d'aimantation de l'oxygène, de l'oxyde azotique et la théorie du magnéton (*Edmond Bauer, Pierre Weiss* et *Auguste Piccard*). 863
Sur un procédé de dosage des métaux par dépôt électrolytique sans emploi d'une énergie étrangère (*Maurice François*)..... 864
L'état magnétique de quelques terres cuites préhistoriques (*P.-L. Mercanton*)..... 8
Calcul de la propagation des courants alternatifs sur les longues lignes, par la séparation des puissances réelle et réactive (*P. Boucherot*)..... 220
Sur une propriété du ferro-magnétisme (*P. Weiss*)... 257
Sur un cas particulier de répartition du courant entre bobines de transformateurs couplées en parallèle (*Paul Girault*)..... 625
De la thermo-électricité du tungstène (*H. Pécheux*)... 626
Les fonctions électrosphériques sous forme de déterminants (*Pierre Humbert*)..... 651
Efforts internes développés dans les métaux et alliages par l'effet d'un refroidissement rapide (*Portevin*). 652
Appareil de mesure de la perte à la cheminée et des éléments constitutifs de cette perte (*Marcel Chopin*). 677
Séance du 8 juillet 1918 : Calcul de la propagation des courants alternatifs sur les longues lignes, par la séparation des puissances réelle et réactive (*P. Boucherot*). — Sur une propriété du ferromagnétisme (*Pierre Weiss*)..... 170
Séance du 16 juillet 1918 : Avantages résultant de l'emploi d'un étranglement à l'entrée des réservoirs ou pare-chocs destinés à atténuer les coups de bélier (*Comte de Sparre*)..... 170
Séance du 22 juillet 1918 : Sur un cas particulier de répartition du courant entre bobines de transformateur couplées en parallèle (*Paul Girault*)..... 130
Séance du 19 août 1918 : Effet électrothermique comprenant comme cas spécial l'effet Thomson (*Carl Benedicks*)..... 362
Séance du 26 août 1918 : Appareil de mesure de la perte à la cheminée et des éléments constitutifs de cette perte (*Marcel Chopin*)..... 362
Séance du 30 septembre 1918 : Sur l'hétérogénéité de l'acier (*H. Le Chatelier* et *B. Bogitch*). — Sur les coefficients d'aimantation de l'oxygène, de l'oxyde azotique et la théorie du magnéton (*Edmond Bauer, Pierre Weiss* et *Auguste Piccard*). — Sur la thermo-électricité du tungstène (*H. Pécheux*). — Sur les franges d'interférence développées par le frottement et l'électricité dans certains liquides anisotropes (*M.-F. Grandjean*). — La radiographie anthropométrique du pouce (superposition des empreintes digitales, du squelette et de l'ongle) (*Henri Béclère*). 522
Séance du 7 octobre 1918 : Sur les grandes vitesses de l'eau dans les conduites (*C. Camichel*). — Efforts internes développés dans les métaux et alliages par l'effet d'un refroidissement rapide (*M. Portevin*). — La création des plans en radiographie stéréoscopique (*Henri Béclère*). — Une marée électrique dans le sol, dérivée de la marée océanique (*Marc Dechevrens*). — Les lois du travail féminin et de l'activité cérébrale (*Jules Amar*)..... 602
Séance du 11 novembre 1918 : Sur l'analyse harmonique des courants alternatifs par le galvanomètre de résonance (*André Blondel*). — Sur un procédé de dosage des métaux par dépôt électroly-

Digitized by Google

tique sans emploi d'une énergie électrique étrangère (*Maurice François*) 812
Séance du 18 novembre 1918 : Sur les fonctions polygonales périodiques (*Trajan Lalesco*) 812

Académie d'Agriculture de France. — Sur les applications de l'électricité à l'agriculture (*Dabat*). 352

Comité électrotechnique français. — Conclusions préparées par les quatrième et septième Commissions pour l'adoption du rapport de M. Zetter sur l'unification des filetages des culots de lampes et supports de lampes à vis Edison 113
Séance du 29 avril 1918 185
Séance du 25 juillet 1918 222

Commission de normalisation des Ingénieurs des Arts et Métiers de Boulogne-sur-Seine. — Sur le choix d'un degré uniforme de température pour l'étalonnage des instruments de mesure (*Ch. Cochet*) 760

Commission permanente de Standardisation. — Création de la Commission 65
Réunion 770

Conseil international des Recherches scientifiques et industrielles. — Résolution au sujet de la création de ce conseil 939

L'Institut technique de Normandie. — Constitution de l'Institut 521

Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. — L'enseignement professionnel en Afrique occidentale française (*Georges Hardy*) 727
Séance du 9 novembre 1918 : L'électrification partielle d'un grand réseau de chemins de fer (*Sabouret*) ... 730
Conférences 684

Société des Ingénieurs civils de France. — La houille « blanche » pendant la guerre (*Henri Cahen*). 393

Société française de Physique. — Fonctionnement chimique de la négative dans l'accumulateur au plomb (*Ch. Féry*) 34

Société française des Électriciens. — Etude de la tarification de l'énergie en fonction du facteur de puissance. — Compteurs et wattmètres spéciaux (*A. Iliovici*) 102
Séance du 7 novembre 1918 : Sur l'emploi de l'aluminium dans l'industrie (*Dusaugey*) 770
Séance du 5 décembre 1918 : Les étalons industriels de longueur (*Ch.-Ed. Guillaume*). — L'état permanent sur une ligne parcourue par un courant sinusoïdal (*E. Brylinski*) 940

Association suisse des Électriciens. — Les interrupteurs à huile et la protection contre l'incendie (*P. Torche*) 311, 343

American Institute of Electrical Engineers. — Carte en relief de la charge annuelle : analyse de la charge de pointe et du facteur de charge (*Wm. Le Roy Robertson*) 49
Essais d'effet couronne à haute altitude (*B.-F. Jakobsen*) 491
Une pile thermoélectrique étalon (*C.-A. Hoxie*) 573
Mesure de la perte de puissance dans le diélectrique des câbles à haute tension à trois conducteurs (*F.-M. Farmer*) 617
Distribution du flux magnétique dans les tôles annulaires (*A.-E. Kennelly* et *P.-L. Alger*) 622
Un nouvel étalon de courant et de force électromotrice (*Ch.-T. Allcutt*) 744
Les éclateurs des parafoudres ; leur rôle dans la protection contre les tensions à front d'onde raide, ou tensions de choc (*Chester T. Allcutt*) 1012
Usine hydroélectrique automatique de Cedar Rapids (Iowa) (*J.-M. Drabelle* et *L.-B. Bonnell*) 1018

National Light Electric Association. — Adresse au Président Wilson 250

SOCIÉTÉS PROFESSIONNELLES

Chambre syndicale des Constructeurs de gros matériel électrique. — Unification des balais en charbon ou graphite pur ou métallisé (non compris les balais des moteurs de traction) 115

Chambre syndicale de la Tourbe et du Lignite. — Procédés d'agglomération des lignites (*Ch. Duval*). 229
Les ressources de la France en gisements de lignite (*P. Gouy*) 323

Syndicat professionnel des Ingénieurs électriciens français. — Création du Syndicat 938

Union des Syndicats de l'Électricité. — Note sur le déphasage dans les réseaux 84
Commission de l'aluminium : Projet de conditions de réception des conducteurs d'électricité en aluminium 931

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES, COMMERCIALES, FINANCIÈRES

Appareillage électrique Grivolas. — Assemblée générale ordinaire du 21 août 1918 638

Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est (Jeumont-Nord). — Assemblée générale ordinaire du 6 juillet 1918 128

Chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud de Paris. — Assemblée générale ordinaire du 17 juin 1918 285

Compagnie centrale d'Énergie électrique. — Assemblée générale ordinaire du 17 juin 1918 ... 162

Compagnie continentale Edison. — Assemblée générale ordinaire du 26 juin 1918 515

Compagnie d'Électricité de l'Ouest-Parisien-Ouest-Lumière. — Assemblée générale ordinaire du 21 juin 1918 236

Compagnie d'Électricité du Sud-Est. — Assemblée générale ordinaire du 29 avril 1918 161

Compagnie des Forges et Aciéries électriques Paul Girod. — Assemblée générale ordinaire du 11 juin 1918 808

Compagnie des Omnibus et Tramways de Lyon. — Assemblée générale ordinaire du 27 avril 1918 478

Compagnie des Tramways de Paris et du Département de la Seine. — Assemblée générale ordinaire du 18 juin 1918 477

Compagnie du Chemin de fer Métropolitain de Paris. — Assemblée générale ordinaire du 12 juin 1918 208

Compagnie Électro-Mécanique. Assemblée générale ordinaire du 21 juin 1918 288

Compagnie française des Câbles télégraphiques. — Assemblée générale ordinaire du 4 novembre 1918 1025

Compagnie générale des Câbles de Lyon. — Assemblée générale ordinaire du 19 juin 1918 ... 287

Compagnie générale de Distribution d'Énergie électrique. — Assemblée générale ordinaire du 20 juin 1918 87

Digitized by Google

Compagnie générale des Omnibus de Paris. — Assemblée générale ordinaire de 1918..... 978

Compagnie générale parisienne de Tramways. — Assemblée générale ordinaire du 21 avril 1918. 60
Assemblée générale extraordinaire du 24 septembre 1918..... 978

Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité. — Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1918 559

Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'usines à gaz. — Assemblée générale ordinaire du 30 juillet 1918..... 728

Eaux et Électricité de l'Indo-Chine. — Assemblée générale ordinaire du 4 décembre 1918..... 1026

Énergie électrique du Littoral méditerranéen. — Assemblée générale ordinaire du 8 juin 1918... 95

Schneider et Cie. — Assemblées générales ordinaire et extraordinaire du 29 novembre 1918..... 980

Société anonyme des Forces motrices de Vercors. — Assemblée générale ordinaire du 19 juin 1918.. 235

Société anonyme Westinghouse. — Assemblées générales ordinaire et extraordinaire du 27 juin 1918 286

Société d'Applications industrielles (Compagnie d'Entreprises électriques). — Assemblée générale ordinaire du 29 octobre 1918..... 935

Société d'Éclairage et de Force par l'électricité à Paris. — Assemblée générale ordinaire du 24 juin 1918..... 358

Société d'Électricité de Caen. — Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1918..... 516

Société des Forces du Fier. — Assemblée générale ordinaire du 18 avril 1918..... 96

Société des Forces de la Tarentaise. — Assemblées générales ordinaire et extraordinaire du 4 novembre 1918..... 980

Société des Forces motrices de la Vienne. — Assemblée générale extraordinaire et Assemblées spéciales du 21 octobre 1918..... 979

Société du Gaz et de l'Électricité de Marseille. — Assemblée générale ordinaire du 27 juin 1918. 560

Société havraise d'Énergie électrique. — Assemblée générale ordinaire du 11 juin 1918..... 161

Société hydroélectrique des Basses-Pyrénées. — Assemblée générale ordinaire du 22 juin 1918. 324

Société hydroélectrique de Fure et Morge et de Vizille. — Assemblée générale ordinaire du 29 avril 1918..... 60

Société hydroélectrique de Lyon. — Assemblée générale ordinaire du 4 juin 1918..... 32

Société nantaise d'Éclairage et de Force par l'Électricité. — Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1918..... 358

Société norvégienne de l'Azote et de Forces hydroélectriques. — Assemblée générale ordinaire du 25 novembre 1918..... 980

Société parisienne pour l'Industrie des Chemins de fer et des Tramways électriques. — Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1918..... 59

ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHES

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Conférences sur l'organisation scientifique, « Scientific Management »..... 522, 562, 602, 642

Arrêté instituant auprès du Conservatoire des Arts et Métiers des Conseillers techniques du Musée national de cet établissement..... 1030

INSTITUTIONS DIVERSES

Chambres de commerce. — Annuaire des Chambres de commerce 1918 (Bibliographie)..... 98
Chambre de commerce française de Genève : L'aluminium en Suisse (*Gaston Valran*)..... 29
Chambre de commerce d'Orléans : Le préapprentissage (*Maurice Bellom*)..... 94
Institution d'une Chambre de commerce franco-suédoise à Stockholm..... 290

Le Comité franco-américain. — Réunion..... 65

BIOGRAPHIE. NÉCROLOGIE

Biographie. — Leblanc (Maurice) (*J. Blondin*)..... 809

Nominations et Promotions. — Promotion de M.-C.-A. Monmerqué au grade d'inspecteur général de première classe..... 330

Nécrologie. — Deprez (Marcel) (1843-1918) (*Maurice Leblanc*)..... 562, 857
Gauthier-Villars (Albert) (1861-1918) (*J. Blondin*). 97, 481
Guittard (Henri) (1865-1918)..... 937
Lombard-Gérin (Louis) (1848-1918)..... 985
Séc (Raymond)..... 169

CONGRES, EXPOSITIONS, COURS, ETC.

Congrès. — Congrès général du Génie civil. Analyse des rapports présentés. 25, 53, 126, 233, 474, 513, 595, 633
Vœux et résolutions du Congrès du Génie civil..... 727

Conférences. — Conférences du Conservatoire national des Arts et Métiers.... 522, 562, 602, 642

BIBLIOGRAPHIE. OUVRAGES RÉCENTS

Les progrès de la physique moléculaire..... 402
The Theory of Electricity (La Théorie de l'Electricité), par *G.-H. Livens*..... 442
The Electron : its isolation and measurement and the determination of some of its properties, par *Robert Andrews Millikan*..... 860
I Fenomeni elettro-atomici sotto l'azione del Magnetismo, par *Augusto Righi*..... 642
Les courants électriques alternatifs, par *Hec'or Pécheux*..... 859
Le moteur à explosion, par *René Devillers*..... 602
La magnéto à haute tension à la portée de tout le monde, par *René Bardin*..... 402
Electricity Meters : Their Construction and Management, par *Gerhardi (C.-H.-W.)*..... 34
La traction électrique et les chemins de fer de montagne, par *A. Beslay-Thellier de Poncheville*..... 130
La télégraphie en Amérique, par *Mc Nicol*..... 986
Wireless Telegraphy and Telephony (Télégraphie et Téléphonie sans fil), par *W.-H. Eccles*..... 170
Télégraphie militaire..... 562
Les fours électriques de laboratoire, par *Jean Escard*. 330
Instructions on the French measures : A help to the american soldiers..... 940
La tourbe : Prospection, extraction, traitement, utilisations, par *Pierre Guieu*..... 522
La taille des métaux, par *F.-W. Taylor*..... 210
L'aluminium dans l'industrie, métal pur, alliages d'aluminium, par *Jean Escard*..... 66
L'industrie du fer, par *Louis Férasson*..... 859
La nouvelle industrie du verre, par *Jean Escard*.... 2
La chimie élémentaire des ingénieurs, des industriels et des constructeurs, par *René Dubrisay*..... 210

Digitized by Google

La chimie raisonnée, par *M. Lemarchand*..... 290
Notions sur la propriété industrielle et commerciale, par *G. Gutton*..... 940
Les brevets, dessins, marques, et la propriété littéraire et artistique pendant la guerre, par *A. Taillefer* et *Ch. Claro*..... 330
La technique des affaires nouvelles, par *L. Chambonnaud*..... 362
L'art de faire des affaires par lettre et par annonce, par *Sherwin Cody*..... 2
Taxes et impôts nouveaux, par *F.-J. Combat*..... 940
Les industries électriques d'hier et de demain ; l'enseignement de l'électricité industrielle, par *Maurice Soubrier*..... 859
Aménagement de la petite usine, par *Marcel Hegelbacher*..... 130
Méthodes économiques d'organisation dans les usines, par *J. Izard*..... 330
La facteur humain dans l'organisation du travail, par *James Hartness*..... 98
Les salaires ouvriers et la richesse nationale. La méthode de Taylor et le salaire moderne. Premiers éléments d'une théorie du salaire. Application à la fabrication du matériel de guerre, par *F. Bayle*. 860

Périodiques, Annuaires. — Le « Bulletin R. G. E. ». 1
Annuaire des Chambres de commerce 1918..... 98
The Year-Book of Wireless Telegraphy and Telephony 1918 (Annuaire de la Télégraphie et de la Téléphonie sans fil pour 1918)..... 250
Chimie et Industrie..... 66

Errata de la R. G. E. — Erratum du tome III, p. 894-904 : Les mouvements vibratoires des systèmes couplés démontrés quantitativement par des expériences simples (*Edwin H. Barton* et *Miss H.-M. Brownie*)..... 288
Erratum des pages 67-71 : Calcul pratique des lignes de transmission par les fonctions hyperboliques des variables imaginaires (*Marius Latour* et *Georges Viard*)..... 288
Erratum des pages 145-150 : Note sur le montage des moteurs électriques (*A. Curchod*)..... 1032
Erratum des pages 214-217 : Sur un montage des compteurs enregistrant l'énergie des postes triphasés permettant la détermination de l'énergie magnétisante et donnant une plus grande sécurité de fonctionnement (*P. Bourguignon*)..... 1032
Erratum des pages 349-351 : Construction pratique du diagramme de fonctionnement des moteurs asynchrones triphasés à rotor en court-circuit (*J. Damien*)..... 1032
Erratum des pages 363-374 : Propagation des courants électriques dans une antenne (*H. Chireix*)..... 856
Erratum des pages 403-411 : Étude sur les maxima de surpression dans les phénomènes de coups de bélier (*Maurice Gariel*)..... 856
Erratum des pages 491-492 : Essais d'effet couronne à haute altitude (*B.-F. Jakobsen*)..... 856
Errata des pages 685-690 et 731-739 : Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées (*Comte de Sparre*)..... 984
Erratum des pages 771-788 : Note sur l'emploi des moteurs synchrones pour améliorer le facteur de puissance (*Paul Ricaunier*)..... 1031
Erratum des pages 813-816 : De la puissance moyenne et du facteur de puissance dans un circuit à courants alternatifs non sinusoïdaux (*H. Pécheux*) 1032

VARIÉTÉS

Sur la terminologie technique (*Cauchie*)..... 209
A propos du nouveau projet de loi sur les unités de mesures..... 729
Manifestation de sympathie entre électriciens français et italiens..... 858
Une adresse des ingénieurs éclairagistes américains au Président Wilson..... 250
Une lettre des membres de l'Institut retenus à Lille pendant l'occupation..... 682
Un exemple de l'emprise allemande sur l'industrie française avant la guerre..... 641
Ce que deviendront les Commissions internationales après la guerre..... 681

Digitized by Google

TABLE DES NOMS D'AUTEURS

ADDICKS (Lawrence). — Influence de la densité de courant dans le raffinage électrolytique du cuivre. 21

AKIMOFF (W.). — Perfectionnements récents aux méthodes d'équilibrage des pièces mécaniques... 155

ALGER (P.-L.). — Voir *Kennelly* (*A.-E.*) et *Alger* (*P.-L.*) 621

ALLCUTT (CH.-T.). — Un nouvel étalon de courant et de force électromotrice..... 744

— Les éclateurs des parafoudres ; leur rôle dans la protection contre les tensions à front d'onde raide, ou tensions de choc..... 1012

ANDRAULT (G.-A.). — Sur le théorème de Fourier et les développements en séries trigonométriques. 331

AURIC (A.). — A propos de la constante d'affaiblissement d'un circuit téléphonique..... 129

BALLANDE. — Le nickel..... 26

DE BANCAREL (P.). — Détermination de la résistance et de l'impédance d'un nombre quelconque de conducteurs associés en parallèle..... 989

BARBILLON (L.) et PIERRE (L.). — Le tirage et les chauffeurs automatiques..... 896

BARDIN (René). — La magnéto à haute tension à la portée de tout le monde (Bibliographie)..... 402

BAUER (Edmond), WEISS (Pierre) et PICCARD (Auguste) — Sur les coefficients d'aimantation de l'oxygène, de l'oxyde azotique et la théorie du magnéton.. 863

BAYLE (F.). — Le salaire à prime et la méthode Taylor 472

— Les salaires ouvriers et la richesse nationale. La méthode de Taylor et le salaire moderne. Premiers éléments d'une théorie du salaire. Application à la fabrication du matériel de guerre (Bibliographie)..... 860

BAYLISS (W.-M.). — Lumière et vision : la physiologie de la rétine..... 821

BEAULARD DE LENAIZAN (F.). — Sur la résistance de l'étincelle électrique..... 140

BECHOFF (F.-N.).— Voir *Sammuels* (*M.-M.*) et *Bechoff* (*F.-N.*) 232

BELL (J.-M.). — La situation et l'avenir de l'industrie minérale dans les colonies françaises..... 27

BELLINI (V.). — Un nouvel arc pour projecteurs électriques..... 852

BELLOM (Maurice). — Le préapprentissage..... 94

BEN-ESCHENBURG. — Système de freinage avec récupération d'énergie pour véhicules actionnés par moteurs monophasés à collecteur..... 877

BERGERON (Jules). — Les recherches de la houille en France..... 26

BERLEMONT (G.). — Sur la distillation du mercure dans les appareils en quartz..... 1

BERRY (J.). — Courant initial obtenu avec des lampes à incandescence..... 571

BERTHELOT (Charles). — Les avantages économiques d'un développement de l'industrie de la carbonisation de la houille..... 725

BESLAY-THELLIER DE PONCHEVILLE (A.).— La traction électrique et les chemins de fer de montagne (Bibliographie)..... 130

BESSON (Paul). — Projet d'une école supérieure de chimie appliquée..... 634

BÉTHENOD (J.). — Sur les courbes caractéristiques et les conditions de stabilité des régimes..... 35

— Diagramme des moteurs polyphasés asynchrones tenant compte de la saturation magnétique.... 941

BILLIEUX (O.). — Les alternateurs à haute fréquence. 803

BIRUARD (R.). — Voir *Guilleminot*, *Chéron* (*H.*) et *Biruard* (*R.*). 694

BLANCHARD (Julien). — Sensibilité de la rétine..... 217

BLONDIN (J.). — Nécrologie de Albert Gauthier-Villars..... 481

— Biographie de Maurice Leblanc..... 809

BOCUZE (Société des Tubes à vide Bocuze et Cie). — Valves Fleming..... 5

BONNETT (L.-B.). — Voir *Drabelle* (*J.-M.*) et *Bonnett* (*L. -B.*)..... 1018

BORDIER (H.). — Sur une unité radiothérapique de quantité 186

BOUCHEROT (H.). — Calcul de la propagation des courants alternatifs sur les longues lignes, par la séparation des puissances réelle et réactive. 220

— Au sujet des accidents aux turbo-alternateurs à vapeur 457

BOUDRAU (A.). — L'usine électrique de Malamort... 270

BOUGAULT (Paul). — Une intéressante décision du tribunal des conflits en matière de contravention de voirie..... 61

— La nouvelle loi de finances du 29 juin 1918 et ses innovations fiscales..... 163

— Compétence commerciale en matière de vente de courant électrique. Arrêt de la Cour d'appel de Nîmes du 11 décembre 1916..... 328

— La limite du pouvoir d'expropriation. Arrêt du Conseil d'État des 20-27 avril 1917..... 359

— Concession des services publics et la guerre.

Digitized by Google

— Arrêt du Conseil d'État du 13 et du 20 juillet 1917 439
— Comment doit-on calculer les appointements des directeurs de Société en présence des bénéfices de guerre. — Arrêt de la Cour d'appel de Grenoble, 16 juillet 1918..... 517
— Concession de service public et la guerre. — Arrêt du Conseil d'État des 27 juillet et 3 août 1917. 679
— Documents de jurisprudence. — Cour d'appel de Bordeaux du 6 février 1918..... 680
— Documents de jurisprudence..... 855
— Arrêt de la Chambre des requêtes, 9 juillet 1918. 984
— Documents de jurisprudence. — Arrêt de la Cour d'appel de Paris, du 17 février 1917..... 1030

Bourguignon (P.). — Sur un montage des compteurs enregistrant l'énergie des postes triphasés permettant la détermination de l'énergie magnétisante et donnant une plus grande sécurité de bon fonctionnement. (Erratum, p. 1032)..... 214

Bourret (Jacques). — L'organisation sociale des établissements Régis Joya, de Grenoble..... 471

Bureau (Paul). — La dépopulation..... 596

Burnham (J.-L.). — Voir *Linchangh* (*J.-J.*) et *Burnham* (*J.-L.*)..... 548

Burrows (R.-P.) et Caldwell (J.-T.). — Emploi des lampes à incandescence à atmosphère gazeuse pour la projection..... 536

Butman Chester (Arthur). — Méthode d'essai des diélectriques..... 648

Cady (F.-E.). — Voir *Hyde* (*E.-P.*), *Cady* (*F.-E.*) et *Forsythe* (*W.-E.*)..... 900

Cahen (Henri). — La « houille blanche » pendant la guerre..... 393

Caldwell (J.-T.). — Voir *Burrows* (*R.-P.*) et *Caldwell* (*J.-T.*)..... 536

Camichel (C.). — Sur les grandes vitesses de l'eau dans les conduites..... 788

Calrier (J.). — L'importance des freins rapides dans l'exploitation des chemins de fer..... 351

— La reconstitution électrique de la Belgique après la guerre en vue de l'économie du charbon. 591

Cauchie. — Sur la terminologie technique..... 209

Causse (A.) et Goua (H.). — Aménagement des usines hydro-électriques de « pointes ». — Chûtes moyennes et hautes chûtes. — De l'étude des divers organes hydrauliques..... 658

Chambonnaud (L.). — La technique des affaires nouvelles (Bibliographie)..... 362

Chéron (H.). — Voir *Guilleminot*, *Chéron* (*H.*) et *Biruard* (*R.*)..... 694

Chireix (H.). — Propagation des courants électriques dans une antenne..... 363

Chopin (Marcel). — Appareil de mesure de la perte à la cheminée et des éléments constitutifs à cette perte..... 677

Claro (Ch.). — Voir *Taillefer* (*A.*) et *Claro* (*Ch.*).. 330

Coales (W.-A.) et Wadmore (W.-H.). — Considérations sur les disjoncteurs à huile..... 882

Cochet (Ch.). — Sur le choix d'un degré uniforme de température pour l'étalonnage des instruments de mesure..... 740

Cody (Sherwin). — L'art de faire des affaires par lettre et par annonce (Bibliographie)..... 2

Combat (J.-F.). — Taxes et impôts nouveaux (Bibliographie)..... 940

Compton (Arthur-H.) et Rogneley (Oswald). — Nature de la particule magnétique ultime..... 37

Conge (L.). — Prime à l'économie de charbon dans les stations centrales thermiques..... 319
— Les chaudières modernes..... 715
— Les éjecteurs extracteurs d'air..... 629
— Un cas de corrosion à allure électrolytique dans une pompe à air Westinghouse-Leblanc..... 539
— Protection contre les incendies de turbo-alternateurs..... 322
— Sur la normalisation des robinets pour tuyauteries d'eau et de vapeur..... 561
— Sur la normalisation des roulements à billes.... 986

Coodglie (W.-D.). — Ampoule radiographique à cathode incandescente pourvue d'un radiateur. 695

Cotton (Aimé). — Résumé des travaux scientifiques de A. Cotton..... 994

Cumberbatch (E.-P.). — Diathermie. L'emploi du courant électrique pour élever la température du corps dans le traitement des maladies..... 538

Curchod (A.). — Note sur le montage des moteurs électriques..... 145

Dabat. — Sur les applications de l'électricité à l'agriculture..... 351

Damien (J.). — Construction pratique du diagramme de fonctionnement des moteurs asynchrones triphasés à rotor en court-circuit. (Erratum, p. 1032) 349

Damour (E.). — Les progrès de l'industrie des combustibles pendant la guerre..... 635

Daudé-Bancel (A.). — Facilités nouvelles apportées au développement des coopératives..... 513

Dauvillier (A.). — Sur la théorie du fonctionnement du tube Coolidge à radiateur..... 443

Davies et Soames. — Embrayage magnétique.... 356

Dayras. — L'accroissement du domaine minier français..... 126

Dechevrens (Marc). — Une marée électrique dans le sol, dérivée de la marée océanique..... 792

Della-Ricia (A.). — Diagrammes de production et diagrammes de consommation relatifs aux centrales électrogènes à vapeur et autres... 259 299

Demenge et Maneuvrier. — Le zinc..... 157

Devilleks (René). — Le moteur à explosion (Bibliographie)..... 602

Drabelle (J.-M.) et Bonnett (L.-B.). — Usine hydroélectrique automatique de Cedar Rapids (Iowa)..... 1018

Dubar (L.). — Création d'un point neutre artificiel dans un réseau monophasé ou triphasé. Equilibreurs de tension..... 132
— Formules et abaques relatifs au fonctionnement en charge des transformateurs industriels..... 817

Duchemin (R.). — L'avenir de l'industrie française. 807

Dubrisay (René). — La chimie élémentaire des ingénieurs, des industriels et des constructeurs (Bibliographie)..... 210

Durand (A.). — Influence des variations journalières de la fréquence sur les indications des compteurs d'induction..... 136

Dusaugey. — Sur l'emploi de l'aluminium dans l'industrie..... 770

Duval (Ch.). — Procédés d'agglomération des lignites. 229

Digitized by Google

DWIGHT (H.-B.). — Formules pratiques pour le calcul de la self-induction des longues bobines de réactance 38

EASTON (William-H.). — Un four électrique pour la fusion des alliages 468

ECCLES (W.-H.). — Wireless Telegraphy and Telephony (Télégraphie et Téléphonie sans fil) (Bibliographie) 170

ERBSTEIN (Fernand). — Calcul des circuits inductifs en dérivation 565

ESCARD (Jean). — La nouvelle industrie du verre ... 2
— Sur la préparation au four électrique de quelques métaux susceptibles d'utilisation industrielle ... 375
— Considérations techniques sur les fours électriques industriels : classification, choix des appareils, installation, mode d'emploi et conduite 575
— La production électrochimique industrielle des composés nitrés : acide nitrique et dérivés : cyanamide, azotures 959 1008
— L'aluminium dans l'Industrie, Métal pur, Alliages d'aluminium (Bibliographie) 66
— Les fours électriques de laboratoire (Bibliographie) 330

ESTORFF (W.). — La mesure du champ électrostatique dans les isolateurs, d'après la méthode électrolytique 433

FARMER (F.-M.). — Mesure de la perte de puissance dans le diélectrique des câbles à haute tension à trois conducteurs 617

FÉRASSON (Louis). — L'industrie du fer (Bibliographie) 859

FÉRY (Ch.). — Fonctionnement chimique de la négative dans l'accumulateur au plomb 34

FIÉVEZ (J.-L.). — Organisation d'un service d'études de normalisations dans une usine de constructions électriques 975
— Les débouchés de l'industrie électro-technique en Belgique 1021

FLEURENT (E.). — Création d'un Conseil d'État technique 633

FLEURY-DEFLASSIEUX. — L'emploi des clavettes magnétiques pour la fermeture des encoches dans les inducteurs de moteurs asynchromes 223

FONTANE (Edouard). — La responsabilité des accidents causés par des faits de guerre et connexes aux ouvriers travaillant à proximité du front ... 598

FOOTE (Paul-D.). — Quelques caractéristiques du pyrhéliomètre de Marvin 822

FORSYTHE (W.-E.). — Voir *Hyde* (*E.-P.*), *Cady* (*F.-E.*) et *Forsythe* (*W.-E.*) 900

FRANÇOIS (Maurice). — Sur un procédé de dosage des métaux par dépôt électrolytique sans emploi d'une énergie étrangère 864

FROMENT (H.-B.). — Voir *Jaureguy* (*R.-C. Pierre*), *Froment* (*H.-B.*) et *Stephen* (*R.-E.*) 896

GARIEL (Maurice). — Etude sur les maxima de surpression dans les phénomènes de coups de bélier 403
— Étude sur les maxima de surpression dans les phénomènes de coups de bélier. Coups de bélier d'ouverture 483

GAUTHIER-VILLARS. — Nécrologie 97

GELÉ (T.). — Projet de retraite pour les employés de commerce et de l'industrie 600

GEORGES. — Sur les conditions d'équilibre du branchement en série d'une bobine d'induction et d'un condensateur 222

GERHARDI (C.-H.-W.). — Electricty Meters : Their Construction and Management (Bibliographie) .. 34

GIBBON (G.-O.). — Mesure précise de courants alternatifs 568

GIRARDEAU (E.). — Les alternateurs à haute fréquence 939

GIRAULT (Paul). — Sur un cas particulier de répartition du courant entre bobines de transformateur couplées en parallèle 625

GIVELET (A.). — Résultats acquis dans l'exploitation des chemins de fer électriques suisses 275

GOUA (H.). — Voir *Causse* (*A.*) et *Goua* (*H.*) 658

GOUVY (Alexandre). — L'utilisation des gaz et autres sous-produits dans l'industrie sidérurgique 25

GOUY (P.). — Les ressources de la France en gisements de lignites 323

GUIEU (Pierre). — La tourbe. Prospection, extraction, traitement, utilisation (Bibliographie) 522
— La tourbe et l'industrie électrique 843

GUILLAUME (Ch. Ed.). — Les calibres industriels .. 141
— La détermination des étalons à bouts 171

GUILLEMINOT, CHÉRON (H.) et BIRUARD (R.). — X-Fluoromètre à étalon radioluminescent 694

GUILLET (M.). — La documentation industrielle ... 233

GUISELIN. — Résolutions concernant l'enseignement technique de la chimie appliquée 635
— Le pétrole est « un combustible » 726
— Critique de la législation fiscale du pétrole 726
— Sur la réforme du tarif douanier du pétrole 726

GUTTON (G.). — Notions sur la propriété industrielle et commerciale 940

HARDY (Georges). — L'enseignement professionnel en Afrique occidentale française 727

HARTNESS (James). — Le facteur humain dans l'organisation du travail (Bibliographie) 98

HAUDIÉ (E.). — Calcul direct de la résistance d'un nombre quelconque de conducteurs associés en parallèle 297

HEGELBACHER (Marcel). — Aménagement de la petite usine (Bibliographie) 130

HERING (Carl). — L'équilibre dynamique des pièces tournantes 593

HONDA (Kotaro). — Note sur le champ moléculaire de Weiss dans les substances ferromagnétiques 822

HOSSENGER. — La motoculture et son application à la moyenne et petite culture en pays morcelé 477

HOXIE (C.-A.). — Une pile thermoélectrique étalon. 573

HULL (A.-W.). — Nouvelle méthode d'analyse des cristaux par les rayons X 340
— Description du dynatron 933

HUMBERT (Pierre). — Les fonctions électrosphériques sous forme de déterminants 651

HURMUZESCU (D.). — Instabilité moléculaire par la magnétostriction 211

HYDE (E.-P.), CADY (F.-E.) et FORSYTHE (W.-E.). — Echelles de température pour le tungstène et le carbone 900

ILIOVICI (A.). — Étude de la tarification de l'énergie en fonction du facteur de puissance 102

IZARD (J.). — Méthodes économiques d'organisation dans les usines (Bibliographie) 330

Digitized by Google

JACQUOT (R.). —Étude sur le calcul de transformateurs à forte intensité pour fours électriques. 523, 603
JACKSON (H.). — Expériences sur l'effet de vibration d'un fil tendu formant partie d'un circuit électrique fermé..... 748
JACOBS (C.-M.). — Signaux électriques et commande électrique sur les chemins de fer..... 198
JAER (G. de). — L'alcoolisme..... 596
JAKOBSEN (B.-F.). — Essais d'effet couronne à haute altitude..... 491
JAUREGUY (R.-C. Pierre), FROMENT (H.-B.) et STEPHEN (R.-E.). — L'industrie de l'aluminium en Allemagne et en Autriche-Hongrie pendant la guerre..... 896
JOHANNÈS (G.) et WOLFERS (F.). — Sur la théorie du tube Coolidge..... 991
JOLIBOIS. — Le laboratoire industriel..... 1019
JONES (E. Taylor).— Étude sur la tension produite dans les magnétos à haute tension..... 724

KARAPETOFF (V.). — Répartition des courants dans des feeders en parallèle..... 120
KELLEY (F.-C.). — Dureté comparée du fer et du cuivre..... 806
KENNELLY (A.-E.) et ALGER (P.-L.). — Distribution du flux magnétique dans les tôles annulaires.... 621
KLING. — Les modifications profondes à faire subir à l'organisation de l'enseignement chimique en France..... 634
KNOX (Robert). — La radiographie instantanée, ses limitations et ses possibilités..... 742
KUEMELIN (G.) et MAIRE. — Transformations magnétiques dans les aciers au carbone..... 342

LAGRON (L.). — Le diagramme des moteurs asynchrones..... 861
LALESCO (Tr.). — Sur les distributions à intensité constante de M. Boucherot..... 987
LAPINÉ (M.). — Quelques particularités de fonctionnement de deux moteurs asynchrones couplés en cascade..... 187
LATOUR (Marius). — Remarque sur les pertes dans le fer par hystérésis..... 36
— La machine asynchrone à bagues..... 291
— Les alternateurs à haute fréquence..... 859
LATOUR (Marius) et VIARD (Georges). — Calcul pratique des lignes de transmission électriques par les fonctions hyperboliques des variables imaginaires..... 67
LÉAUTÉ (A.). — Influence du déphasage sur la puissance transmise par les feeders ou fournie par les alternateurs..... 179
LEBLANC (Maurice). — Nécrologie de Marcel Deprez. 857
LEBOUCHER (P.). — Oscillations des locomotives électriques..... 914
LECLER (Paul). — Moyen de développer les applications agricoles de l'électricité..... 475
LEMARCHAND (M.). — La Chimie raisonnée (Bibliographie)..... 290
LE ROY ROBERTSON (Wm). — Carte en relief de la charge annuelle ; analyse de la charge de pointe et du facteur de charge..... 49
LINCHANGH (J.-J.). et BURNHAM (J.-L.). — La prévention des coups de feu dans les machines à courant continu..... 548
LIVENS (G.-H.). — The Theory of Electricity (La théorie de l'Électricité) (Bibliographie)..... 442
LOMBARD-GÉRIN (Louis). — Nécrologie..... 985
LOUCHEUR. — L'utilisation de la tourbe comme appoint au charbon..... 764
LYLE (F.-W.). — Effets de rupture dans les conducteurs en bore..... 746

MAIRE. — Voir *Kuemelin (G.)* et *Maire*..... 342
MAMY (H.). — La prévention des accidents de travail et l'hygiène des ateliers..... 595
MANEUVRIER. — Voir *Demenge* et *Maneuvrier*... 157
MARCHAND. — La réforme de l'enseignement chimique en France..... 635
MANERMANN (R.). — Les économies de consommation d'énergie qu'on peut réaliser dans les installations de traction à courant continu..... 544
MAYNARD (E.). — Étude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice.... 653, 697, 749, 793, 823, 865, 903, 947, 997
MENSIER. — Voir *Sommaire* et *Mensier*..... 53
MERCANTON (P.-L.). — L'état magnétique de quelques terres cuites préhistoriques..... 8
MIET (Maurice). — A propos de la corrosion des tubes de condensateur..... 98
MILDÉ (Ch.). — Le travail et le capital en France... 469
MILLIKAN (Robert-Andrews). — The Electron ; its isolation and measurement and the determination of some of its properties (Bibliographie).. 860
MONMERQUÉ (A.). — Notes sur l'application pratique de la loi du 15 juin 1906 et des règlements annexes. 435, 765, 853, 1027
— Promotion..... 330
MORIN (C.). — Contribution à la détermination du régime hydraulique du Cher..... 805
MURRAY (Th.-E.). — Une série de tours de main pour la soudure électrique..... 24

NICOL (Donald). — La télégraphie en Amérique... 986

OETTINGER (Charles). — Remarques sur l'établissement et l'exploitation des installations de condensation..... 627
ORLING. — Relais à jet..... 899
OSNOS (Mendel). — Théorie et fonctionnement des doubleurs de fréquence en particulier pour les courants de haute fréquence..... 448

PARAF. — L'industrie du plomb..... 29
PARTIOT. — Les transformations métallurgiques, forgeage, estampage, traitements thermiques... 234
PAYEN (Fernand). — La guerre et les concessionnaires..... 639
PÉCHEUX (H.). — De la thermoélectricité du tungstène..... 626
— De la puissance moyenne et du facteur de puissance dans un circuit à courants alternatifs non sinusoïdaux. (Erratum, p. 1032)..... 813
— Les courants électriques alternatifs..... 859
PECTOR (Désiré). — De quelques matières premières nécessaires à l'industrie électrique : le tungstène. 87, 121
PERRET (J.). — Neutralisation des actions perturbatrices apportées par des circuits extérieurs dans les transmissions électriques à faibles courants.. 281
PÉTIN. — La production du fer-blanc..... 235

Digitized by Google

PICCARD (Auguste). — Voir *Bauer* (*Edmond*), *Weiss* (*Pierre*) et *Piccard* (*Auguste*)..... 863

PIERNET (E.). — Comment peut-on remédier aux inconvénients d'une très forte surcharge dans un réseau triphasé..... 540

PIERRE (L.). — Voir *Barbillon* (*L.*) et *Pierre* (*L.*)... 896

PILON (H.). — Un nouveau tube à rayons X du « type Coolidge »..... 99

PINOT (Robert) et TRIBOT-LASPIÈRE (Jean). — L'industrie minière et sidérurgique de la Lorraine et de la région de la Sarre..... 201

PLANCHON (H.). — Note sur la mesure d'une résistance par la méthode du voltmètre..... 972

POINCET. — Étude théorique et expérimentale sur les aubages de turbines..... 186

POL (Balth. Van der). — Relation entre le facteur d'audibilité d'un téléphone shunté et le courant d'antenne..... 446

POMEY (J.-B.). — Loi de réciprocité..... 131
— Sur le théorème du développement de Heaviside. 693
— Charge du condensateur sous force électromotrice alternative. Régime musical..... 3
— Longueur d'onde et affaiblissement des circuits téléphoniques..... 72
— Longueur d'onde et affaiblissement des circuits téléphoniques..... 251
— Capacité d'une antenne horizontale..... 790
— Le relais Orling à jet..... 899

PORTEVIN. — Efforts internes développés dans les métaux et alliages par l'effet d'un refroidissement rapide..... 652

PRESS (Abraham). — Généralisation du théorème du développement de Heaviside..... 691

PUGET. — Note sur la mesure d'une résistance (métallique ou d'isolement) par la méthode du voltmètre..... 298
— Note sur les essais et mesures relatifs aux lignes électriques..... 563

RACLOT. — Appareil pour la détermination de la fatigue locale des matériaux..... 917

RAMSAY (A.). — Le salaire et ses résultats : un facteur psychologique du rendement de l'atelier..... 357

RAYLEIGH (Lord). — Sur les propriétés lubrifiantes et autres des couches d'huile très minces..... 200

RIEUNIER (Paul). — Note sur l'emploi des moteurs synchrones pour améliorer le facteur de puissance. (Erratum, p. 1031)..... 771

RIGHI (Augusto). — Ienomeni elettro-atomici-sotto l'azione del Magnetismo (Bibliographie).... 642

RISLER (Georges). — La vie du travailleur manuel français..... 597

ROBINSON (Lloyd). — Phénomènes qui accompagnent la transmission de l'énergie avec certains systèmes de montage de transformateurs reliés en étoile... 150

ROGNLEY (Oswald) et COMPTON (Arthur H.). — Voir *Compton* (*Arthur-H.*) et *Rognley* (*Owsald*). 37

ROTH (Edouard). — Barres câblées et barres subdivisées dans les machines à courants alternatifs. 192

ROUET (G.). — Les machines d'extraction à commande électrique. Comparaison entre le système Léonard et le système triphasé direct..... 451

ROUSSEAU (Paul). — L'aménagement d'espaces libres destinés à être mis à la disposition des travailleurs pour pratiquer la culture physique et les sports. 633

RUELLE (Jean de la). — Quelques points particuliers de législation électrique..... 325
— Des déprédations commises contre les réseaux électriques et de leur répression..... 981

RUMEAU. — Le mercure..... 233

RYNCKI (V.). — Les forces hydrauliques de la Jogne et les entreprises électriques fribourgeoises..... 762

SAMUELS (M.-M.) et BECHOFF (F.-N.). — Montage des barres omnibus..... 232
— La commande mécanique des sectionneurs montés sur hauts pylônes..... 232

SANFORD (Fernando). — Sur la formation des gouttes de pluie électrisées négativement..... 743

SAROLEA (Jean). — La production du courant continu à très haute tension pour laboratoire d'essai. 4

SCHWEITZER (E.-O.). — Un nouveau type de parafoudre..... 719
— Un nouveau compteur électrolytique..... 973

SÉBA (F.). — Des appareils de manutention dans l'industrie en général..... 423, 493

SÉE (Raymond). — Nécrologie..... 169

SENLY (Raymond). — La lutte contre la tuberculose dans l'industrie..... 514

SÈVE (Pierre). — Engrenages magnétiques. Application à l'horlogerie électrique..... 852

SHARP (Clayton R.). — Montage assurant la constance de la tension aux bornes de lampes en essai de durée..... 594

SOAMES. — Voir *Davies* et *Soames*..... 356

SOMMAIRE et MENSIER. — L'état actuel de la métallurgie et de l'industrie du cuivre et de ses alliages. 53

SOUBRIER (Maurice). — Les industries électriques d'hier et de demain ; l'enseignement de l'électricité industrielle (Bibliographie)..... 859

SPARRE (Comte de). — Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. (Errata, p. 739, 984)... 685, 731

STEPHEN (R.-E.). — Voir *Jaurégny* (*R.-C. Pierre*), *Froment* (*H.-B.*) et *Stephen* (*R.-E*)..... 896

STYFF (Eivind). — La mise en phase dans le couplage en parallèle des alternateurs..... 460

SZARVADY (G.). — Énergie oscillante : Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités de courants périodiques quelconques. 411

TAFFIN. — Les chèques postaux..... 283

TAILLEFER (A.) et CLARO (Ch.). — Les brevets, dessins, marques et la propriété littéraire et artistique pendant la guerre. (Bibliographie)... 330

TAYLOR (F.-W.). — La taille des métaux (Bibliographie)..... 210

THIBAULT (Fabien). — Sur la législation des pétroles. 726

TOCHON (G.). — La nouvelle loi norvégienne sur les chutes d'eau..... 237

TORCHE (P.). — Les interrupteurs à huile et la protection contre l'incendie..... 311, 343

TRIBOT-LASPIÈRE (Jean). — Voir *Pinot* (*Robert*) et *Tribot-Laspière* (*Jean*)..... 201

TUMERELLE (A.). — Diagramme de fonctionnement des moteurs série polyphasés à collecteur..... 643

Digitized by Google

VALRAN (Gaston). — L'aluminium en Suisse..... 29
VIARD (Georges). — Voir *Latour* (*Marius*) et *Viard* (*Georges*)..... 67
VIDMAR (M.). — Projet d'élargissement des règles concernant l'échauffement de la machinerie électrique..... 374
WADMORE (W.-H.). — Voir *Coales* (*W.-A.*) et *Wadmore* (*W.-H.*)..... 882
WEISS (Pierre). — Sur une propriété du ferromagnétisme..... 257
— Voir *Bauer* (*Edmond*), *Weiss* (*Pierre*) et *Piccard* (*Auguste*)..... 863
WRIGHT (Winthrop R.). — Aimantation du fer en l'absence d'hystérésis..... 256
WOLFERS (F.). — Voir *Johannès* (*G.*) et *Wolfers* (*F.*). 991
YOSHIDA (Usaboro). — Figures de la décharge électrique sur plaques photographiques..... 253
ZETTER (Ch.). — Projet d'unification des filetages des culots de lampes et supports de lampes à vis Edison..... 9, 39, 73, 105
— L'aluminium dans l'appareillage électrique..... 887
ZORAYAN (K.). — Modifications apportées au régime d'un cours d'eau après l'établissement d'un barrage..... 226

RÉPERTOIRE GÉOGRAPHIQUE

BELGIQUE. — Les débouchés de l'industrie électrotechnique en Belgique (*J.-L. Fiévez*)..... 1021
BUENOS-AYRES (Argentine). — Les installations de production et de distribution électriques à Buenos-Ayres..... 465
CEDAR RAPIDS (Iowa, Etats-Unis). — Usine hydro-électrique de la Iowa Railway and Light Company. 1018
CHER (France). — Contribution à la détermination du régime hydraulique du Cher (*C. Morin*)..... 805
DES-MOINES (Etats-Unis). — Sous-station automatique 386
EASA-TROY (Etats-Unis). — Sous-station automatique. 389
GRAND RAPID, GRAND' HAVEN AND MUSKEGON RAILWAY (Etats-Unis). — Sous-station automatique 386
LA JOGNE (Suisse). — Les forces hydrauliques de La Jogne et les entreprises électriques fribourgeoises (*V. Ryncki*)..... 762
LA RANCE (Côtes-du-Nord). — Aménagement de la Rance pour l'utilisation des marées à la production de la force motrice..... 997
LA ROCHELLE (Charente-Inférieure). — Aménagement de la baie de La Rochelle et du Marais perdu pour l'utilisation des marées à la production de la force motrice..... 869, 955
MALAMORT (Tarn). — Usine électrique..... 270
ORENTANO (Canada). — Installation d'une usine pour le traitement de la tourbe (*Pierre Guieu*)..... 847
ROTHÉNEUF (près de Saint-Malo, Ille-et-Vilaine). — Aménagement de la baie de Rothéneuf pour l'utilisation des marées à la production de la force motrice..... 947
SAINT-MALO (Ille-et-Vilaine). — Etude de la région de Saint-Malo pour l'utilisation des marées à la production de la force motrice..... 865, 903

Digitized by Google

INDEX DES ANNONCES

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Accumulateurs.

DININ (Alfred), 18, route de Cherbourg, Nanterre (Seine).

FULMEN (ACCUMULATEURS), 18, Quai de Clichy, Clichy (Seine).

GADOT (Paul), Porte Champerret, Levallois (Seine).

HEINZ, 2, rue Tronchet, Paris (9e).

PARIS-RHONE, 41, rue du Chemin-de-Saint-Priest, Lyon-Monplaisir et 10, rue Auber, Paris (9e).

SOCIÉTÉ ANONYME DES ACCUMULATEURS « MONOPLAQUE », 16, rue de Naples, Paris (8e).

SOCIÉTÉ GRAMME, 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

SOCIÉTÉ POUR LE TRAVAIL ÉLECTRIQUE DES MÉTAUX, 26, rue Laffitte, Paris (9e).

TUDOR, 26, rue de la Bienfaisance, Paris (8e).

Appareillage électrique.

ALLEN WEST AND Co LTD, Lowes Road, Brighton (Angleterre).

ASEA (Société suédoise d'Électricité). Vasteras (Suède) et 54, faubourg Montmartre, Paris (9e).

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE DELLE, 28, boulevard de Strasbourg, Paris (10e).

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DU NORD ET DE L'EST, Jeumont (Nord) et 75, boulevard Haussmann, Paris (8e).

CADIOT, 31, rue de Maubeuge, Paris (10e).

COMPAGNIE ELECTRO-MÉCANIQUE, 12, rue Portalis (8e).

COMPAGNIE GÉNÉRALE ÉLECTRIQUE DE NANCY, rue Oberlin, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ELECTRICITÉ, 54, rue La Boétie, Paris (8e).

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES, 22, quai de la Bataille, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE (Société de), 67, rue Molière, Lyon (Rhône).

CORRIE (J.-B.) et Cie, 15, Victoria Street, Londres et 56, rue du Faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).

DARSSES (Établissements A.), 34, 51, 53, rue Lafaurie-de-Montbadon, Bordeaux (Gironde).

DELAFON (Vve), 82, Boul. Richard-Lenoir, Paris (11e).

DEMOLY (E.), 43, rue de Trévise, Paris (9e).

ECLAIRAGE ELECTRIQUE (L'), 8, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

EPGÉ (Société de fourniture générale pour l'Électricité), 75, avenue de la République, Paris (2e).

ÉLECTRICITÉ ET ÉLECTROMÉCANIQUE, 17 rue Dieu, Paris (10e).

FINK ET JORAS, 21, rue Edouard-Nieuport, Suresnes (Seine).

GARDY, 23, rue de la Voie-des-Bancs, Argenteuil (Seine).

GENTEUR (Appareillage électrique), 122, avenue Philippe-Auguste, Paris (11e).

GRIVOLAS (Appareillage Electrique), 16, rue Montgolfier, Paris (3e).

HEDIGER (Jean), 47, rue de Paradis, Paris (10e).

HELDT-DEYDIER ET Cie, 2, rue de la République, Paris (11e).

ISENTHAL ET COMPAGNIE, Denzil Works, Willesden, London N. W. 10.

JAPY frères, Beaumont (Haut-Rhin), 7, rue du Château-d'Eau, Paris (10e).

LECOQ ET MARTIN, Acacias, près de Genève (Suisse).

LEGENDRE frères, 27, rue Saint-Fargeau, Paris (20e).

LOGUT (Établissements H.), 7-9, cité Delassalle, Lyon-Charpennes (Rhône).

LORAS (Transformateur Ferrix), Valrose, Nice (Alpes-Maritimes).

L. P. S. ELECTRICAL COMPANY, 14, Howick Place, Westminster, Londres (Angleterre).

MALJOURNAL ET BOURRON, 128, avenue Thiers, Lyon (Rhône).

MANUFACTURE D'APPAREILLAGE ELECTRIQUE SPÉCIAL Trévoux (Ain).

MIZERY ET BONVOISIN, 35, boul. Richard-Lenoir, Paris (11e).

MOVO S. A., 10, rue du Jura, Vevay (Suisse).

PARIS-RHONE, 41, rue du Chemin-de-Saint-Priest, Lyon-Monplaisir (Rhône), et 10, rue Auber, Paris (9e).

PATAY (Constructions électriques), 48, rue Corne-de-Cerf, Lyon (Rhône).

PICHON-PACAULT, 20, rue du Télégraphe, Paris (20e).

SAUTER (Fabrique d'appareils électriques), Bâle (Suisse).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES Belfort (Haut-Rhin), et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ANONYME DES PORCELAINES ET APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES GRAMMONT, 10, rue d'Uzès, Paris (2).

SOCIÉTÉ D'ELECTRICITÉ MORS, 28, rue de la Bienfaisance, Paris (8e).

SOCIÉTÉ GRAMME, 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES, 25, rue du 4-Septembre (2e).

THOMSON-HOUSTON (Compagnie française pour l'exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

VEDOVELLI ET PRIESTLEY, 14, rue Taitbout, Paris (9e).

WESTINGHOUSE, 7, rue de Liége, Paris (9e).

WITTMER (G.), Seloncourt (Doubs).

Charbons pour Balais et Lampes électriques.

COMPAGNIE DES CHARBONS FABIUS HENRION, 56, faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).

COMPAGNIE FRANÇAISE DES CHARBONS POUR L'ÉLECTRICITÉ, avenue Jules-Quentin, Nanterre (Seine).

COMPAGNIE GÉNÉRALE ELECTRIQUE DE NANCY, rue Oberlin, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

LE CARBONE, 12 et 33, rue de Lorraine, Levallois (Seine).

Condensateurs.

BERTHOUD-BOREL (Société Française des Câbles, Système), 41, chemin du Pré-Gaudry, Lyon (Rhône).

MANUFACTURE D'APPAREILLAGE ELECTRIQUE SPÉCIAL, 7, rue Mazagran, Lyon (Rhône).

Digitized by Google

Société générale de Condensateurs électriques Fribourg (Suisse) et 73, rue Notre-Dame-des-Champs Paris (6e).

Varret et Collot (Société des Établissements), 7, rue d'Hautpoul, Paris (19e)

Construction électrique et mécanique.

Aebi (F.), à Zurich-Altstetten (Suisse).

Asea (Société Suédoise d'électricité), Vasteras (Suède), 54, faubourg Montmartre, Paris (9e).

Ateliers electriques de Saint-Ouen, 13, rue de Clichy (Saint-Ouen).

Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est, Jeumont (Nord), 75, boul. Haussmann, Paris (8e).

Bonnet-Spazin (Ateliers), 11, quai de l'Industrie, Lyon (Rhône).

Bouchayer et Viallet (Etablissements), 105, cours Berriat, Grenoble (Isère)

Bréguet (Maison), 34, rue de Châteaudun, Paris (9e).

Compagnie Electro-Mécanique, 12, rue Portalis, Paris (8e).

Compagnie Générale d'Electricité, 54, rue La Boétie, Paris (8e).

Compagnie générale électrique de Nancy, rue Oberlin, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

Constructions électriques, 22, quai de la Bataille, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

Construction électrique (Société de), 67, rue Molière, Lyon (Rhône)

Corrie (J.-B.) et Cie, 15, Victoria Street, Londres et 56, rue du Faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).

Couffinhal (L.), 60, rue de Roanne, Saint-Etienne (Loire).

Cuénod (H.), (Société Anonyme), Châtelaine, près Genève (Suisse).

Delachaux (C.), 32, quai de Seine, Saint-Ouen (Seine).

Drouard, 252, rue Lecourbe, Paris (15e).

Eclairage électrique (L'), 8, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

Escher, Wyss et Cie, Zurich (Suisse) et 39, rue de Châteaudun, Paris (9e).

Fink et Joras, 21, rue Edouard-Nieuport, Suresnes (Seine).

Fives-Lille, 64, rue Caumartin, Paris (8e).

Fonderies et Ateliers de Constructions de Fourchambault et la Pique 12, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, Saint-Chamond (Loire) et 98, rue de la Victoire, Paris (9e).

Forges de Chatillon, Commentry et Neuves-Maisons (Compagnie des), 19, rue La Rochefoucauld, Paris (9e).

Grammont (Établissements), Pont-de-Chéruy (Isère).

Heiser (G.), (Ateliers), 34, rue Carnot, Suresnes (Seine).

Isnard (Maxence), 36, avenue d'Alsace-Lorraine, Grenoble (Isère).

Japy, frères, Beaucourt (Haut-Rhin), 7, rue du Château-d'Eau, Paris (10e).

Julien Frères et Prat, 114, cours Tolstoï, Lyon (Rhône).

Leflaive et Cie, Saint-Etienne (Loire) et 78, rue d'Anjou, Paris (10e).

Legendre Frères, 37, rue Saint-Fargeau, Paris, (20e).

Oerlikon (Société), Suisse et 9, rue Pillet-Will, Paris (9e).

Paris-Rhone, 10, rue Auber, Paris (9e).

Patay (Construction électrique), 48, rue Corne-de-Cerf, Lyon (Rhône).

Peugeot, 71, Avenue de la Grande-Armée, Paris (17e).

Renault (L.), 15, rue Gustave-Sandoz, Billancourt (Seine).

Sautter-Harlé (Anciens Etablissements), 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société alsacienne de Constructions mécaniques, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

Société anonyme des Usines d'Ornans, Ornans (Doubs).

Société de Construction et de Location d'Appareils de levage, 78, rue Vitruve, Paris (20e).

Société de Constructions mécaniques « Gallia », 13, Chemin Guilloud, Lyon (Rhône).

Société Gramme, 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

Société des Moteurs a Gaz et d'Industrie Mécanique, 135, rue de la Convention, Paris (15e).

Société des Moteurs Salmson, 3, avenue des Moulineaux, Billancourt (Seine).

Thévenin (J.-M.), 122-124, faubourg Saint-Martin, Paris (10e).

Thomson-Houston (Compagnie française pour l'exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

Wagner et Cie, 5, rue Victor-de-Laprade, Saint-Etienne (Loire).

Westinghouse (Société anonyme), 7, rue de Liége, Paris (9e).

Weyher et Richemond (Anciens Établissements), 52, route d'Aubervilliers, Pantin (Seine).

Magnétos.

Déesse (Magnéto), 93, route d'Heyrieux, Lyon (Rhône).

Labrosse et Estève, 30, avenue Noailles, Lyon (Rhône).

Lavalette, 175, avenue de Choisy, Paris (13e).

Nilmelior (Société), 51, rue Lacordaire, Paris (15e).

Matériel neuf et d'occasion.

Bouillet (P.), 156, rue de Vanves, Paris (14e).

Compagnie Universel Electric, 37, rue de Bagnolet, Paris (20e).

Comptoir d'achats de l'Installation électrique, 5, rue d'Athènes, Paris (9e).

Dory et Gain, 33 et 35, rue du Mont-d'Ivry, Alfortville (Seine).

Isnard (Maxence), 36, avenue d'Alsace-Lorraine, Grenoble (Isère).

Langrand (G.), (Etablissements), 256 *bis*, boul. Saint-Martin, Paris (10e).

Messmer (Alexandre), 93, boulevard Diderot, Paris (12e).

Pupat et Cie, 20, rue La Flize, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

Roussell, 1, rue Broussais, Paris (14e).

Thévenin (J.-M.), 122-124, faubourg Saint-Martin, Paris (10e).

Piles électriques.

Delafon (P.), 82, boul. Richard-Lenoir, Paris (11e).

Le Carbone, 12 et 33, rue de Lorraine, Levallois (Seine)

Maljournal et Bourron, 128, avenue Thiers, Lyon (Rhône).

Thomson-Houston (Compagnie Française pour l'Exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

MESURES ET COMPTAGE

Appareils de Mesure.

Cadiot (M.), 31, rue de Maubeuge, Paris (10e).

Carpentier (J.), 20, rue Delambre, Paris (14e).

Chauvin et Arnoux, 186, rue Championnet, Paris (18e).

Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines a Gaz, 18, boul. de Vaugirard, Paris (15e)

Digitized by Google

DEMOLY, 43, rue de Trévise, Paris (9e).
GARNIER, 23-25, rue Cavenne, Lyon (Rhône).
GRAINDORGE, 4, rue du Borrego, Paris (20e).
JAQUET (James), (Société Anonyme), Bâle (Suisse).
MALJOURNAL ET BOURRON, 128, avenue Thiers, Lyon (Rhône).
OTTO BILLAND, Saint-Imier (Suisse).
POULENC FRÈRES (Établissements), 122, boulevard Saint-Germain, Paris (6e) et 92, rue Vieille-du-Temple, Paris (4e)
RICHARD (J.), 25, rue Mélingue, Paris (19e).
SOCIÉTÉ ANONYME LOMBARDE C.G.S. (Anciennement Olivetti et Cie), 25, rue Pasquier, Paris (8e).
SOCIÉTÉ GRAMME, 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).
SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE POUR LA FABRICATION D'APPAREILS DE MESURE, 5, rue Gaudot-de-Mauroi, Paris (9e).
TRUB, TAUBER ET Cie, 36, boul. de la Bastille, Paris (12e).
WESTINGHOUSE (Société anonyme), 7, rue de Liége, Paris (9e).

Compteurs électriques.

COMPAGNIE ANONYME CONTINENTALE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS A GAZ ET AUTRES APPAREILS, 9, rue Pétrelle, Paris (9e).
COMPAGNIE DE CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE, 44, rue du Docteur-Lombard, Issy-les-Moulineaux (Seine).
COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ, 18, boul. de Vaugirard, Paris (6e).
GARNIER, 23, rue Cavenne, Lyon (Rhône).
JAPY FRÈRES ET Cie, Beaucourt (Haut-Rhin) et 7, rue du Château-d'Eau, Paris (10e).
LANDIS ET GYR, 12, rue Lapeyrère, Paris (18e).
SAUTER (Fabrique d'appareils électriques, Fr.), Bâle (Suisse).
WESTINGHOUSE (Société Anonyme), 7, rue de Liége, Paris (9e).
WITTMER (G.), Seloncourt (Doubs).

MATÉRIEL POUR LIGNES DE DISTRIBUTION

Câbles et Fils électriques.

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DU NORD ET DE L'EST, Jeumont (Nord) et 75, boul. Haussmann, Paris (8e)
BERTHOUD, BOREL ET Cie, 41, Chemin-du-Pré-Gaudry, Lyon (Rhône).
CONNOLLY BROTHERS LTD, Vale Mills, Blackley-Manchester (Angleterre).
EFGÉ (Société de fourniture générale pour l'électricité), 75, avenue de la République, Paris (11e).
GEOFFROY ET DELORE, 28, rue des Chasses, Clichy (Seine).
GRAMMONT (A.) (Etablissements), Pont-de-Chéruy (Isère).
INDIA RUBBER GUTTA-PERCHA AND TELEGRAPHS WORKS, Persan (Seine-et-Oise).
MENG (Etablissements), 80, rue Bolivar, Paris (19e).
PIRELLI ET Cie, Milan (Italie).
SEGHERS (Ad.), 7, rue Scribe, Paris (9e).
SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).
SOCIÉTÉ ELECTRO-CABLE, 2, rue de Penthièvre, Paris (8e).
SOCIÉTÉ ELECTRO-MÉTALLURGIQUE DE DIVES, 11 *bis*, rue Roquépine, Paris (8e).
SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES, 25, rue du 4-Septembre, Paris (2e).
TRÉFILERIES ET LAMINOIRS DU HAVRE, 29, rue de Londres, Paris (9e).

Isolateurs et Isolants.

CADIOT (Marcel), 31, rue de Maubeuge, Paris (10e).
COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ELECTRICITÉ, 54, rue la Boétie, Paris (8e).
DEMOLY (Ernest), 43, rue de Trévise, Paris (9e).
EFGÉ (Société de fourniture générale pour l'électricité), 75, avenue de la République, Paris (11e).
GALLANT (Albert), Comines (Nord) et 1, rue Laffitte, Paris (10e).
HAEFELY (E.) et Cie, à Bâle (Suisse).
HARTOG (Etablissements Georges), 105, rue Lafayette, Paris (9e).
JEANTET MORARD (P.) ET Cie, Saint-Claude (Jura).
JOLY (Émile) ET Cie, 91, rue Lafayette, Paris (10e).
LASKI (Henri), 130, avenue Parmentier, Paris (11e).
LE MATÉRIEL ISOLANT, 20, rue Arago, Lyon-Villeurbanne (Rhône).
MALJOURNAL ET BOURRON (Etablissements), 128, avenue Thiers, Lyon (Rhône).
MANUFACTURE D'ISOLANTS DU RHONE, rue Bouchet, Lyon-Villeurbanne (Rhône).
PARVILLÉE FRÈRES (Anciens Etablissements), 56, rue de la Victoire, Paris (9e).
PIRELLI ET Cie, Milan (Italie).
RADIGUET (H.-L.), 32, faubourg Mont-Jovis, Limoges (Haute-Vienne).
SOCIÉTÉ ANONYME DES PORCELAINES ET APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES GRAMMONT, 10, rue d'Uzès, Paris (2e).
WEIDMANN, Rapperswil (Suisse).

Pylônes.

BOUCHAYER ET VIALLET, 145, cours Berriat, Grenoble (Isère) et 124, rue la Boétie, Paris (8e).
JOYA (Régis), Grenoble (Isère).
LEFLAIVE ET Cie (Forges et Aciéries de la Chaléassière), Saint-Etienne (Loire) et 78, rue d'Anjou, Paris (8e).
SOCIÉTÉ D'APPLICATION DU BÉTON ARMÉ, 26 *bis*, rue d'Astorg, Paris (10e).

INSTALLATIONS ET ENTREPRISES ELECTRIQUES

COMPAGNIE D'ENTREPRISES HYDRAULIQUES ET TRAVAUX PUBLICS, 90, rue de la Victoire, Paris (9e).
COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ENTREPRISES ÉLECTRIQUES, 20, rue du Laos, Paris (15e) et 295, avenue Jean-Jaurès, Lyon (Rhône)
COMPAGNIE GÉNÉRALE DE TRAVAUX D'ÉCLAIRAGE ET DE FORCE (Anciens Etablissements Clémançon), 23, rue Lamartine, Paris (9e).
CORRIE (J.-B.) et Cie, 15, Victoria Street, Londres (Angleterre), et 56, rue du Faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).
DEVILAINE ET ROUGÉ (Établissements), 4, rue Casimir-Delavigne, Paris (6e).
ÉLECTRO-ENTREPRISE, 46, rue du Rocher, Paris (8e).
GALOPIN ET Cie, 3, boulevard James-Fazy, Genève (Suisse).
HEYSÉ (Ch.-F.), 93, rue de l'Hôtel-de-Ville, Lyon (Rhône).
MALJOURNAL ET BOURRON, 128, avenue Thiers, Lyon (Rhône).
SOCIÉTÉ CENTRALE D'ENTREPRISES, 11 et 13, rue de Belzunce, Paris (10e).
SOCIÉTÉ D'ELECTRICITÉ MORS, 28, rue de la Bienfaisance (8e).
SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'ENTREPRISES, 56, faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).
SOCIÉTÉ DES GRANDS TRAVAUX DE MARSEILLE, 90, rue de la Victoire, Paris (9e).

Digitized by Google

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

ÉCLAIRAGE ET CHAUFFAGE

COMPAGNIE DES CHARBONS FABIUS HENRION, 56, faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).

COMPAGNIE FRANÇAISE POUR LA FABRICATION DES LAMPES ÉLECTRIQUES A INCANDESCENCE, 36, rue Godot-de-Mauroi, Paris (9e).

COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ELECTRICITÉ, 54, rue la Boétie, Paris (8e).

EYQUEM (Société de la Dynamo Phare), 112, rue de Cormeille, Levallois (Seine).

GRAMMONT (Etablissements A.), Pont-de-Chéruy (Isère).

LACARRIÈRE (Société), 48, rue de la Victoire, Paris (9e).

MALJOURNAL ET BOURRON, 128, avenue Thiers, Lyon (Rhône).

THOMSON-HOUSTON (Société Française pour l'Exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

VISSEAUX (J.), 87, quai Pierre-Scize, Lyon (Rhône).

WESTINGHOUSE COOPER HEWITT, 11, rue du Pont, Suresnes (Seine).

WESTINGHOUSE (Société Anonyme), 7, rue de Liége, Paris (9e).

Accessoires pour l'Éclairage.

DARSSES (Établissements A.), 34, 51, 53, rue Lalaurie-de-Montbadon, Bordeaux (Gironde).

EFGÉ (Société de fourniture générale pour l'Électricité), 75, avenue de la République, Paris (11e).

GALBY (Établissements J.), place du Bachut, Lyon (Rhône).

GIRARDIN (A.), 29, rue Grange-aux-Belles, Paris (10e).

HEDIGER (Jean), 47, rue de Paradis, Paris (10e).

HELDT-DEYDIER ET Cie, 2, rue de la République, Lyon (Rhône)

MALJOURNAL ET BOURRON, 128, avenue Thiers, Lyon (Rhône).

METTETAL (Emile), 17 et 19, rue Beautreillis, Paris (4e).

Chauffage et Cuisine électriques.

CALOR (Société), 200, rue Boileau, Lyon (Rhône).

FOX (Georges), 24, rue Victor-Hugo, Lyon (Rhône).

GENERAL ELECTRIC DE FRANCE Ltd, 10 et 12, rue Rodier (9e).

HEDIGER, 47, rue de Paradis, Paris (10e).

PARVILLÉE FRÈRES (Anciens établissements), 56, rue de la Victoire, Paris (9e).

ROOKE (H. et R.), 29, rue du Château, Neuilly-sur-Seine (Seine).

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

BONNET-SPAZIN (Ateliers), Lyon (Rhône).

GRAMMONT (A.), (Etablissements), Pont-de-Chéruy (Isère).

MALJOURNAL ET BOURRON (Etablissements), 128, avenue Thiers, Lyon (Rhône).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, Belfort (Haut-Rhin), et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

SOCIÉTÉ DES CARBURES MÉTALLIQUES, Notre Dame-de-Briançon et Saint-Avre-la Chambre (Savoie)

THOMSON-HOUSTON (Compagnie Française pour l'Exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

LEVAGE ET MANUTENTION

Appareils de levage et de manutention.

ALLEN WEST AND CO, LTD, Lowes Road, Brighton (Angleterre).

AMERICAN TRADING CO OF FRANCE, 64, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris (9e).

ASEA (Société Suédoise d'électricité), Vasteras (Suède), 54, faubourg Montmartre, Paris (9e).

COMPAGNIE ELECTRO-MÉCANIQUE, 12, rue Portalis, Paris (8e).

CORRIE (J.-B.) ET Cie, 15, Victoria Street, Londres (Angleterre, et 56, rue du Faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).

COUFFINHAL, Saint-Etienne (Loire).

DIÉMER (Ateliers), 9, quai René-II, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

FIVES-LILLE (Compagnie de), 64, rue Caumartin, Paris (8e).

FONDERIES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS DE FOURCHAMBAULT ET LA PIQUE, 12, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

HEYSÉ (Ch.-F.), 93, rue de l'Hôtel-de-Ville, Lyon (Rhône).

JOYA (Régis), Grenoble (Isère).

LEFLAIVE ET Cie, Saint-Etienne, 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

OERLIKON (Société), 9, rue Pillet-Will, Paris (9e).

PONTILLE, 13, rue des Tournelles, Lyon (Rhône).

SAUTTER-HARLÉ, 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

RANDEGGER ET NIESTLÉ, 188, boulevard Voltaire, Paris (11e).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTION ET DE LOCATION D'APPAREILS DE LEVAGE, 78, rue Vitruve, Paris (20e).

SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES « GALLIA », 13 et 15, Chemin Guilloud, Lyon (Rhône).

SOCIÉTÉ GRAMME, 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

THOMSON-HOUSTON (Compagnie française pour l'Exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

TRANSPORTEURS SIMPLEX (Compagnie des), 43, rue Lafayette, Paris (9e).

WESTINGHOUSE (Société anonyme), 7, rue de Liége, Paris (9e).

MINES

Matériel pour Mines.

ARBEL (Etablissements), 24, rue du Rocher, Paris (8e).

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DU NORD ET DE L'EST, Jeumont (Nord) et 75, Boul. Haussmann, Paris (8e).

CORRIE (J.-B.), ET Cie, 15, Victoria-Street, Londres (Angleterre) et 56, rue du Faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).

COMPAGNIE ELECTRO-MÉCANIQUE, 12, rue Portalis, Paris (8e).

COUFFINHAL (Laurent), Saint-Etienne (Loire).

LEFLAIVE ET Cie (Forges et Aciéries de la Chaléassière) Saint-Etienne (Loire), 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

RANDEGGER ET NIESTLÉ, 188, boul. Voltaire Paris (11e).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

THOMSON-HOUSTON (Compagnie française pour l'Exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

WESTINGHOUSE (Société anonyme), 7, rue de Liége, Paris (9e).

MATÉRIEL RADIOMÉTALLOGRAPHIQUE

PÉLISSÉ (F.), 7, quai Claude-Bernard, Lyon (Rhône).

PILON H. (Société anonyme des Établissements), 53, rue de Paris, Asnières (Seine).

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

Télégraphie.

METTETAL (Emile), 17 et 19, rue Beautreillis, Paris (4e).

THOMSON-HOUSTON (Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

Digitized by Google

Télégraphie sans fil.

CHAUDET, 21 *bis*, rue d'Armaillé, Paris (17e).

COMPAGNIE GÉNÉRALE DE RADIOTÉLÉGRAPHIE, 65, boul. Haussmann, Paris (8e).

SOCIETA ANONIMA BREVETI A. PEREGO, 10, Via Salaino, Milan (Italie).

SOCIÉTÉ DES TÉLÉGRAPHES MULTIPLEX, 57, rue de Vanves, Paris (14e).

SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ELECTRIQUE, 10, rue Auber, Paris (9e).

Téléphonie.

BRÉGUET (Maison), 19, rue Didot, Paris (14e).

CHAUDET (A.-L.), 21 *bis*, rue d'Armaillé, Paris (17e).

MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Le), 46, avenue de Breteuil, Paris (15e).

METTETAL (Emile), 17 et 19, rue Beautreillis, Paris (4e).

PERNET (Albert), 16, rue des Minimes, Paris (3e).

SOCIETA ANONIMA BREVETI A. PEREGO, 10, Via Salaino, Milan (Italie).

SOCIÉTÉ ANONYME DES PORCELAINES ET APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES GRAMMONT, 10, rue d'Uzès, Paris (2e).

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES, 25, rue du 4-Septembre, Paris (2e).

TÉLÉPHONES LE LAS, 131, rue de Vaugirard, Paris (15e).

THOMSON-HOUSTON (Compagnie Française pour l'Exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

TRACTION

Traction électrique.

ASEA (Société Suédoise d'Electricité), Vasteras (Suède), et 54, faubourg Montmartre, Paris (9e).

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DU NORD ET DE L'EST, Jeumont (Nord) et 75, boulevard Haussmann, Paris (8e).

COMPAGNIE ELECTRO-MÉCANIQUE, 12, rue Portalis, Paris (8e).

DELACHAUX (C.), 32, quai de Seine, Saint-Ouen (Seine).

FIVES-LILLE (Compagnie de), 64, rue Caumartin, Paris (8e).

FONDERIES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS DE FOURCHAMBAULT ET LA PIQUE (Société des), 12, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

OERLIKON (Société), 9, rue Pillet-Will, Paris (9e).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris, (8e).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

THOMSON-HOUSTON (Compagnie Française pour l'Exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

WESTINGHOUSE (Société Anonyme), 7, rue de Liége, Paris (9e).

Appareillage pour la Traction.

DEMOLY (Ernest), 43, rue de Trévise, Paris (9e).

MALJOURNAL ET BOUBRON (Etablissements), 128, rue Thiers, Lyon (Rhône).

VEDOVELLI ET PRIESTLEY, 14, rue Taitbout, Paris (9e).

Matériel roulant pour Chemins de fer.

ACIÉRIES ET FORGES DE FIRMINY (Société Anonyme des), 79, rue de Monceau, Paris (8e).

ARBEL (Etablissements), 24, rue du Rocher, Paris (8e).

FIVES-LILLE (Compagnie), 54, rue Caumartin, Paris (8e).

FORGES DE CHATILLON, COMMENTRY ET NEUVES-MAISONS (Compagnie des), 19, rue La Rochefoucauld, Paris (9e).

PIDWELL (A.-W.), 23, boulevard Malesherbes, Paris (8e).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

Signaux et Enclenchements pour Chemins de Fer.

SOCIÉTÉ D'ELECTRICITÉ MORS, 28, rue de la Bienfaisance, Paris, (8e).

MACHINES MOTRICES

MACHINES HYDRAULIQUES

Conduites forcées.

BONNET-SPAZIN (Ateliers), Lyon (Rhône).

BOUCHAYER ET VIALLET, 155, Cours Berriat, Grenoble (Isère).

JOYA (Régis), Grenoble (Isère).

LEFLAIVE ET Cie (Forges et Ateliers de la Chaléassière), Saint-Etienne (Loire) et 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

SINGRUN, Golbey, près Epinal (Vosges).

Turbines hydrauliques.

ESCHER, WYSS ET Cie, Zurich (Suisse) et 39, rue de Châteaudun, Paris (9e).

LABÉGUERIE FRÈRES, Dax (Landes).

PICCARD, PICTET ET Cie (Société anonyme des Ateliers), 109, route de Lyon, Genève (Suisse).

SINGRUN, Golbey près Epinal (Vosges).

MACHINES A GAZ A EXPLOSION ET A COMBUSTION INTERNE

Gazogènes.

DIÉNY ET LUCAS, 50, rue Taitbout, Paris (9e).

SOCIÉTÉ DE MOTEURS A GAZ ET D'INDUSTRIE MÉCANIQUE, 13, rue de la Convention, Paris (15e).

STEIN ET Cie (Ch.-M.), 3, rue d'Edimbourg, Paris (8e).

Moteurs.

COMPAGNIE FRANÇAISE DES MOTEURS « NATIONAL », 138, boulevard Richard-Lenoir (11e).

DELAUNAY-BELLEVILLE (Etablissements), St-Denis (Seine).

DIÉNY ET LUCAS, 50, rue Taitbout, Paris (9e).

KATER ET ANKERSMIT, 39, avenue de Villiers, Paris (17e).

LEFLAIVE ET Cie (Forges et Ateliers de la Chaléassière), Saint-Etienne (Loire) et 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

PEUGEOT (Société anonyme des Automobiles et Cycles), 71, avenue de la Grande-Armée, Paris (17e).

RENAULT (L.), 15, rue Gustave-Sandoz, Billancourt (Seine).

SALMSON (Société des Moteurs), Billancourt (Seine).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

SOCIÉTÉ DE MOTEURS A GAZ ET D'INDUSTRIE MÉCANIQUE, 135, rue de la Convention, Paris (15e).

SOCIÉTÉ DES MOTEURS CHALÉASSIÈRE, Saint-Etienne (Loire).

WESTINGHOUSE (Société anonyme), 7, rue de Liége, Paris (8e).

MACHINES A VAPEUR

Chaudières.

BONNET-SPAZIN (Ateliers), Lyon (Rhône).

BOUCHAYER ET VIALLET, 155, Cours Berriat, Grenoble (Isère).

DELAUNAY-BELLEVILLE (Etablissements), St-Denis (Seine).

Digitized by Google

ESCHER, WYSS ET Cie, Zurich (Suisse), 32, rue de Châteaudun, Paris (9e).

FONDERIES ET ATELIERS DE LA COURNEUVE, 6, rue de Laferrière, Paris (9e).

JOYA (Régis), Grenoble (Isère).

LEFLAIVE ET Cie (Forges et Aciéries de la Chaléassière) Saint-Etienne, 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES. Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

Accessoires pour chaudières.

FOYERS AUTOMATIQUES (Société Anonyme des), 31, place Saint-Ferdinand, Paris (17e).

HOPKINSON ET Cie LTD, Huddersfield (Angleterre) et 94, rue Saint-Lazare, Paris (9e).

THOMSON-HOUSTON (Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés), 10 rue de Londres, Paris (9e).

Brûleurs pour chaudières.

STEURS (J.), 10, boulevard de la Coke, Lyon, Villeurbanne (Rhône).

WAVRE (Roger) ET Cie (Brûleurs Oméga), 78, rue de Miromesnil, Paris (8e).

Tirage mécanique.

PRAT (L.), 29, rue de l'Arcade, Paris (8e).

Machines à vapeur.

BONNET-SPAZIN (Ateliers), Lyon (Rhône).

DELAUNAY-BELLEVILLE (Etablissements), à Saint-Denis (Seine).

FIVES-LILLE (Compagnie de), 54, rue Caumartin, Paris (8e).

LEFLAIVE ET Cie (Forges et Ateliers de la Chaléassière), Saint-Etienne (Loire) et 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

SAUTTER HARLÉ (Anciens Etablissements), 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris, (8e).

WEYHER ET RICHEMOND (Anciens Etablissements), 52, route d'Aubervilliers, Pantin (Seine).

Turbines à vapeur.

BRÉGUET (Maison), 19, rue Didot, Paris (14e).

COMPAGNIE ELECTRO-MÉCANIQUE, 12, rue Portalis, Paris (8e).

CORRIE (J.-B.) ET Cie, 15, Victoria Street, Londres (Angleterre), et 56, rue du Faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).

ESCHER, WYSS ET Cie, 39, rue de Châteaudun, Paris (9e).

FIVES-LILLE (Compagnie), rue Caumartin, Paris (8e).

LEFLAIVE ET Cie (Forges et Ateliers de la Chaléassière), Saint-Etienne (Loire) et 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

OERLIKON (Société) (Suisse), 9, rue Pillet-Will, Paris (9e).

SAUTTER-HARLÉ, 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

RATEAU (Société), 40, rue du Colisée, Paris (8e).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

THOMSON-HOUSTON (Société française pour l'Exploitation des Procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

WESTINGHOUSE (Société anonyme), 7, rue de Liége, Paris (9e).

MATIÈRES PREMIÈRES ET OUTILLAGE

Courroies et Transmission.

PUPAT ET Cie, 20, rue La Flize, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

WANNER (Etablissements), 67, avenue de la République, Paris (11e).

WYSS ET Cie, Seloncourt (Doubs).

Décolletage.

METTETAL (E.), 17, rue Beautreillis, Paris (4e).

RANDEGGER ET NIESTLÉ, 188, boul Voltaire, Paris (11e).

WITTMER (G.), Seloncourt (Doubs).

ZISSET ET PERRELET, 15, rue Bel-Air, La Chaux-de-Fonds (Suisse).

Engrenages.

CORRIE (J.-B.) ET Cie, 15, Victoria Street, Londres (Angleterre), et 56, rue du Faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).

L'ENGRENAGE, 62, rue Eugène-Muller, Saint-Etienne (Loire).

Ferrures.

GALOPIN ET Cie, 3, boulevard Hames-Fazy, Genève (Suisse).

JACQUEMARD (Jean), La Ricamarie (Loire).

JOLY (Émile) ET Cie, 91, rue Lafayette, Paris (10e).

MALJOURNAL ET BOURRON (Établissements), 218, avenue Thiers, Lyon (Rhône).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris, (8e).

Fours Industriels.
Matériel pour Forges et Fonderies.

ATELIERS « AIR ET FEU », Argenteuil (Seine-et-Oise).

MÉKER (G.) ET Cie, 105, boulevard de Verdun, Courbevoie (Seine).

STEIN ET Cie (Ch.-M), 3, rue d'Edimbourg, Paris (8e).

STEURS (J.), 10, boulevard de la Côte, Lyon-Villeurbanne (Rhône).

WAVRE (Roger) ET Cie (Brûleurs Omega), 78, rue de Miromesnil, Paris (8e).

Glaces, Verres et Verrerie.

POULENC FRÈRES (Établissements), 122, boulevard Saint-Germain, Paris (6e) et 92, rue Vieille-du-Temple, Paris (4e).

L. TAULIN ET Cie, 7, rue de Nemours, Paris (11e).

Huiles pour Machines et Appareils Électriques.

BUSSILLER (J.), 45, rue Raoul-Servant, Lyon (Rhône).

POULET ET TAYART, 16, rue Halevy, Paris (9e).

VIENNE (J. de), 64, boulevard de Strasbourg, Paris (10e).

Machines-outils, Outillage.

ACIÉRIES ET FORGES DE FIRMINY (Société Anonyme des), 79, rue de Monceau, Paris (8e).

AEBI (Frédéric), Zurich Altstetten (Suisse).

BLISS ET Cie, 6, rue des Ateliers, Saint-Ouen (Seine).

BOISSELOT (Ateliers Ch.), 104, rue Castagnary, Paris (15e).

CADIOT (Marcel), 31, rue de Maubeuge, Paris (10e).

COMPAGNIE FRANÇAISE NATIONALE, 138, boul. Richard-Lenoir, Paris (11e).

COUFFINHAL, Saint-Etienne (Loire).

ECLAIRAGE ÉLECTRIQUE (L'), 8, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

ELECTRICITÉ ET ÉLECTROMÉCANIQUE, 17, rue Dieu, Paris (10e).

ERNAULT (H.), 169, rue d'Alésia, Paris (14e).

Digitized by Google

FENWICK, FRÈRES ET Cie (Société anonyme des Établissements), 8, rue de Rocroy, Paris (10e) et 112, boulevard des Belges, Lyon (Rhône).

GMUR ET Cie, Schaenis (Suisse).

JOLY (Émile) ET Cie, 91, rue Lafayette, Paris (10e).

LEFLAIVE ET Cie (Forges et Ateliers de la Chaléassière), Saint-Etienne (Loire) et 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

MEYTRE (E.), 18, quai Saint-Jean, Genève (Suisse).

PIDWELL (A.-W.), 23, boulevard Malesherbes, Paris (8e).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SCHUTZ (Maison), Nyon (Suisse).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ANONYME ALFRED HERBERT, 47, boulevard Magenta, Paris (10e).

SOCIÉTÉ DES MOTEURS SALMSON, Billancourt (Seine).

S. O. M. U. A. (Société d'Outillage Mécanique et d'Usinage d'Artillerie), 19, avenue de la Gare, Saint-Ouen (Seine).

THUM (Max), 11, rue Coulouvrenières, Genève (Suisse).

VOUMARD (Albert), Tramelan (Suisse).

WAGNER ET Cie, 5, rue Victor-de-Laprade, Saint-Etienne (Loire).

Meules à rectifier

DURRSCHMIDT (G.) ET Cie, 5, rue des Dahlias, Lyon (Rhône).

Métallurgie.

ACIÉRIES DE CHAMPAGNOLE, La Courneuve (Seine) et Champagnole (Jura).

ACIÉRIES ET FORGES DE FIRMINY (Société Anonyme des), 79, rue de Monceau, Paris (3e).

COLLINET (Fonderies), 29, rue des Montibœufs, Paris (20e).

COLLINET (Maison), 9, rue Denfert-Rochereau, Paris (14e).

COMPTOIR INDUSTRIEL D'ETIRAGE ET PROFILAGE DES MÉTAUX. 107, 109, 111, 113, avenue Philippe-Auguste, Paris (11e)

CORRIE (J.-B.) ET Cie, 15, Victoria Street, Londres (Angleterre), et 56, rue du Faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).

FONDERIES HAVRAISES, 40, rue Demidoff, Le Havre.

FONDERIES ARDENNAISES de Laval (Mayenne), 9, cité Trévise, Paris (9e).

FORGES DE CHATILLON, COMMENTRY ET NEUVES-MAISONS (Compagnie des), 19, rue La Rochefoucauld. Paris (9e).

GIROD (Paul), (Compagnie des Forges et Aciéries électriques), Ugines (Savoie).

HOLTZER (Établis. Jacob), 43, rue des Marais, Paris (10e).

PIDWELL (A.-W.), 23, boulevard Malesherbes, Paris (8e).

RICHARD (Fonderie L.), 6, Impasse Mont-Louis, Paris (11e).

THIRIET (Victor), 4, rue des Callais, Ermont (Seine-et-Oise).

Métaux électrolytiques.

GIROD (Paul) (Compagnie des Forges et Aciéries électriques). Ugines (Savoie).

SOCIÉTÉ D'ELECTRO-MÉTALLURGIE DE DIVES, 11 *bis*, rue Roquépine, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ÉLECTRO-MÉTALLURGIQUE FRANÇAISE, Froges (Isère) et 109, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Peintures.

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DES PEINTURES FERROSOTER, 2, rue Corneille, Marseille (Bouches-du-Rhône).

Produits chimiques.

POULENC FRÈRES (Établissements), 122, boulevard Saint-Germain, Paris (6e) et 92, rue Vieille-du-Temple, Paris (4e)

SOCIÉTÉ D'ELECTRO-CHIMIE, 2, rue Blanche, Paris (9e).

Ressorts.

GUILLOTTE, 2, cours des Chartreux, Lyon (Rhône).

MONIER (Ateliers P.), 7, rue Mont-Louis, Paris (11e).

Roulements à billes.

SOCIÉTÉ S. K. F., rue de la Gare, Levallois (Seine).

Soudure autogène.

GIREL (A.) ET Cie, 61 et 63, boulevard Victor, Paris (15e).

Soudure électrique.

LA SOUDURE ÉLECTRIQUE, 40, boulevard Auguste-Blanqui, Paris (13e).

Ventilateurs et Machines soufflantes.

CADIOT (Marcel), 31, rue de Maubeuge, Paris (10e).

COMPAGNIE ÉLECTRO-MÉCANIQUE, 12, rue Portalis, Paris (8e).

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES, 22, quai de la Bataille, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

COUFFINHAL (Laurent), Saint-Etienne (Loire).

GMUR ET Cie, Schaenis (Suisse).

LEFLAIVE ET Cie (Forges et Aciéries de la Chaléassière), Saint-Etienne (Loire) et 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

RATEAU (Société), 40, rue du Colisée, Paris (8e).

RANDEGGER ET NIESTLÉ, 188, boul. Voltaire, Paris (11e).

SAUTTER-HARLÉ (Anciens Etablissements), 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

THOMSON-HOUSTON (Société Française pour l'Exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

DIVERS

Assurances.

LLOYD DE FRANCE, 39, rue de Cambon, Paris (1er).

F. PIEL (gendre) ET J.-A. LIÈVRE, 27, rue de Châteaudun, Paris (9e).

LE SOLEIL, 23, rue de Mogador, Paris (9e).

Renseignements commerciaux.

LEBLANC, 10, place des Victoires, Paris (2e).

Produits de Pharmacie.

GOMÉNOL (Laboratoire des produits du), 17, rue Ambroise Thomas, Paris (9e).

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLE DU BULLETIN R. G. E.

Généralités. — Statistique du développement des installations électriques en Suisse 9B
Statistique des accidents dus aux installations électriques, en Suisse, pour 1917 ..... 14B
La normalisation industrielle 6B
La normalisation industrielle en Allemagne 10B
L'extinction des incendies d'origine électrique. Le Pyrène 13B

Énergie hydraulique. — La puissance hydraulique aux Indes 45B
L'utilisation des forces motrices du Gave de Cauterets 13B
L'aménagement de la chute de Bar (Corrèze) 27B
Projet d'une usine hydroélectrique au Dannemark. 10B
Projets d'usines hydroélectriques à Saint-Nazaire-en-Royans (Isère), à la Bourélie (Tarn), sur le Gave d'Azun (Htes-Pyrénées), en Lozère. — Nouvelle usine hydroélectrique en Haute Italie 26B
Projets d'usines hydroélectriques en Haute-Loire, en Ardèche, en Savoie, dans le Doubs, dans l'Ain, dans l'Isère. — Aménagement de la rivière de Laval (Isère). — Aménagement du Gave d'Aspe (Basses-Pyrénées). — Aménagement de l'Allier, — Barrage de Pontès (Haute-Loire) 30B
Projet d'usine hydroélectrique en Savoie. — Aménagement de la rivière de la Conche (Saône-et-Loire) 35B
Projet d'une usine hydroélectrique dans l'Isère. — Projet d'usine hydroélectrique dans l'Isère. — Projets d'usines électriques en Espagne 37B
Projet d'usine hydroélectrique dans la Corrèze. — Projet d'usine hydroélectrique dans l'Isère. — Italie 41B

Énergie thermique. — L'utilisation de la tourbe comme combustible industriel 26B
Le nouveau bassin houiller de Lyon 21B
La fixation des prix du charbon 27B

Matières premières. — La constitution de stocks de matières premières en Suisse 2B
Les bauxites de la Guyane 49B
Aluminium 15B
La production de l'aluminium aux Etats-Unis 22B
La production du cuivre au Japon 7B
Statistique de la production mondiale du platine ... 38B
Nouvelle matière isolante 17B

Production et distribution de l'énergie électrique. — Les canalisations électriques en aluminium en Suisse 2B
Remaniement des réseaux électriques en Allemagne. 6B
La corrosion électrolytique des conduites souterraines par les courants de retour 6B
Embases indestructibles pour poteaux en bois 6B
Les distributions d'énergie électrique en Italie 3B
L'électricité dans l'Inde 17B
La production de l'électricité dans l'Est africain Anglais 37B

Applications mécaniques. — Les moteurs asynchrones à cage d'écureuil de la Société l'Eclairage Electrique 1B
Contrôleurs Westinghouse type collecteur pour moteurs à courant continu et service intensif d'aciéries et d'appareils de levage 33B

Traction, Locomotion. — Les tracteurs électriques à appareils de levage 35B
Les véhicules électriques en Espagne 35B
Les véhicules électriques en Sud-Afrique 35B
Système nouveau d'exploitation des trains de marchandises sur les réseaux à traction électrique ... 37B
Etablissement d'une voie ferrée d'intérêt local de Lourdes à Mauléon-Barousse (Hautes-Pyrénées) .. 14B

Télégraphie, Téléphonie. — Méthode phonétique pour l'enseignement du code Morse 22B
Nouveau poste central téléphonique à Paris 17B
Un nouveau récepteur radiotélégraphique 42B
Radiotélégraphie 15B
La station radiotélégraphique allemande du Spitzberg 37B
Projet d'une station radiotélégraphique au Japon .. 45B
La télégraphie sans fil en Hollande 42B

Applications thermiques. — L'industrie anglaise des magnétos d'allumage 21B
La situation présente des appareils de cuisine électrique 35B
Les applications domestiques du chauffage électrique en Suisse 7B
L'application de la soudure électrique par arc à la construction des coques de navires aux Etats-Unis 14B
Les vêtements chauffés par l'électricité pour aviateurs et automobilistes 25B

Électrochimie, Electro-métallurgie. — Le centre électrochimique de Shawinigan Falls 49B
La fixation de l'azote au Japon 37B
A propos de la cyanamide calcique 26B
Extraction électrolytique du sel marin en Norvège .. 45B
Le carbure de calcium en Allemagne 37B
L'industrie du carbure de calcium au Japon 18B
Exportations suisses de carbure de calcium 49B
La production du zinc électrolytique en Australie ... 37B
Le ferroaluminium et la fixation de l'azote de l'air .. 49B
Un nouveau problème pour le four électrique 35B
Sur le prix de la production de l'acier électrique 41B
L'usine électrosidérurgique Ansaldo (Italie) 49B

Mesures et essais. — Compteur de tours et chronomètre combinés, système Otto-Biland 29B
Les tachymètres : tachymètre Jacquet 5B
Le transformateur témoin d'intensité Ferrix 9B
Divers. — L'électrisation des graines de graminées. 37B
L'hydraulique agricole et industrielle au Maroc 17B

Digitized by Google

Expériences de motoculture au Maroc..... 6B
Le raccord soudant Eyquem..... 45B
Les paratonnerres en Allemagne..... 17B
Dans le monde électrique.. p. 27B, 38B, 42B, 47B, 50B

Questions et réponses. — p. 4B, 8B, 12B, 19B, 24B, 28B, 32B, 40B, 43B, 48B..... 52B

Économie sociale, industrielle, financière. — La nouvelle organisation corporative des ouvriers de l'industrie électrique 30B
Les présidents et secrétaires des associations professionnelles des Postes, Télégraphes et Téléphones. 22B
Majoration de tarifs et allocation d'indemnités au personnel 22B
Les méthodes de production et les formules de salaires 22B
La main-d'œuvre indigène au Maroc..... 11B
La recherche industrielle aux Etats-Unis..... 2B
L'avenir des industries électriques après la guerre... 21B
Sur les moyens d'augmenter nos importations en Suisse 50B
La réglementation du commerce des métaux en Suisse. 11B
Les méthodes commerciales des Allemands en Argentine..... 3B
L'Office commercial français de Londres..... 17B
La carte d'identité des voyageurs de commerce 17B
« Made in U.S.A. »..... 45B
Un cas spécial au sujet de la taxe sur les paiements.. 38B
Un vœu des Chambres de Commerce concernant les réparations en nature des dégâts faits par les Allemands 38B

Sociétés diverses. — Les prix et subventions attribués en 1918 par l'Académie des Sciences..... 46B
Le prix Nobel 46B
Les Conférences de l'École supérieure d'Électricité.. 46B
Institution of Electrical Engineers (Angleterre)..... 42B
Junior Institution of Engineers..... 45B
Institution of Automobile Engineers (Angleterre)... 42B
Royal Society of Arts..... 45B
Société des Ingénieurs de Liverpool..... 46B
Création de Chambres de Commerce françaises en Suède, en Colombie et au Chili 38B

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J.. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF : Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. TOME IV. — N° 1. 6 JUILLET 1918.

Chronique. — Le « Bulletin R. G. E. ». — Sur la distillation du mercure dans les appareils en quartz. — Bibliographie : La nouvelle industrie du verre, par Jean ESCARD; L'art de faire des affaires par lettre et par annonce, par Sherwin CODY; Etude sur les embellissements de la ville de Lyon et sur le développement économique de la région lyonnaise, p. 1-2.

Section scientifique et technique. — Charge du condensateur sous force électromotrice alternative. Régime musical, par J.-B. POMEY, p. 3. — La production du courant continu à très haute tension pour laboratoire d'essai, par Jean SAROLEA, p. 4. — Revues, analyses et informations : L'état magnétique de quelques terres cuites préhistoriques, p. 8.

Section industrielle. — Projet d'unification des filetages des culots de lampes et supports de lampes à vis Edison, par Ch. ZETTER, p. 9. — Revues, analyses et informations : Influence de la densité de courant dans le raffinage électrolytique du cuivre, p. 21. — Notes pratiques : Une série de tours de main pour la soudure électrique, p. 21.

Section économique et financière. — Congrès du Génie civil, p. 25. — Revues, analyses et informations : L'aluminium en Suisse, p. 29. — Assemblées générales : Société hydro-électrique de Lyon, p. 32.

Le « Bulletin R. G. E. ». — Parmi les questions qui nous sont journellement posées par nos lecteurs, il en est auxquelles nous ne pouvons répondre qu'après nous être documenté auprès de spécialistes ; il en est de même pour quelques-unes, d'intérêt général, qui exigeraient, pour être solutionnées convenablement, une véritable enquête (1).

Depuis bien des années nous avons songé à faire appel à l'ensemble de nos lecteurs pour obtenir d'eux les renseignements indispensables à la solution de telles questions. Aussi, dès la création de la « Revue générale de l'Électricité » étions-nous résolu à mettre en pratique cette idée de coopération en publiant une rubrique intitulée « *Questions et Réponses* » dans laquelle seraient insérés les énoncés de ces questions ainsi que les réponses que nos lecteurs voudraient bien nous adresser.

Les circonstances au milieu desquelles la « R. G. E. » a pris naissance nous ont forcé à retarder de semaine en semaine la réalisation de ce projet, et bien que les difficultés matérielles que nous rencontrons à assurer la publication régulière de la « R. G. E. » aient plutôt augmenté que diminué, nous n'avons pas cru devoir temporiser plus longtemps. On trouvera donc dans ce numéro la rubrique « *Questions et Réponses* ». Pour faciliter aux intéressés le classement sur fiches des réponses, cette rubrique a été publiée dans un fascicule annexe, le « BULLETIN R. G. E. », dont les pages, comme celles de la « DOCUMENTATION » ne portent de texte qu'au recto.

Nous avons en outre rassemblé dans ce fascicule, sous la rubrique « *Nouvelles et Echos* », quelques-unes des informations qui, jusqu'ici, étaient insérées dans les feuilles d'annonces. Nous y publions aussi, sous la rubrique « *Machines et appareils* », les descriptions du matériel récemment mis sur le marché et intéressant soit les producteurs et distributeurs d'énergie électrique, soit les constructeurs électriciens. D'autres rubriques telles que « *Installations* », « *Brevets récents* », « *Notices et Catalogues* », « *Ouvrages récents*, complèteront ou compléteront ces informations. Leur ensemble nous permettra, espérons-nous, de tenir rapidement nos lecteurs au courant des questions d'ordre technique, commercial, financier ou économique qui chaque jour sollicitent leur attention. Nous faisons d'ailleurs un pressant appel à la collaboration de tous nos lecteurs pour rendre le « BULLETIN R. G. E. » en mesure de remplir le programme que nous venons d'esquisser.

Sur la distillation du mercure dans les appareils en quartz. — Dans le numéro du 20 avril, t. III, p. 575, nous signalions, d'après une communication de MM. Hostetter et Sosman à l'Académie des Sciences de

(1) A titre d'exemples de questions de ce genre, signalons les suivantes :

Qualités physiques et chimiques d'une bonne huile pour transformateurs; précautions à prendre pour augmenter la durée de l'huile dans les transformateurs : nature des dépôts qui se forment dans cette huile ; les causes de ces dépôts.

Quelle est, à l'heure actuelle, le degré d'efficacité des appareils de protection contre les effets des surtensions dans les réseaux ?

Quels sont les appareils limitant la puissance fournie aux abonnés que l'on peut considérer comme rendant toute fraude impossible ?

Quelle tension en courant continu peut supporter un isolateur de ligne construit pour supporter en courant alternatif une tension efficace de *N* volts ?

Etc.

Digitized by Google

Washington, un appareil en quartz à chauffage électrique pour l'obtention de mercure pur par distillation. M. G. Berlemont, constructeur à Paris, nous écrit à ce propos la lettre suivante qui donne quelques renseignements intéressants sur la pratique de cette distillation.

Permettez-moi de vous signaler que depuis plusieurs années je me sers dans mon laboratoire d'un appareil à distiller le mercure en quartz. J'ai eu l'occasion d'en parler à la Société française de Physique ainsi qu'à la Société de Chimie; j'ai en outre, indiqué les avantages de cet appareil dans les diverses communications que j'ai faites sur le travail et le progrès du quartz, pour son application aux instruments de laboratoire.

J'ai actuellement un appareil en quartz qui me sert journellement à distiller le mercure que nous employons dans nos nouveaux arcs à mercure en quartz à courant continu et alternatif. Cet appareil est une modification de l'appareil de Gouy, modèle classique des physiciens. Cette modification porte sur la réduction de dimensions que j'ai été amené à faire tant pour économiser le quartz que pour rendre l'appareil plus pratique et moins fragile.

Quant au chauffage, j'en suis revenu au gaz, qui est, à mon avis, encore le plus pratique. J'ai essayé aussi le chauffage électrique, surtout pendant une période d'essais sur des appareils à grand débit, et j'ai reconnu par pratique, que l'on ne pouvait obtenir du mercure bien distillé qu'à condition de chauffer lentement.

Avec l'appareil en quartz, nous obtenons environ 400 cm³ par jour. C'est un maximum qu'il ne faut pas chercher à dépasser, sans risque d'entraînement de corps étrangers.

Le mercure, bien entendu, se distille mieux lorsqu'il a été préalablement nettoyé chimiquement. Le lavage à l'acide azotique, dilué à 30 pour 100, me semble être le meilleur. Par distribution automatique du mercure en pluie fine dans l'acide azotique, ensuite dans l'acide sulfurique, puis sur la potasse pour neutraliser, on obtient du mercure très propre déjà. Si ensuite on le filtre sur la chaux pulvérisée, il est alors très sec et peut très bien s'employer dans toutes les opérations à froid.

Bibliographie : La nouvelle industrie du verre, par Jean Escard, lauréat de l'Institut (1). — Dans un premier chapitre, l'auteur donne quelques indications sur la fabrication et les propriétés des diverses espèces de verre : verres ordinaires; verres spéciaux, où nous rencontrons l'opaline, employée dans la lustrerie électrique, les verres pour tubes et ampoules à rayons X, le verre armé, verre incrusté de carborundum, les verres abrasifs pour « papiers de verre » et pour les « balais de verre » qu'on utilise pour le polissage et le nettoyage des collecteurs de dynamos; verres colorés dont quelques-uns trouvent des applications dans la confection des lunettes des ouvriers faisant la soudure électrique.

Le second chapitre est consacré aux verres isolants. L'auteur y expose les conditions d'emploi, la confection des supports isolants, des isolateurs pour basse et haute tension, des isolateurs de troisième rail pour traction électrique, de la laine de verre et du verre émail pour chauffage électrique; il indique ensuite comment doit se faire l'essai de ces verres au point de vue de leurs propriétés électriques.

Dans le chapitre suivant l'auteur décrit les divers fours électriques qui ont été préconisés pour la fabrication électrothermique du verre. D'après les indications contenues dans ce chapitre, il semble qu'il y ait dans cette fabrication un débouché intéressant pour l'industrie électrique.

Le quatrième et dernier chapitre traite du quartz fondu et du verre de quartz. Nous y retrouvons une nouvelle application du four électrique pour la fusion du quartz (four Billon-Daguerre, en particulier) ainsi que des utilisations du produit obtenu par l'industrie électrique : lampe en quartz fondu, isolants, bougies d'allumage.

La majeure partie de ce petit volume intéresse donc les électriciens. Il est par suite à prévoir qu'il trouvera parmi eux l'accueil qu'ont rencontré les publications antérieures de l'auteur : « les Industries électrochimiques », « l'Electrosidérurgie », la « Fabrication électrochimique de l'acide nitrique », etc.

Bibliographie : L'Art de faire des affaires par lettre et par annonce, par Sherwin Cody (1). — Ainsi que l'indique ce sous-titre, « Méthode scientifique appliquée à la correspondance et à la publicité », cet ouvrage a pour but d'indiquer la manière d'obtenir du travail de la correspondance un maximum de rendement. L'auteur y montre par des exemples comment une lettre commerciale, une circulaire ou une annonce doit être rédigée et comment elle ne doit pas être rédigée; il insiste en particulier sur ce que le texte des circulaires, dont l'envoi occasionne des frais notables, doit être étudié avec le plus grand soin pour qu'il intéresse le destinataire et produise l'effet qu'on en attend; il donne à ce sujet des conseils dictés par une longue pratique des maisons américaines qui appliquent sa méthode ainsi que par l'étude des besoins spéciaux du commerce français dont M. Cody a pu se rendre compte par un séjour assez prolongé en France.

Ce petit livre ne peut donc manquer de rendre service aux chefs de maisons de commerce; il sera lu également avec fruit par les employés, rédacteurs et dactylographes, qui veulent se perfectionner dans leur métier.

Bibliographie : Etude sur les embellissements de la ville de Lyon et sur le développement économique de la région lyonnaise (2). — « L'Architecture Moderne » vient de faire paraître un numéro spécial consacré au développement économique de Lyon. Luxueusement présentée, enluminée de planches en couleurs, cette brochure mérite de figurer dans la bibliothèque de tout industriel s'intéressant à la « cité du rêve et du réel » selon la forte expression d'Edouard Aynard. L'étude embrasse les divers agrandissements successifs réalisés au cours des siècles, nécessités tant par sa position géographique avantageuse que par l'extension progressive de ses multiples industries, et aboutit au fameux projet du « Lyon Moderne », œuvre due à l'activité de M. Herriot.

Le travail entrepris par « l'Architecture Moderne » comporte trois phases, la seconde traitera plus spécialement du mouvement industriel lyonnais, et en particulier de la Foire de Lyon dont le succès a dépassé, cette année, toutes les prévisions; la troisième sera consacrée à la partie architecturale et à la description des divers monuments (écoles, ponts, usine élévatoire des eaux, etc.), dont est dotée la ville de Lyon. — J. N.

(1) Un volume format 25 cm × 16 cm, 119 pages, 37 fig. J. Rey, éditeur, 23, Grande-Rue, Grenoble. Prix broché : 4 fr. 50 plus 20 pour 100 de majoration temporaire et 0 fr. 50 de port.

(1) Un volume, format 20 cm × 12 cm, 292 pages. Traduction et adaptation de l'anglais par L. Chambonnaud, professeur à l'Ecole supérieure pratique de Commerce et d'Industrie de Paris. H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Prix, cartonné : 5 fr, plus 20 pour 100 de majoration temporaire.

(2) Une brochure, 30 cm × 26 cm, 96 pages, nombreuses figures.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Charge du condensateur sous force électromotrice alternative Régime musical

Dans l'article ci-dessous l'auteur étudie au point de vue mathématique la charge d'un condensateur par une force électromotrice alternative. Il détermine les conditions du régime musical et calcule la valeur du potentiel explosif dans ce régime.

Appelons A l'alternateur, C le condensateur, X l'éclateur, (I) le circuit de charge, (II) le circuit oscillant qui agit sur l'antenne (fig. 1).

Soit v la différence de potentiel aux bornes du condensateur, i le courant de charge, R la résistance, L la

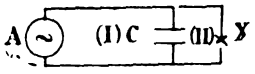


Fig. 1.

self-inductance, S la résistance du shunt placé sur le condensateur, C la capacité de celui-ci.

Les équations du mouvement de l'électricité sont, en représentant le signe de dérivation par D,

$$(S+CD)\,v = i, \quad (R+LD)\,i = -v + E\sin(\omega_1 t + \varphi),$$

ω_1 étant la pulsation de l'alternateur, de force électromotrice maximum E.

Je pose

$$\left.\begin{aligned} -2\beta &= r\cos\theta, \quad 2\beta = \frac{LC+RS}{CL} \\ \omega &= r\sin\theta, \quad r^2 = \frac{RS+1}{CL} \end{aligned}\right\},$$

$$RS+1-LC\omega^2 = Z\cos\psi, \quad (LS+CR)\omega_1 = -Z\sin\psi,$$

$$B = e^{-\beta t}\frac{\sin(\omega t-\theta)}{\sin\theta}, \quad B' = re^{-\beta t}\frac{\sin\omega t}{\sin\theta}, \quad B'' = r^2 e^{-\beta t}\frac{\sin(\omega t+\theta)}{\sin\theta},$$

$$\left(B' = \frac{dB}{dt}, \quad B'' = \frac{dB'}{dt}\right), \quad \varphi+\psi = \chi;$$

2β est l'amortissement, $\frac{2\pi}{\omega}$ la pseudo période des oscillations libres amorties du circuit (I); et j'ai pour solution

$$\left.\begin{aligned} v &= \frac{E}{Z}\sin(\omega_1 t+\chi) + MB + NB', \\ i &= (S+CD)\,v, \end{aligned}\right.$$

les constantes M et N dépendant des conditions initiales.

Je fais alors les hypothèses simplificatrices suivantes

1° $S = 0$, d'où $i = C\frac{dv}{dt}$;

2° $\omega_1 = \omega$, ω étant la pulsation propre du circuit de charge, c'est-à-dire $\frac{2\pi}{T}$, T étant la pseudo-période;

3° les conditions initiales sont

$$i = 0, \quad v = 0;$$

la solution devient alors

$$v = \frac{E}{Z}\left(\sin(\omega t+\chi) + B\sin\chi - \frac{\omega}{r^2}B'\cos\chi\right),$$

$$i = \frac{CE}{Z}\left(\omega\cos(\omega t+\chi) + B'\sin\chi - \frac{\omega}{r^2}B''\cos\chi\right),$$

puisque pour $t = 0$, on a $B = -1$, $B' = 0$, $B'' = r^2$.

On a d'ailleurs

$$B'' + 2\beta B' + r^2 B = 0,$$

d'où

$$i = \frac{CE}{Z}\left(\omega\cos(\omega t+\chi) + \omega\cos\chi B + \left(\sin\chi + \frac{2\beta\omega}{r^2}\cos\chi\right)B'\right).$$

Cela posé, à l'époque τ le potentiel prend la valeur V et l'étincelle éclate à l'éclateur; instantanément le potentiel de V tombe à la valeur zéro; si, au moment où l'on a $v = V$, on a $i = 0$, les conditions initiales sont reproduites au condensateur; pour qu'elles soient reproduites à la source, il faut qu'on ait

$$E_1\sin(\omega\tau+\varphi) = \pm E_1\sin\varphi$$

ou bien, k désignant un entier,

$$\omega\tau = k\pi, \text{ ou } \omega\tau = -2\varphi + k\pi.$$

Digitized by Google

Si je fais $t = \tau$, $i = 0$, l'expression de i me donnera χ en fonction de τ; l'expression de v me donnera la valeur correspondante V; mais V sera compris à l'intérieur des courbes enveloppes qui limitent supérieurement et inférieurement le champ des courbes particulières qui donnent v en fonction de τ pour les diverses valeurs de χ. On a intérêt à avoir la plus grande énergie possible en jeu. On se placera donc à coup sûr sur cette enveloppe. Elle a pour équation

$$\frac{dv}{d\chi} = 0,$$

ou

$$\cos(\omega\tau + \chi) + \frac{\omega}{r^2} B' \sin\chi + B\cos\chi = 0.$$

On a d'ailleurs identiquement

$$\cos(\omega\tau + \chi) + \sin\omega\tau \sin\chi - \cos\omega\tau\cos\chi = 0.$$

Eliminons $\cos(\omega t + \chi)$, $\sin\chi$ et $\cos\chi$ entre $i = 0$ et les deux dernières équations, il vient

$$\begin{vmatrix} \omega & B' & \omega B + \frac{2\beta\omega}{r^2} B' \\ 1 & \frac{\omega}{r^2} B' & B \\ 1 & \sin\omega\tau & -\cos\omega\tau \end{vmatrix} = B' \begin{vmatrix} 0 & 1 - \frac{\omega^2}{r^2} & \frac{2\beta\omega}{r^2} \\ 1 & \frac{\omega}{r^2} B' & B \\ 1 & \sin\omega\tau & -\cos\omega\tau \end{vmatrix} = 0,$$

Si j'annule le déterminant, facteur de B', j'aurai une valeur de τ qui en général ne satisfera pas aux conditions requises pour la source, mais je puis poser

$$B' = 0, \text{ ou } \sin\omega\tau = 0,$$

et, en particulier, pour que l'étincelle éclate dans le même sens

$$\omega\tau = 4\pi \quad \text{ou} \quad \frac{2\pi}{\tau} = \frac{1}{2}\omega$$

la fréquence musicale sera la moitié de la fréquence de l'alternateur; j'aurai alors, d'après $\frac{dv}{d\chi} = 0$, la condition

$$\cos\chi = 0$$

et par suite

$$V = |v| = \frac{E}{Z}\left(1 - e^{-\beta\frac{4\pi}{\omega}}\right).$$

Telle sera la valeur du potentiel explosif, dans le régime musical. Il est probable que ce régime doit être très stable, puisque le point figuratif (V, τ) se trouve sur l'enveloppe, c'est-à-dire au croisement de plusieurs courbes voisines.

J.-B. POMEY.
Ingénieur en chef des Télégraphes.

La production du courant continu à très haute tension pour laboratoire d'essai

La note ci-dessous donne la description de l'appareillage nécessaire pour l'essai à très haute tension, en courant continu, de matériel électrique soumis à réception, particulièrement pour l'essai après pose de câbles armés ou de lignes aériennes. L'application décrite fait usage de valves de Fleming, construites spécialement pour des hautes tensions d'utilisation et de grands débits.

1. — La distribution de l'énergie électrique par câbles souterrains voit s'accroître chaque jour son domaine: les rayons d'action et les puissances à envisager exigent des tensions de service de plus en plus élevées et des longueurs de canalisations de plus en plus grandes.

Les essais, après pose, à la tension prescrite par les règlements, deviennent rapidement irréalisables quand ils sont prévus directement en courant alternatif; la quantité $C\omega V^2$, où C est la capacité totale du câble ou du réseau à essayer, ω la pulsation et V la tension d'essai efficace, représentant en volts-ampères des chiffres qui dépassent pratiquement la puissance nominale des transformateurs usuels d'essai, aussitôt que la tension et la longueur du câble atteignent certaines valeurs limites.

Les exploitants n'ignorent pas, d'autre part, que de fâcheux phénomènes de résonance et de surtensions sont à craindre à la mise en circuit et au moment du claquage éventuel de grandes longueurs de câbles fonctionnant à vide, à la tension d'essai, ouverts à leur extrémité éloignée et mis en série avec des transformateurs élévateurs de tension.

Aussi, a-t-on abandonné dans les grands réseaux l'essai direct en courant alternatif pour lui substituer l'essai en courant continu.

L'appareil à contact tournant de notre collègue et ami Delon résout complètement le problème de l'obtention d'un courant de charge continu, à haut potentiel.

L'emploi de ce contacteur, qui est d'une application quasi journalière sur nos réseaux, à Lyon même, nous a rendu les plus signalés services.

Nous avons néanmoins cherché à créer une installa-

Digitized by Google

tion d'essai, basée sur des principes différents, simple, d'un emploi facile, et d'une réalisation peu coûteuse. Nous nous sommes servi de la valve de Fleming.

La valve de Fleming, l'ampoule de Coolidge, le tube de Villard, de même que certains tubes à vide semblables, à électrodes incandescentes ou à afflux cathodique sonttrès employés depuis ces dernières années; ils servent quelquefois comme redresseurs de courant, mais on les applique de façon généralisée, soit directement, soit indirectement à la radiographie et, plus récemment, à l'amplification du son en téléphonie ou à la réception de signaux en télégraphie sans fil; l'on s'en sert même depuis quelque temps comme appareil d'émission en radiotélégraphie.

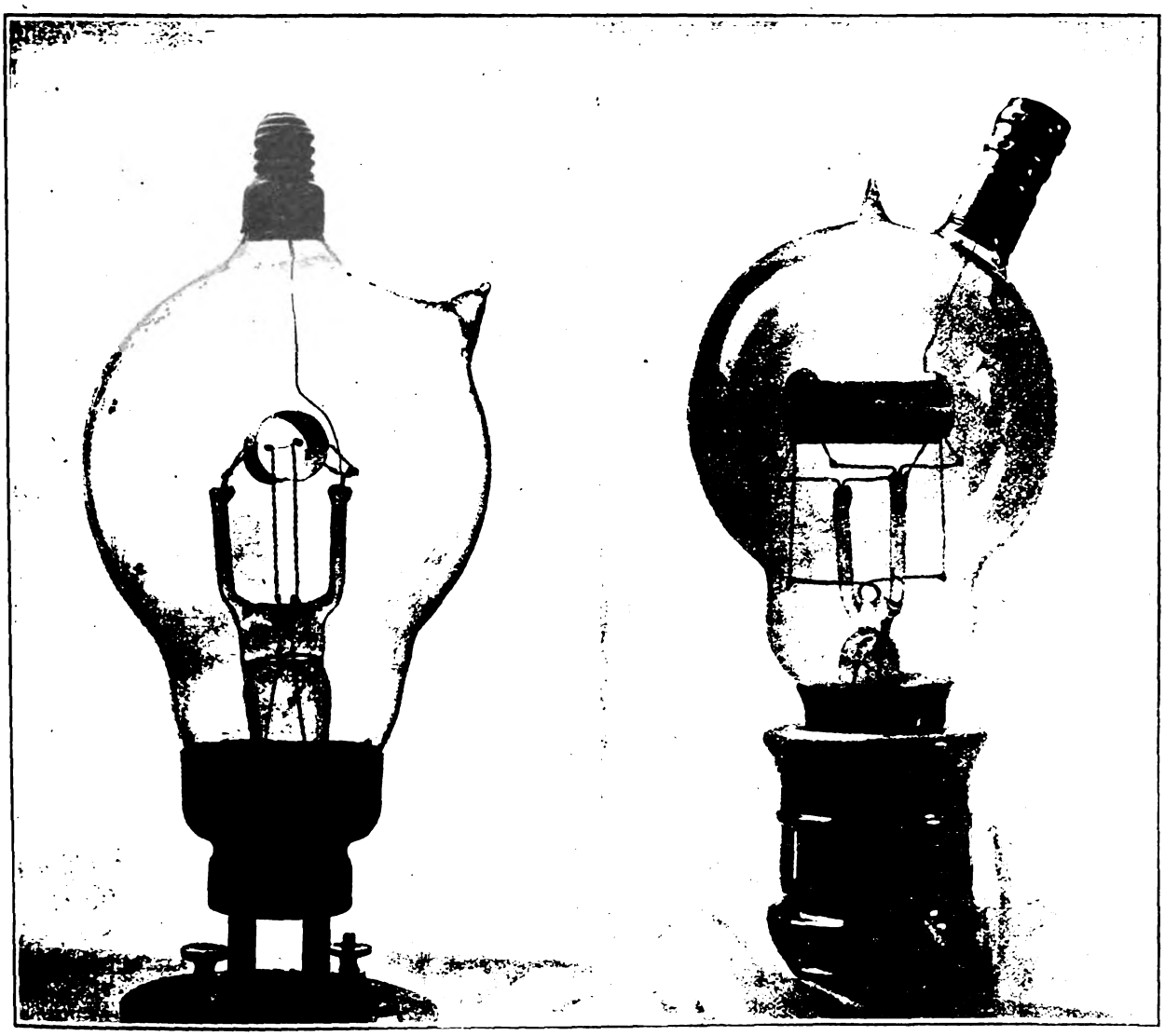


Fig. 1 et 2. — Vues de 2 valves de Fleming construites par la Société des Tubes à vide Boeuze et Cie et servant de redresseurs de courant dans les essais de câbles.

La description de ces valves qui utilisent généralement une grille dans le circuit de relais, sortirait du cadre de cet article.

2. — Contentons-nous de donner un mot d'explication sur le fonctionnement de la valve de Fleming dans l'application qui nous occupe.

L'emploi de cette valve comme redresseur et comme soupape est basé sur la thermo-ionisation.

La thermo-ionisation est la propriété que possèdent les métaux chauffés à haute température et difficilement fusibles, d'émettre, lorsqu'ils sont insérés dans un circuit électrisé, un flux d'électrons, c'est-à-dire de particules électrisées négativement.

Richardson (1) a établi la formule suivante qui donne

(1) *Congrès international radiologique d'Électricité*, Bruxelles 1910, t. I, p. 522.

Digitized by Google

le nombre d'électrons libérés en l'unité de temps par centimètre carré d'électrode, à la température absolue θ

$$Q = A\theta^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{WR}{\theta}},$$

A est une quantité proportionnelle au nombre d'électrons libres, par unité de volume de métal incandescent, ce paramètre est indépendant de la température.

W représente le travail d'un électron passant du milieu métallique dans l'espace environnant. Le travail W fait par l'électron pendant son émission est celui qui correspond à son passage d'un milieu dans un autre dont les potentiels diffèrent de 5,5 v, soit $\frac{\varepsilon}{2} \times 5{,}5$ v, si ε est la charge électrique de l'électron ($\varepsilon = 1{,}4 \times 10^{-19}$ coulombs).

R est un coefficient qui dépend de la nature du milieu gazeux dans lequel se fait la thermo-ionisation et qui figure dans la loi fondamentale de la thermodynamique.

$$pv = R\theta.$$

Insérons une valve de Fleming à grand débit, entre la source de courant alternatif et le câble à essayer, par exemple. L'afflux cathodique d'électrons sera neutralisé sur l'anode par un courant d'ions positifs correspondant, la valve laissera donc passer le courant de charge dans le sens anode-cathode câble et s'opposera au passage du courant en sens inverse. La charge du câble croîtra progressivement, chaque alternance ou demi-période de même sens ajoutera une fraction de coulomb à la charge, la tension du câble chargé augmentera graduellement et rapidement jusqu'à atteindre le maximum instantané de la courbe des différences de potentiel.

L'effet de soupape de la valve arrête l'onde inverse, empêche donc tout « retour de courant ». Cette propriété n'est pas théoriquement absolue : la conductibilité de la valve dans le sens cathode-anode n'étant pas entièrement négligeable surtout aux hautes températures admises en pratique pour l'anode ; ce « retour de courant » est empêché dans la valve éteinte.

Expérimentalement, dans le modèle de valve que nous avons utilisé, la charge des câbles en essai est extrêmement rapide, n'exige qu'un temps qui est de l'ordre d'une fraction de seconde, tandis que le câble soustrait à l'action de la différence alternative de potentiel garde sa charge pendant un grand nombre de secondes, lors même qu'il reste relié à la valve en incandescence.

Nous donnons ci-dessus (fig. 1 et 2) une vue de deux des valves utilisées par nous et que nous avons pu faire construire malgré les difficultés très réelles d'approvisionnement et de main-d'œuvre, grâce au concours d'un spécialiste aussi éclairé qu'obligeant, M. Biguet, ingénieur de la Société des Tubes à vide Bocuze et C^ie^ à Lyon.

3. — La valve de Fleming à grand débit dont nous nous sommes servi est constituée comme suit :

La cathode se compose d'un filament en tungstène étiré qui forme brûleur et qui peut être porté à une température d'incandescence de 2 000° à 2 100°.

L'incandescence est obtenue par une petite batterie d'accumulateurs de quelques volts, 5,5 v, et capable d'un débit d'une dizaine d'ampères.

Cette batterie d'accumulateurs est réunie à la cathode, fait partie, par conséquent, du circuit général à haute tension et devra être isolée fortement de la terre.

L'anode est constituée par un cylindre en tungstène (ou en molybdène) dont l'axe doit coïncider rigoureusement avec le filament qui forme brûleur ; ce cylindre a un diamètre de 15 mm et une longueur de 30 mm. Nous ne croyons pas qu'il y ait grand inconvénient à employer comme anode un cylindre en nickel.

L'anode et la cathode sont renfermées dans une ampoule dans laquelle on pousse le vide à quelques centièmes de micron de pression de mercure.

Les constantes qui m'ont été données par le constructeur sont les suivantes : intensité 0,20 A à 0,25 A, chute de tension dans l'ampoule : 1 500 v.

A plein débit, la température anodique doit rester inférieure à 1 500° si l'on veut arrêter complètement l'onde inverse de courant, si l'on veut, en d'autres termes, que l'ampoule remplisse absolument son office de soupape.

L'insuffisance des installations d'essai de notre laboratoire, l'absence de voltmètres statiques à très haute tension (le modèle à plateau est peu portatif), l'impossibilité dans laquelle nous nous sommes trouvé momentanément de rendre disponible une assez grande longueur de câbles à haute tension, ont limité nos premiers essais à 40 000 v continus et à la charge de tronçons de câbles de quelques centaines de mètres seulement.

Par suite d'un centrage quelque peu défectueux du filament formant brûleur, du manque de rigidité aussi des supports qui conduisent le courant d'incandescence au filament de l'une de nos ampoules d'essai, celui-ci est venu au contact avec le cylindre anodique et nos essais se sont trouvés momentanément interrompus. L'attraction électrostatique est proportionnelle au carré de la tension ; aux hautes tensions le centrage doit être rigoureusement observé, l'effet d'attraction électrostatique entre le filament incandescent et le cylindre anodique est surtout marqué pendant les demi-périodes d'interruption des courants de charge.

L'expérience tentée par nous avec les premiers tubes de Fleming construits pour grands débits est entièrement concluante néanmoins, et nous considérons le problème comme résolu pour l'application aux essais normaux des câbles de distribution des grands réseaux urbains.

Le modèle dont une photographie est jointe à ces lignes dérive, comme verrerie, des modèles industriels de valves destinées à la télégraphie sans fil militaire : ce modèle est un peu trop réduit. Aux tensions un peu élevées il se produit de-ci, de-là, quelques effluves et quelques décharges anormales. Cette valve est, somme toute, une façon d'ampoule de Coolidge et provisoirement nous considérons comme prudent pour l'opérateur,

Digitized by Google

de prendre quelques précautions comme protection physiologique. Disons toutefois que l'essai direct d'impression d'une plaque sensible protégée par une mince feuille de plomb et exposée à proximité de la valve en fonctionnement a été complètement négatif.

Pour éviter, dans les modèles destinés aux très hautes tensions, des pertes par la surface du verre, il sera bon de renfermer les ampoules dans un récipient rempli d'huile que l'on pourra prendre la précaution de doubler et de couvrir de plomb à 5-6 mm d'épaisseur.

Le schéma ci-dessous (fig. 3) indique, sans qu'il soit besoin de longues explications, la disposition et l'énu-

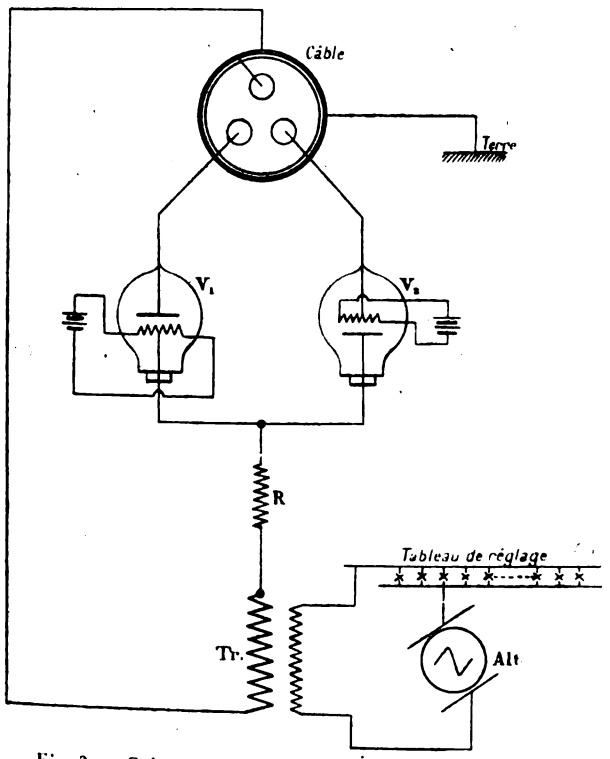


Fig. 3. — Schéma de montage pour l'essai d'un câble triphasé au moyen de valves de Fleming.

mération de l'appareillage nécessaire pour l'essai, par exemple, de câbles triphasés.

4. — L'application qui fait l'objet de cette description sommaire m'a semblé pouvoir se déduire simplement, naturellement et directement des nouvelles théories des tubes à vide; aussi est-il vraisemblable qu'elle est indiquée implicitement déjà dans les mémoires des techniciens spécialisés en la matière. J'ai recherché aussi soigneusement que possible d'éventuelles antériorités.

Le dispositif décrit par M. Picou pour l'essai après pose des câbles de haute tension, dans le « Bulletin de la Société internationale des Électriciens », novembre 1910, utilise déjà l'effet de redressement de la soupape de Villard.

Pour obtenir en un temps réduit la charge au maximum instantané de la courbe des tensions d'un câble de grande longueur et de forte capacité, il est indispensable de pouvoir disposer de valves à grand débit. C'est le problème que j'ai cherché à résoudre en remplaçant le redresseur à afflux cathodique par une ampoule à cathode incandescente.

Le brevet américain n° 1 209 766 du Dr Clayton H. Sharp (*Electrical World*, 24 mars 1917) permet, en utilisant la valve ordinaire de Fleming, de lire au voltmètre électrostatique la tension maximum instantanée de la courbe des forces électromotrices périodiques; on peut donc déterminer le rapport très utile $\frac{E_{eff}}{E_{max}}$.

Ajoutons que l'A. E. G. de Berlin a récemment construit et mis sur le marché des redresseurs basés sur le même principe sans leur donner la destination que j'indique. Ces redresseurs dérivent plutôt comme forme du tube de Coolidge à très grande hauteur de 1 m à 1,10 m. Les caractéristiques d'emploi de ces redresseurs seraient les suivantes : 100 000 v, 30 milliampères et 60 000 v, 100 milliampères. Ils utilisent un cylindre anodique en molybdène ou en tungstène de 15 mm de long et de 40 mm de diamètre.

Le Kénotron (1), à une ou à deux anodes et à très haute tension, est, d'autre part, d'un usage courant dans les laboratoires américains et se construit jusqu'aux puissances de 10 kw.

L'utilisation de ces appareils n'est limitée que par la nécessité de dissiper la chaleur produite par le passage du courant de l'anode à la cathode au travers de l'équivalent d'une résistance ohmique, ainsi que par l'afflux cathodique sur l'anode. Pour utiliser entièrement l'effet de soupape de l'ampoule, c'est-à-dire pour éviter que le courant inverse ne passe, il convient de ne pas dépasser pour l'anode une température de 1 300° à 1 500° (anode en tungstène).

5. — Dans l'essai normal d'un câble soumis à une charge progressivement croissante l'excès de courant n'est pas à craindre. C'est dans les cas où un défaut « s'affranchit » dans le câble, où les deux pôles du transformateur d'essai se trouvent mis en court-circuit au travers des valves, qu'il convient de limiter le débit à un maximum.

Rappelons qu'il est indispensable en exploitation, surtout depuis que les interrupteurs automatiques dans l'huile se sont généralisés, de « brûler » les défauts pour les localiser.

Dans ce dessein il sera toujours intéressant d'utiliser un modèle de valve à gros débit.

Je considère ci-dessous le cas concret d'un câble de 20 km de longueur, d'une capacité kilométrique de 0,30 microfarad, chargé au travers d'une valve par une force électromotrice sinusoïdale.

$$E = E_0 \sin \omega t \quad \text{où} \quad E_0 = 150\,000 \text{ v},$$

et

$$\omega = 2\pi \times 50 = 314.$$

(1) *La Revue électrique*, 29 mars 1915, t. XXIII, p. 254-257.

Digitized by Google

C'est là plus qu'un cas limite dans la technique des réseaux urbains. Une résistance liquide de protection de 500 000 ohms est insérée dans le circuit.

La tension d'un toron par rapport au toron voisin est à chaque instant

$$v = \frac{E_0 RC}{1 + \omega^2 R^2 C^2}\left[\frac{1}{RC}\sin \omega t - \omega \cos \omega t\right] + Al^{-\frac{1}{RC}t},$$

A se déterminant facilement par les conditions aux limites.

Moyennant certaines simplifications on peut écrire la formule générale de l'augmentation Δv en fonction de v et l'intégrale des temps élémentaires de charge pour passer de la tension initiale $v = 0$ aux tensions $v = \frac{E}{E_0}$.

Les temps de charge sont indépendants de la fréquence.

Les temps nécessaires pour charger le toron aux tensions indiquées sont inscrits immédiatement en dessous de celles-ci

$\frac{E}{E_0}$	0,66	0,8	0,866	0,935	0,965	0,995	1
Tension de charge en volts :	100 000	120 000	130 000	140 000	145 000	149 000	150 000
Temps en secondes :	26,6	36	44,3	75	92	240	∞

Ce calcul admet que la force électromotrice est sinusoïdale et que, de plus, il n'y a aucun décalage entre le courant de charge et cette force électromotrice.

Les essais oscillographiques, si intéressants, sur la forme de la décharge électrique dans les tubes à vide, faits par M. A. Dauvillier et relatés dans la « Revue générale de l'Electricité » du 24 mars 1917, montrent que cette dernière condition est réalisée dans les tubes à thermo-ionisation genre Coolidge; ces tubes annulent entièrement le courant inverse et se comportent comme une simple résistance ohmique pour le courant direct.

6. — Je résume cette note en énumérant l'appareillage nécessaire pour l'essai, en courant continu, d'un câble ou d'un élément de distribution soumis à réception.

Un transformateur stastique monophasé susceptible de donner une tension efficace E égale à la tension continue d'essai divisée par $2\sqrt{2} = 2{,}8$.

Dans le cas particulier du réseau de la Société Lyonnaise des Forces motrices du Rhône alimenté par des alternateurs triphasés dont les induits sont à un trou par phase et par pôle, à harmoniques de rang cinq et sept développés, le coefficient 2,8 devient 3,12.

Les graduations des tensions d'essai au secondaire seront obtenues par l'insertion de résistances progressives, d'un tableau de lampes, par exemple, dans le circuit primaire d'alimentation.

Deux soupapes de Fleming à forte intensité enfermées dans des récipients pleins d'huile.

Un gros tube en terre réfractaire renfermant une solution d'acide borique, par exemple, représentant une résistance ohmique de 500 000 ohms, et susceptible de dissiper en cas de court-circuit de l'élément en essai toute l'énergie fournie par le transformateur. Cette dissipation de l'énergie sera le plus facilement obtenue par l'évaporation d'un certain volume de la solution.

Deux petites batteries d'accumulateurs de 6 à 8 v et de 10 a. Un voltmètre à plateau, un milliampèremètre, le tout étant isolé pour la tension d'essai.

Le petit appareillage habituel : interrupteurs, lampes témoins, etc.

La Société L'Eclairage Electrique a bien voulu s'intéresser à nos essais, et s'occupe de mettre au point et de construire l'appareillage et l'agencement nécessaires pour les essais en usine ou sur les chantiers.

Jean Sarolea,
Directeur technique de la Société Lyonnaise des Forces motrices du Rhône.

Revues, analyses et informations

L'état magnétique de quelques terres cuites préhistoriques [1].

L'examen magnétométrique des pièces de céramique avait donné à Folgheraiter des indications très nettes sur la variation séculaire de l'inclinaison magnétique terrestre aux époques des civilisations grecque, étrusque et romaine.

Pour l'étude des terres cuites préhistoriques la difficulté est plus grande, car on ignore la vraie position de l'objet lors de la cuisson qui se faisait à feu nu.

Les observations de l'auteur sur des terres cuites du lac de Neuchâtel et de Bavière, en 1902 et 1906, l'avaient conduit à conclure qu'au bel âge de bronze, l'inclinaison, en Suisse et en Bavière, avait été boréale et plutôt forte.

M. Mercanton vient de refaire des mesures sur des terres cuites du lac de Bienne, du lac de Zurich, du lac de Pfäffiken et du lac de Neuchâtel ; de ce dernier examen, l'auteur a conclu que l'inclinaison magnétique terrestre a été presque nulle en Suisse à la fin de l'âge de bronze, avec une légère tendance boréale.

(1) P.-L. Mercanton, *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 29 avril et 10 juin 1918, t. CLXVI, p. 681 et 949.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Projet d'unification des filetages des culots de lampes et supports de lampes à vis Edison

Au cours de leurs travaux, les quatrième et septième Commissions de l'Union des Syndicats de l'Electricité, respectivement présidées par M. R. Legouez et M. E. Sartiaux, ont été amenées à reconnaître que, parmi les unifications à étudier dans le petit appareillage électrique, l'une des plus urgentes était celle des doubles « Goliath ». On trouvera ci-dessous le remarquable rapport que M. Zetter a, avec la collaboration de MM. Chalicarne, ingénieur, et Saquet, dessinateur à l'appareillage électrique Grivolas, écrit à ce sujet.

I. — **Considérations générales.** — L'unification du petit appareillage électrique conduit à examiner tout d'abord l'importante question de l'interchangeabilité des parties mâles et femelles pour les appareils qui en comportent.

Parmi ces appareils, les culots de lampes Edison et les supports de lampes qui les reçoivent offrent un grand intérêt non seulement à cause de leur emploi en France, mais surtout en raison du grand usage qui en est fait dans les pays d'exportation.

C'est pourquoi nous estimons qu'il est très important d'étudier dans tous ses détails le filetage Edison, qui, comme point de départ fondamental, doit être cylindrique.

Cette unification est particulièrement ardue, car il s'agit dans les filetages de la réunion de plusieurs éléments solidaires les uns des autres, et l'inobservation d'un seul de ces éléments compromet tout l'ensemble.

Bien que les filetages Edison soient depuis longtemps en usage, l'introduction des lampes Goliath pose à nouveau le problème de l'interchangeabilité de ce genre de filetage.

Les filetages imaginés par Edison au début des lampes à incandescence étaient d'un seul calibre.

Depuis, pour diverses raisons, notamment devant le besoin d'employer pour des éclairages par lustres, des lampes rappelant la flamme des bougies dont ces appareils étaient munis, il a été créé un calibre plus réduit.

Le calibre initial, qui était le plus répandu, s'est appelé alors « type courant » ou « normal » et le second a été nommé « type réduit ».

On a construit ensuite, pour l'emploi des foyers lumineux plus faibles encore, soit pour être logés dans des espaces très restreints, soit pour permettre l'usage des lampes de poche, ou pour les besoins de la décoration d'appartements, un calibre plus petit encore, généralement connu sous le nom de type « Mignonnette ».

A ces trois types, il en a été ajouté un quatrième dit « Goliath ».

Celui-ci est nécessité par la création de lampes à incandescence d'un grand pouvoir éclairant et il est plus grand que les précédents à cause de l'intensité qui le traverse et qui est plus élevée que pour les lampes courantes.

Ce quatrième type étant relativement récent, il n'existe pas encore en France de règles officielles pour sa construction alors que l'Union des Syndicats de l'Électricité avait déjà admis des dimensions pour les trois autres types.

Il semblerait donc que l'on doive seulement s'en tenir à l'unification du type Goliath, mais nous pensons que l'étude de l'unification des culots de lampes et supports de lampes à vis Edison du type Goliath entraîne l'examen des études déjà faites pour les autres types. Il paraîtrait désirable que tous ces types soient régis par une même loi. Si cette loi était évidente pour les types : *Courant*, *Réduit* et *Mignonnette*, son extension déterminerait les dimensions du type *Goliath*.

Il semble donc peu logique de s'attacher à ce seul type sans s'inquiéter de ce qui a été fait ou de ce qui pourrait être fait pour les modèles similaires. De même que l'unification des vis à métaux a été envisagée pour l'ensemble des filetages, de même il semble nécessaire d'entreprendre un travail d'ensemble concernant tous les types Edison.

Il serait naturellement indispensable de tenir compte des dimensions généralement employées dans les pays où nous chercherions à faire pénétrer les lampes et supports de lampes et plus particulièrement les dimensions usitées dans l'Amérique du Sud, l'Espagne, le Portugal, la Russie, la Belgique, etc...

Quels sont les filetages dont ces pays se servaient en 1914 et s'ils ne les fabriquaient pas, par quoi les ont-ils remplacés depuis cette époque?

Devant les différences constatées entre les échantillons de diverses provenances, devant les différences

Digitized by Google

que présentaient même entre eux les règlements préconisés, devant enfin le peu de rigueur avec lequel ces règlements sont suivis, il nous paraît presque impossible de trouver un système capable de concilier tous les usages.

Il semblerait qu'il soit facile, pour englober tous les échantillons connus, d'adopter :

1° Un culot de lampe minimum au plus égal au plus petit culot de lampe observé ;

2° Un support de lampe minimum pouvant recevoir le culot de la plus grosse lampe observée.

Cette manière de voir, la meilleure au point de vue commercial, est malheureusement irréalisable.

Tout d'abord, un certain nombre de supports de lampes existants seraient en dessous du minimum et devraient être écartés.

En outre, comme les culots de lampes présentent entre eux d'importantes variations, les supports de lampes maxima auraient des chances de laisser pénétrer librement sans visser les plus petites lampes, ou tout au moins ne donner sur la périphérie qu'un contact insignifiant risquant de faire foirer les pièces ou de les laisser se dévisser d'elles-mêmes sous l'action des trépidations ou du passage du courant alternatif.

Cette circonstance est particulièrement visible pour le type Goliath, dont les culots de lampes ont en général tant de jeu dans les supports de lampes que l'on fait avec intention dans le filetage de ceux-ci une aspérité pour pallier à cet inconvénient.

Dans un grand nombre de supports de lampes de ce type, on pratique des fentes sur la chemise filetée (fig. 1), découpant ainsi une bande de métal main-

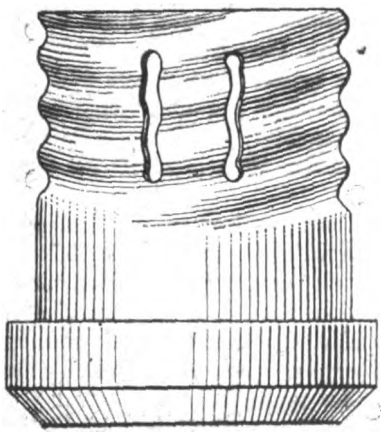


Fig. 1. — Support, type Goliath, avec fentes.

enue par ses deux extrémités, comme l'indique le croquis ci-contre. Cette bande peut être facilement enfoncée vers l'intérieur pour faire pression sur le culot de lampe qui souvent serait trop libre dans son filetage. Quelquefois même, cette bande est remplacée par un fort ressort qui appuie sur le culot de lampe.

De plus, pour essayer de tout concilier, il faudrait pouvoir examiner tous les échantillons existants, ce qui est pratiquement impossible, car les produits d'une même fabrication sont encore susceptibles de varier avec l'usure de l'outillage.

Enfin, suivant ce principe, *on consacrerait, en les rendant officielles, toutes les erreurs ou dégénérescences commises jusqu'à ce jour*, et qui sont précisément la cause des difficultés actuelles, que l'unification doit faire disparaître.

Donc, en se plaçant au point de vue de la logique seule, il semble qu'on doive éviter la tentation de faire des culots de lampes trop petits, dans le but d'entrer dans tous les supports de lampes, et la tentation de faire des supports trop grands, dans le but de recevoir toutes les lampes. Il en résulterait des jeux exagérés, ne donnant pas l'impression d'une bonne construction et pouvant conduire à des appareils qui foirent, se dévissent ou passent à travers les uns des autres.

Nous pensons donc qu'il y a lieu, soit d'adopter un des systèmes déjà en vigueur, et de préférence le plus employé, soit de rechercher un système nouveau, basé sur des principes logiques et rationnels et susceptible de s'adapter le plus possible à ce qui existe.

Dans ce dernier cas, il s'agirait de créer un ensemble de règles déterminant les dimensions des culots de lampes et des supports de lampes à vis.

Ces dimensions devraient :

1° Etre susceptibles d'être justifiées à tout moment. Il ne faudrait pas, à notre avis, fixer simplement des nombres qui, si on n'indiquait pas la manière de les obtenir, risqueraient de sembler inexplicables et arbitraires, par suite incommodes, donc ayant peu de chances d'être observés ;

2° Amener l'interchangeabilité entre les culots de lampes et supports de lampes ;

3° Permettre d'ajouter ou d'intercaler tous types plus grands, plus petits ou intermédiaires dont la création serait éventuellement reconnue nécessaire;

4° Pouvoir par conséquent être déterminées en fonction d'une ou deux données fondamentales ;

Nous examinons dans le cours de cette étude si, en analysant chacun des systèmes préconisés, nous pouvons trouver dans leur ensemble une allure générale qui puisse nous servir de base (1).

II. — Désignation des dimensions principales.

Tout d'abord, t pour la clarté de ce qui va suivre, il semble nécessaire de donner à chaque dimension un symbole représentatif pour simplifier la désignation des dimensions.

Dans plusieurs systèmes on a déjà désigné ces dimensions par des lettres. Il serait à désirer que ces lettres soient les initiales des mots exprimant ces

(1) L'Allemagne ayant, avant 1914, fabriqué la plus grande partie de ces filetages, principalement pour l'exportation, nous serons donc, dans le cours de cette étude, amenés à faire intervenir les travaux faits par elle avant cette époque.

Digitized by Google

dimensions. Mais, s'il est facile de déterminer ces initiales pour les mots français, elles n'auraient plus de signification à l'étranger. Pour être impartial, nous admettrons simplement l'ordre alphabétique *A B C D*...

Les trois premières lettres désigneront les dimensions d'intérêt secondaire. Pour désigner les diamètres dont l'importance est capitale dans tous les systèmes, nous emploierons la lettre *D*, car c'est l'initiale de ce mot dans les principales langues :

Français, diamètre ; *anglais*, diameter ; *espagnol*, diametro ; *italien*, diametro ; *scandinave*, diameter.

Dans ce filetage il y a deux diamètres correspondants dans la partie mâle et la partie femelle.

Le plus grand, que nous désignerons par *D*, indique la dimension sur le filet pour le culot de lampe et à fond de filet pour le support de lampe.

Le plus petit, que nous désignerons par *d* indique la dimension à fond de filet pour le culot de lampe et sur le filet pour le support de lampe.

Pour différencier les symboles exprimant les dimensions du culot de lampe de ceux exprimant les dimensions du support de lampe, les lettres ci-dessus seront suivies d'un indice.

Pour le culot de lampe, nous admettrons *l* initiale du mot lampe dans les langues suivantes :

Français, lampe ; *anglais*, lamp ; *italien*, lampada ; *espagnol*, lampara ; *scandinave*, lampa.

Pour le support de lampe, nous admettrons *s* initiale du mot support dans les langues suivantes :

Français, support ; *anglais*, holder ou socket ; *italien*, porta lampada ou sostegno (1) ; *espagnol*, porta lampara ou soporte ; le mot scandinave désignant le support de lampe ne commence pas par un *s*.

D'après les différents renseignements qui nous ont été fournis, et suivant les rapports originaux des Standards Committee britannique et américain, il semble que les mots Holder et Socket sont indifféremment employés en Angleterre et en Amérique pour désigner les supports de lampes.

Comme le mot Socket commence, ainsi que le mot Support, par un *s*, nous croyons pouvoir lui donner la préférence dans le choix de nos initiales (2).

Nous obtenons donc les symboles indiqués ci-dessous, que nous emploierons dans toutes les considérations qui vont suivre (fig. 2 et fig. 3).

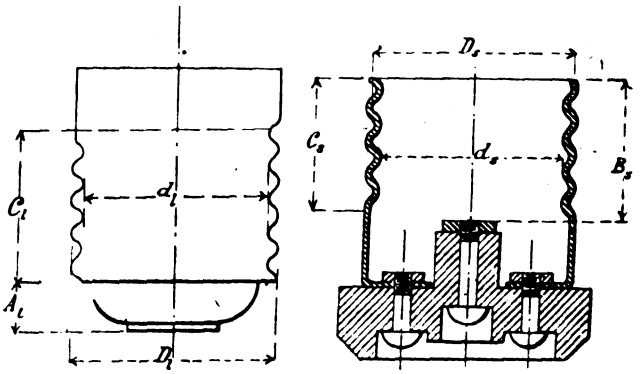


Fig. 2 et 3. — **Symboles des dimensions des culots et supports.**

SYMBOLES	DÉSIGNATIONS
	Culots de lampes.
d_l	Diamètre au fond du filetage.
D_l	Diamètre sur le filetage.
C_l	Longueur de la partie filetée.
A_l	Hauteur du talon.
	Supports de lampes.
d_s	Diamètre sur le filetage.
D_s	Diamètre au fond du filetage.
C_s	Longueur de la partie filetée.
B_s	Hauteur de la chemise au-dessus du contact.

(1) En italien et en espagnol, les supports de lampes se nomment « porta lampada » et « porta lampara ». Mais, d'autre part, dans ces deux langues, un support proprement dit n'impliquant nullement le support électrique est désigné par le mot « sostegno » en italien et « soporte » en espagnol. Nous pensons donc que l'emploi de la lettre *s* évoquera dans ces pays l'idée de supporter une lampe électrique et que cette désignation sera parfaitement compréhensible.

(2) En France, on emploie indifféremment le mot support ou douille, pour désigner le porte-lampe; il nous a donc semblé intéressant de rechercher l'appellation primitive de cette pièce.

L'origine de la lampe à incandescence et, par conséquent, des supports est anglo-américaine.

Les Anglais désignaient et désignent encore aujourd'hui, dans leurs catalogues, le porte-lampe par le mot « holder » dont la traduction française la plus voisine est « support ».

Aussi, lors de la construction du porte-lampe, en France, M. Grivolas, l'un des premiers constructeurs de ces appareils, a trouvé logique de traduire le mot « holder » par le mot « support ».

Depuis cette époque, les Anglo-américains et plus particulièrement les Américains, appellent également le porte-lampe « socket » qui veut dire « tube », de là le nom de douille souvent donné au porte-lampe par divers constructeurs.

Nous estimons que le vrai nom du porte-lampe doit, de par son origine anglo-américaine, rester « support ».

Pour la monture de lampe, tout le monde est d'accord pour l'appeler en France *culot de lampe*.

Le mot « douille », à notre avis, est un mot générique qui, dans notre cas, désigne une coquille cylindrique sur laquelle est pratiqué un filetage.

En effet, si on prend deux de ces douilles, l'une mâle, l'autre femelle, il serait impossible de les distinguer à première vue autrement que par les formes accessoires des fonds ou des collerettes ; et ces formes varient à l'infini suivant les modèles.

Il serait donc nécessaire, si l'on désirait conserver ce mot douille, de préciser à chaque fois s'il s'agit de la *douille à vis de culot de lampe* pour la partie recevant l'ampoule, ou de la *douille à vis de support de lampe* pour la partie recevant les conducteurs venant de la dynamo.

Pour simplifier les désignations et exprimer clairement de quelle douille nous voulons parler, nous emploierons l'expression *culot de lampe* pour la douille recevant l'ampoule en verre et *support de lampe* pour la douille reliée à l'arrivée du courant.

Digitized by Google

III. — **Dénomination des divers types de filetages Edison.** — Suivant les pays, la manière de désigner entre eux les quatre types de filetages les plus courants est également différente comme l'indique le tableau ci-dessous :

En France....	*Goliath*	*Courant*	*Réduit*	*Mignonnette*
En Amérique..	*Mogul*	*Medium*	*Candelbra*	*Miniature*
En Angleterre.	*Goliath*	*Standard*	*Small*	*Miniature*
En Italie.....	*Golia*		*Fiamma* ou *Candela*	*Mignon* ou *Mignonnette*
En Allemagne.	*Goliath*	*Normal*	*Mignon*	*Mignonnette*

Toutes ces désignations sont purement conventionnelles. Elles n'expriment pas l'idée des grandeurs employées et ne permettent pas facilement la désignation éventuelle des nouveaux types dont la création pourrait être nécessaire (1).

Nous pensons qu'il serait juste et logique de grouper tous les modèles de culots de lampes et de supports à vis sous le nom de leur inventeur Edison ; les différents calibres étant respectivement désignés par leur diamètre. Ce diamètre pourrait être :

Pour le culot de lampe celui du fond de filetage de la lampe d_l.

Pour le support de lampe celui sur le filetage intérieur d_s.

Ces deux diamètres ont peu de différence entre eux et ils peuvent être assez facilement mesurés et même identifiés à première vue.

Ils ont sensiblement les valeurs suivantes, dont la progression est assez régulière :

36, 24, 12 et 8 mm.

On aurait donc ainsi :

Pour les types : Goliath, Courant, Réduit, Mignonnette, les types à vis Edison de 36 mm, 24 mm, 12 mm, 8 mm entre lesquels il ne saurait y avoir de confusion. De plus, cette désignation donnerait une idée de la grandeur de chacun d'eux et pourrait être employée dans tous les pays où le système décimal est en vigueur.

D'autre part, nous devons tenir compte que d'importantes contrées employant les filetages Edison ne font pas usage du système métrique. En particulier, les mesures en pouces anglais sont très répandues

Il serait très facile de donner la prédominance à cette unité de mesure, en considérant, comme nous le verrons par la suite, le diamètre moyen du filetage sur la lampe, c'est-à-dire un diamètre situé sur la moitié de la profondeur du filetage ou autrement dit exactement intermédiaire entre D_l et d_l.

Les diamètres moyens ainsi définis sont sensiblement égaux à 1 pouce 1/2, 1 pouce, 1/2 pouce et 1/3 pouce.

Pour chacun des supports : Goliath, Courant, Réduit, Mignonnette on aurait les types à vis Edison..... 1 1/2, 1 1/2, 1/3.

Cette seconde désignation est pour nous moins frappante que la précédente.

Avec l'une ou l'autre de ces appellations, tous les types intermédiaires supérieurs ou inférieurs, qui seraient créés pour répondre aux besoins futurs, pourraient être classés sans difficulté dans la série.

Ces désignations sont d'ailleurs conformes aux usages. On dit en effet couramment une vis ou un écrou de 10 ou 12 mm sans contestation possible.

IV. — **Système de l'Union des Syndicats de l'Electricité (tableau B) et déduction du système proposé.** — Lorsque l'Union des Syndicats de l'Électricité a fait son étude en 1910 sur les filetages Edison type Courant et type Réduit, nous

(1) Nous ne devons pas nous attacher trop étroitement au fait de l'emploi des mots français dans d'autres langues pour en conclure que les objets qu'ils désignent sont d'origine française. En particulier, nous pensons que les mots : Mignon, Mignonnette et Goliath, employés pour indiquer les types de filetages à vis Edison, ne sont certainement pas d'origine française, et nous les croyons même d'origine germanique.

Nous avons été souvent frappés de voir combien les Allemands usaient dans leurs catalogues des mots Mignon et Mignonnette, qui ne sont pas allemands et combien, dans leurs conversations, revenaient souvent ces mots, alors qu'en France et bien qu'essentiellement français, ils sont relativement peu employés.

Ayant recherché les causes de l'usage fréquent des mots Mignon et Mignonnette par les races germaniques, nous croyons pouvoir donner la version suivante :

Au XVI^e^ siècle, Henri de Valois, frère de Charles IX, était élu roi de Pologne et se rendait à Varsovie accompagné de sa petite cour comprenant notamment ses favoris, appelés Mignons. A cette époque déjà, Varsovie et la Pologne étaient envahies par l'élément germanique et il est possible que le mot Mignon, inconnu probablement jusqu'alors dans ce pays, fît sensation et pénétrât dans la langue allemande. Peu de temps après son arrivée, rappelé en France à la mort de son frère Charles IX, Henri de Valois, qui devait régner sous le nom de Henri III, traversait à nouveau toute l'Allemagne en s'arrêtant dans plusieurs grandes villes, dans lesquelles le mot Mignon a pu rester en souvenir après son départ

Peut-être ce mot est-il entré à ce moment dans les langues germaniques, certains mots étrangers trouvant souvent une grande vogue et se conservant intacts à travers les générations.

D'autre part, l'emploi le plus connu en France du mot Mignon résulte du titre de l'opéra comique d'Ambroise Thomas, dont l'action se passe en Allemagne : ce nom est celui d'un personnage de Wilhelm Meister, tiré de l'ouvrage de Gœthe, poète vivant vers le milieu du XVIII^e^ siècle et au commencement du XIX^e^.

On peut donc se rendre compte de l'existence de ce mot dans les pays d'outre-Rhin deux siècles après son importation.

De là l'insistance des Allemands à donner si souvent ce nom aux objets qu'ils désiraient nous importer, en particulier aux vis Edison, dans le but de nous rendre agréable jusqu'à la manière de les appeler, tout en rappelant indirectement la mémoire de leur grand poète et en contribuant à faire disparaître à la longue le nom de l'inventeur de ce filetage, le nom d'Edison. C'est ainsi que les mots Mignon et Mignonnette ont prévalu en France, en Angleterre et en Italie.

L'antithèse du mot Mignon est « énorme, grossier » et la trouvaille du nom Goliath en se confondant avec le mot « colossal », nous semble également bien entrer dans les idées germaniques, d'autant plus que nous croyons que ce support a été lancé dans le commerce par des fabricants germaniques.

Digitized by Google

croyons nous souvenir qu'elle s'était préoccupée de la question d'exportation et avait adopté pour ces deux types les dimensions moyennes comparées sur plusieurs échantillons pouvant être utilisés sans modifier les appareils existants dans les pays d'exportation.

En ce qui concerne le filetage Mignonnette, il existait une telle divergence entre les filetages en usage, que l'Union s'était demandé s'il n'y aurait pas lieu d'adopter un système donnant des dimensions plus métriques, dans l'impossibilité de se fier à aucune des dimensions utilisées.

A cette époque, le type Goliath n'existant pas, il n'a pas été déterminé de règles le concernant.

Le tableau B indique les données qui ont été définies en 1910 par l'Union des Syndicats de l'Électricité.

TABLEAU B. — *Union des Syndicats de l'Electricité.*

SYMBOLES	DÉSIGNATIONS (Fig. 2 et 3).	TYPE COURANT TYPE 24 mm TYPE 1		TYPE RÉDUIT TYPE 12 mm TYPE 1/2		TYPE MIGNONNETTE TYPE 8 mm TYPE 1/3	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
	Culots de lampes.						
d_1	Diamètre au fond du filetage		24,2 à 24,25		12,26 à 12,3		8
D_1	Diamètre sur le filetage	26,1	26,5 à 26,55	13,7	13,86 à 13,9	9	9,2
C_1	Longueur de la partie filetée	14		11		8	
A_1	Hauteur du talon	7	8	3,5	4,5	1,8	2,3
	Pas	3,628 = 7 pas par pouce.		2,822 = 9 pas par pouce.		1,85	
	Supports de lampes.						
d_2	Diamètre sur le filetage	24,35 à 24,4	24,8	12,4 à 12,36	12,56	8,1	8,3
D_2	Diamètre au fond du filetage	26,65 à 26,7		14 à 13,96		9,3	9,35
C_2	Longueur de la partie filetée	15		12		6	
B_2	Hauteur de la chemise au-dessus du contact	18	20	12,5	14	8	9
	Pas	3,628 = 7 pas par pouce.		2,822 = 9 pas par pouce.		1,85	

En nous appuyant sur ces données, nous allons essayer d'analyser les relations existant entre chacune des dimensions indiquées au tableau B, de façon à en dégager un système aussi complet que possible et dont l'extension nous conduise à fixer les dimensions du support de lampe Goliath. Dans cette étude, nous adopterons provisoirement les premières désignations proposées, basées sur les diamètres, c'est-à-dire : types de 36 mm, 24 mm, 12 mm et 8 mm et toutes les conclusions auxquelles nous allons arriver sont résumées dans le plan P.

1° PROFONDEUR ET FORME DU FILET. — Le filetage Edison n'est pas en général obtenu en taillant les filets dans des barreaux de métal pleins à l'aide de tarauds et filières comme pour les vis ordinaires.

Pour la fabrication des culots de lampes et aussi pour des raisons d'économie, il importe de produire des sortes de coquilles, en métal mince, sur lesquelles les filets sont en quelque sorte imprimés.

Un premier procédé consiste à refouler les filets sur un tube, entourant un mandrin cannelé au profil intérieur, au moyen d'une sorte de filière également cannelée suivant le profil extérieur et de diamètre plus grand que celui du mandrin d'une quantité égale à deux fois l'épaisseur du tube.

Le second procédé, plus répandu, consiste dans la compression d'un tube de cuivre entre un mandrin circulaire et une roulette, tous deux au profil choisi, animés d'un mouvement de rotation inverse, et rapprochés graduellement l'un de l'autre de façon qu'il n'y ait entre eux qu'un vide égal à l'épaisseur du tube.

Ce filetage est donc une sorte de repoussé du métal, celui-ci étant refoulé par la roulette filet par filet dans le creux du mandrin. Le tube de cuivre reçoit en somme sur sa génératrice, un plissage hélicoïdal, obtenu aux dépens de la longueur du tube, qui diminue.

Ce genre de travail, très économique tant au point de la vue de la rapidité d'exécution qu'à celui du poids du cuivre employé, ne permet pas d'obtenir des filets engendrés par une forme dérivée du triangle, comme il est d'usage dans le filetage mécanique à la filière.

Digitized by Google

Les angles qui déterminent les triangles seraient très difficiles à réaliser, même avec un arrondi au sommet, si cet arrondi n'est pas assez accentué.

Il est donc évident que, pour obtenir un travail normal du cuivre, ces arrondis devront avoir un rayon aussi grand que possible pour éviter les déchirures du métal au moment du filetage.

Le rayon sera aussi grand que possible quand la forme du filet ne comportera plus aucune partie plate et sera entièrement composée de courbes.

Comme nous le verrons par la suite, dans deux systèmes on a adopté le point de vue suivant :

Le culot de lampe et le support de lampe ne pouvant, en raison du peu de rigueur du procédé de construction, être en contact intime sur toute leur surface, sont, même dans les conditions d'exactitude les plus favorables, séparés par un certain vide que nous appelons le jeu.

Supposant une ligne partageant ce jeu en deux parties égales dans toute son étendue, on obtient ainsi un profil fictif appelé théorique ou idéal, qui serait celui de pièces imaginaires absolument parfaites de fini et de précision.

C'est ce profil théorique ou idéal qui est le point de départ du profil des pièces industrielles.

Il est déterminé par deux arcs de cercle de même rayon égal à e (fig. 4).

Le profil des pièces elles-mêmes est concentrique à ce tracé théorique ou idéal et ainsi les rayons de courbure r des parties saillantes égalent e moins la moitié du jeu et les rayons de courbure R des parties creuses sont égaux à e plus la moitié du jeu.

Il en résulte que le jeu, mesuré transversalement à son profil théorique ou idéal, a une largeur partout égale.

Mais cette égalité n'a qu'une utilité apparente, et il est clair que si les deux profils des pièces ainsi obtenues étaient rapprochées à se toucher, le contact se ferait exclusivement sur le sommet des filets et non dans les parties intermédiaires.

De plus, on obtient deux rayons de courbure inégaux, dérivés d'un troisième qui ne doit jamais être réalisé, puisque comme nous le verrons plus loin, le jeu est nécessaire et que ce profil théorique ou idéal ne sera jamais atteint ni par le culot de lampe ni par le support de lampe.

Il semble donc superflu de compliquer le tracé de la forme du filet par la conception d'un profil théorique ou idéal, créé pour les besoins de la cause, sans qu'il en résulte de simplicité dans le tracé.

Nous croyons arriver à moins de complication en adoptant, pour la forme du filet des pièces elles-mêmes, mâle et femelle, une courbe formée par deux arcs de cercle, de rayon égal et se raccordant entre eux par tangence.

On voit sur la figure 5 que les deux courbes ainsi obtenues sont parallèles à elles-mêmes, puisque les rayons de courbure sont égaux et que les centres sont simplement déplacés d'une même quantité sur des lignes parallèles et perpendiculaires à l'axe des pièces filetées.

Il en résulte que le jeu est constant dans tous les plans perpendiculaires à cet axe et que le rapprochement des deux courbes les fait coïncider sur toute leur étendue.

L'étranglement figuré en A est absolument apparent car tous les diamètres de la partie femelle sont augmentés d'une même largeur horizontale de jeu. Or, nous considérons que le jeu doit s'appliquer exclusivement sur les diamètres situés sur un même plan (fig. 5).

Le rayon de courbure est le même partout et il

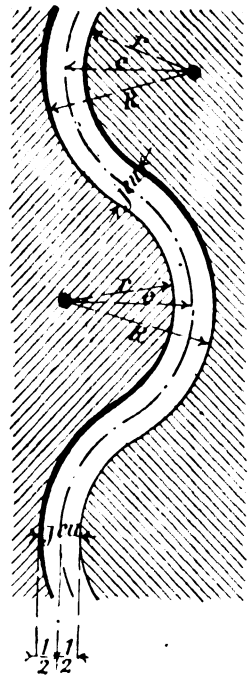


Fig. 4. — Profil théorique.

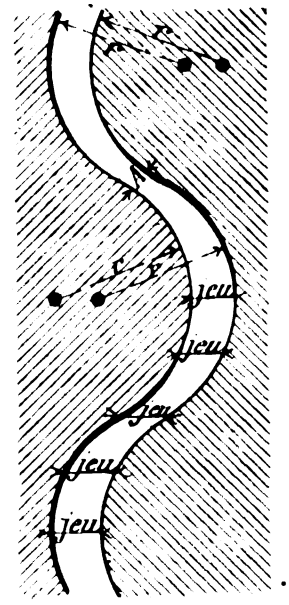


Fig. 5. — Profil proposé.

n'est plus nécessaire de le faire dériver d'une autre courbe.

Nous proposons donc d'admettre que la forme du filet soit déterminée par deux arcs de cercle égaux formant l'un la saillie, l'autre le creux du filet, et se raccordant entre eux par tangence.

Notons ici que les deux profils figurés ci-dessus sont ceux des pièces tout à fait régulières et aussi ajustées que possible. Ce sont les deux profils limites, que la forme du filet du culot de lampe ne doit jamais dépasser en plus, et que la forme du filet du support de lampe ne doit jamais dépasser en moins. En somme, les profils sont limites par excès pour le culot de lampe et par défaut pour le support de lampe.

Voyons maintenant quelle devra être la profondeur du filet.

Au point de vue électrique, comme au point de vue mécanique, les saillies des filets doivent être très

Digitized by Google

accentuées, pour donner un bon contact et pour éviter de foirer, surtout dans les petits diamètres.

D'autre part, pour la fabrication, la profondeur du filet ne doit pas être trop grande, pour éviter les déchirures du métal dont nous parlions plus haut.

Nous constatons que dans les types Edison indiqués par l'Union des Syndicats de l'Électricité, la profondeur maximum du filet, obtenue par la différence des diamètres sur le filet et à fond de filet des culots (D_f-d_f) est la suivante (tableau B).

Pour le type de :

24 mm : 26,55 — 24,25 = 2,3 mm sur le diam., soit les 0,634 du pas, qui est de 3,628 mm

12 mm : 13,9 — 12,3 = 1,6 mm sur le diam., soit les 0,566 du pas qui est de 2,822 mm

8 mm : 9,2 — 8 = 1,2 mm sur le diam, soit les 0,65 du pas qui est de 1,85 mm.

Ce qui donne une moyenne de :

$$\frac{0,634 + 0,566 + 0,65}{3} = \frac{1,850}{3} = 0,617$$

du pas sur le diamètre ou 0,308 sur le rayon.

Cette proportion pourrait être uniformisée à 0,3 ou $\frac{3}{10}$ du pas pour la profondeur du filet. Donc, le pas étant désigné par P, la profondeur du filet serait égale à $\frac{3P}{10}$.

Nous pensons que cette proportion n'est pas exagérée.

En effet, le type pour lequel la déchirure du métal est le plus à craindre est le type de 8 mm où le métal subit le plus de travail en raison de son épaisseur relativement forte par rapport au pas.

Or, nous avons eu en main un échantillon de culot de lampe de 8 mm en laiton (C.G.E.) dans lequel la profondeur du filetage est sensiblement celle que nous indiquons, et le métal n'a pas subi de craquelures

La profondeur du filet ainsi déterminée, nous pouvons maintenant figurer la forme exacte du filet telle que nous l'avons admise précédemment.

Nous indiquons sur la figure 6 que le centre de l'arc déterminant la forme du filet est obtenu en élevant une perpendiculaire sur le milieu de DB qui est lui-même la moitié de CB. Le point de rencontre F de cette perpendiculaire avec AB est le centre de l'arc.

La valeur du rayon de courbure, pour le cas où le profil régulier atteint la profondeur limite du filet, est obtenue par le calcul suivant, basé sur la similitude des deux triangles ABC et EBF.

On a : $$r = \frac{ha}{\frac{3P}{10}} = \frac{10ha}{3P}.$$

Or, $$a = \frac{h}{4}.$$

Donc : $$r = \frac{10h^2}{12P} = \frac{5h^2}{6P}.$$

D'autre part :

$$h^2 = \left(\frac{P}{2}\right)^2 + \left(\frac{3P}{10}\right)^2 = \frac{P^2}{4} + \frac{9P^2}{100} = \frac{25P^2}{100} + \frac{9P^2}{100} = \frac{34P^2}{100}.$$

D'où

$$r = \frac{5 \times 34P^2}{6P \times 100} = \frac{170P^2}{600P} = \frac{17P}{60} = 0,2833...P.$$

La valeur du rayon de courbure est donc les $\frac{17}{60}$ du pas.

Remarquons que cette valeur est égale à la profondeur du filet, diminuée de la valeur du jeu tel que celui-ci va être déterminé par la suite à $\frac{P}{60}$ (p. 17).

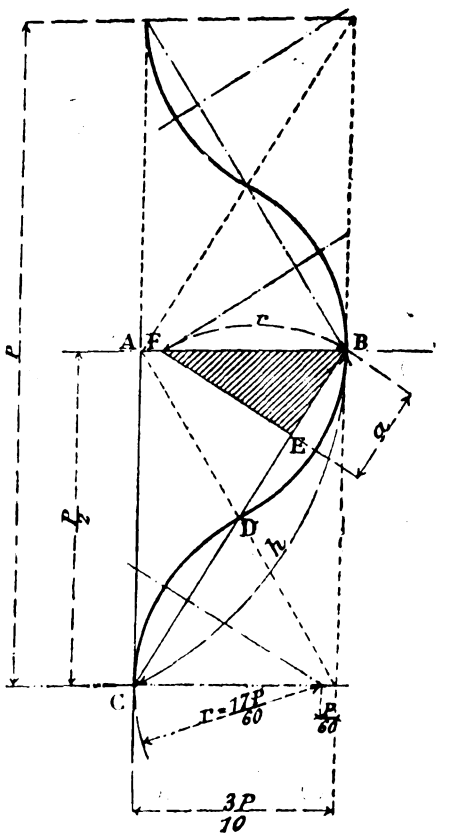


Fig. 6. — Figure du profil.

En effet :

$$\frac{3P}{10} = \frac{18P}{60} \quad \text{et} \quad \frac{18P}{60} - \frac{P}{60} = \frac{17}{60}P.$$

2° Pas du filetage. — Ainsi que nous le disions plus haut, les filetages Edison sont d'origine anglo-américaine. Il est donc certain que les mesures données

Digitized by Google

à ces filetages doivent avoir été déterminées en fonction des mesures anglaises.

Nous constatons en effet que (tableau B) :

Pour le type de 24 mm, le pas est de 3,628 mm correspondant à 7 filets par pouce de 25,4 mm.

Pour le type de 12 mm le pas est de 2,822 mm correspondant à 9 filets par pouce de 25,4 mm.

Pour le type de 8 mm l'Union des Syndicats, en raison des divergences que nous avons déjà signalées, avait adopté le pas métrique de 1,85 qui ne correspond pas à une subdivision du pouce, par suite de l'altération probable des types anglais originaux par les divers constructeurs des différentes nationalités. Mais il est facile de ramener ce pas à une mesure normale en le fixant à 1,814 qui donnerait 14 filets par pouce, c'est-à-dire un filetage deux fois plus fin que celui du type de 24 mm.

En ce qui concerne le type Edison de 36 mm, bien que les pas mesurés sur plusieurs échantillons en notre possession varient de 6,35 à 6,643 mm pour les culots de lampes et de 6,35 à 7,16 mm pour les supports de lampes, nous proposons de le fixer à 6,35 mm correspondant à quatre pas par pouce et adopté pour les différents systèmes en vigueur dans plusieurs contrées, comme nous le verrons par la suite.

Les pas à adopter seraient donc les suivants :

Type de	36 mm	pas 6,35	soit 4	filets par pouce.
—	24 mm	— 3,628	7	—
—	12 mm	— 2,822	9	—
—	8 mm	— 1,814	14	—

3° Diamètre des culots sur le filet et a fond de filet. — Les diamètres des filetages semblent également déterminés d'après les mesures du pouce anglais.

En effet, si sur le tableau B nous considérons le

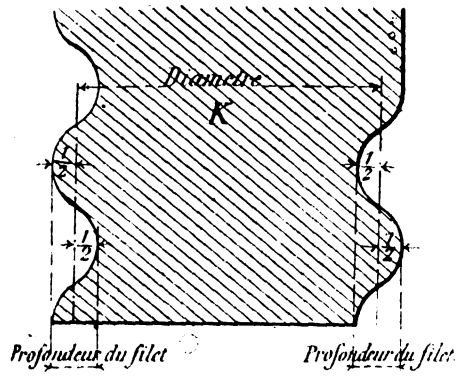


Fig. 7.

type Edison de 24 mm, nous constatons que le diamètre moyen K, tel qu'il est figuré (fig. 7) exactement intermédiaire entre le diamètre maximum sur le filet D_l et le diamètre maximum d_l à fond de filet, des culots de lampes est de $\frac{26,55 + 24,25}{2} = 25,4$ mm, soit exactement un pouce.

Si nous faisons la même opération pour les types de 12 et 8 mm, nous obtenons les résultats suivants :

Pour le type de 12 : $\frac{13,9 + 12,3}{2} = 13,1$.

Pour le type de 8 : $\frac{9,2 + 8}{2} = 8,6$.

Ces deux résultats ne donnent pas exactement des subdivisions du pouce, toujours par suite de l'altération des types originaux amenée par une succession de reproductions insuffisamment exactes, mais on peut admettre les dimensions suivantes, très voisines des résultats ci-dessus et correspondant à des dimensions du pouce.

Pour le type de 12 mm, on peut prendre $K = 12,7$ mm, soit 1/2 pouce.

Pour le type de 8 mm, on peut prendre $K = 8,467$ mm, soit 1/3 pouce.

Enfin, par analogie, le type de 36 mm aurait un diamètre moyen de 38,1 mm ou 1 pouce 1/2, cette mesure s'accordant assez avec celle adoptée dans les systèmes en vigueur, que nous examinerons plus loin.

Nous sommes donc amenés à considérer un diamètre K moyen d'une valeur telle qu'elle soit exactement intermédiaire entre le diamètre maximum sur le filet D_l et le diamètre maximum à fond de filet d_l des culots de lampes (voir plan P).

Ces diamètres moyens seraient les suivants :

Pour le type de :

36 mm	diamètre moyen	K = 38 mm 1 ou 1 pouce 1/2.
24 mm	id.	K = 25 mm 4 ou 1 pouce.
12 mm	id.	K = 12 mm 7 ou 1/2 pouce.
8 mm	id.	K = 8 mm 467 ou 1/3 pouce.

Les diamètres D_l et d_l maxima des culots de lampes deviennent dès lors très faciles à déterminer.

En effet, puisque nous avons admis que la profondeur du filet est sur le rayon les 3/10 du pas, il s'ensuit donc que le diamètre D_l sur le filet des culots de lampes est égal au diamètre moyen K augmenté des 3/10 du pas, et que le diamètre d_l à fond du filet des culots est égal au diamètre moyen K diminué des 3/10 du pas.

D'où :

$$D_l = K + \frac{3P}{10},$$

$$d_l = K - \frac{3P}{10}.$$

Ces deux diamètres D_l et d_l auront par suite une différence égale aux 3/5 du pas.

Nous pouvons donc déterminer les diamètres limites des culots de lampes des divers types en fonction de K de la manière suivante :

Digitized by Google

Pour le type de 36 mm dont le diamètre moyen K est de 38,1 mm.

$$\text{le diam. } D_l \text{ max.} = 38{,}1 + \frac{(3 \times 6{,}35)}{10} = 40{,}00 \text{ mm.}$$

$$\text{le diam. } d_l \text{ max.} = 38{,}1 - \frac{(3 \times 6{,}35)}{10} = 36{,}19$$

Pour le type de 24 mm dont le diamètre moyen K est de 25,4 mm.

$$\text{le diam. } D_l \text{ max.} = 25{,}4 + \frac{(3 \times 3{,}628)}{10} = 26{,}49$$

$$\text{le diam. } d_l \text{ max.} = 25{,}4 - \frac{(3 \times 3{,}628)}{10} = 24{,}31$$

Pour le type de 12 mm dont le diamètre moyen K est de 12,7 mm.

$$\text{le diam. } D_l \text{ max.} = 12{,}7 + \frac{(3 \times 2{,}822)}{10} = 13{,}54$$

$$\text{le diam. } d_l \text{ max.} = 12{,}7 - \frac{(3 \times 2{,}822)}{10} = 11{,}85$$

Pour le type de 8 mm dont le diamètre moyen K est de 8,467 mm.

$$\text{le diam. } D_l \text{ max.} = 8{,}467 + \frac{(3 \times 1{,}814)}{10} = 9{,}01$$

$$\text{le diam. } d_l \text{ max.} = 8{,}467 - \frac{(3 \times 1{,}814)}{10} = 7{,}92.$$

Les calculs ci-dessus donnent des millièmes de millimètre dans les résultats.

Il est bien entendu que les résultats ci-dessus et tous ceux qui vont suivre sont arrondis par rapport à ceux donnés exactement par le calcul.

Nous y avons été conduits par deux préoccupations :

1° Fixer des données en centièmes de millimètre, une plus grande précision ne pouvant être pratiquement obtenue en fabrication ;

2° Obtenir, dans chaque type, des tolérances et des jeux numériquement égaux pour le support de lampe et le culot de lampe, et réaliser, par exemple :

$$D_l \text{ max.} - d_l \text{ max.} = D_s \text{ max.} - d_s \text{ max.}$$

Ces desiderata nous ayant paru fondamentaux, nous avons été obligés, pour parvenir à les réaliser, de transiger dans un sens ou dans l'autre afin d'obtenir la suppression des millièmes de millimètre ; et c'est ce qui explique les apparentes erreurs dans les additions.

4°. Jeu. — Les diamètres ci-dessus concernent les culots de lampes.

Les diamètres des supports de lampes devraient être les mêmes pour obtenir un contact électrique parfait sur toute la longueur de la partie filetée.

Mais le genre de fabrication employé pour ces appareils ne permet pas une précision suffisante pour que ces diamètres soient absolument exacts et que les pièces soient toujours parfaitement rondes.

Nous estimons donc, d'accord sur ce point avec les usages, que le support de lampe minimum doit avoir un diamètre légèrement plus grand que celui du culot de lampe maximum ; cette différence, que nous appellerons le jeu, devant permettre aux deux pièces de visser l'une sur l'autre sans frottement trop dur.

Pour plus de simplicité, nous admettons que le jeu doit être proportionnel à la profondeur du filet, et comme cette profondeur est déjà fonction du pas, il s'ensuit que le jeu sera également exprimé en fonction du pas.

En examinant les filetages Edison du tableau B, nous remarquons que les jeux (c'est-à-dire le diamètre D_s minimum au fond du filetage des supports de lampes, moins le diamètre D_l maximum sur le filetage des culots de lampes) sont les suivants :

Pour le type de 24 mm le jeu est de :
26,65 mm — 26,55 mm = 0,1 mm, soit 0,028 du pas.

Pour le type de 12 mm le jeu est de :
13,96 mm — 13,9 mm = 0,06 mm, soit 0,021 du pas.

Pour le type de 8 mm le jeu est de :
9,3 mm — 9,2 mm = 0,1 mm soit 0,054 du pas,

Les jeux indiqués ci-dessus ne sont pas proportionnels, ils présentent entre eux des différences que nous ne pouvons justifier, mais si nous en faisons la moyenne, nous obtenons :

$$\frac{0{,}028 + 0{,}021 + 0{,}054}{3} = \frac{0{,}103}{3} = 0{,}034$$

du pas sur le diamètre.

Nous proposons d'adopter un jeu égal à 0,033.. c'est-à-dire 1/30 du pas sur le diamètre ou 0,0166.. c'est-à-dire 1/60 du pas sur le rayon ou

$$\frac{P}{30} \text{ sur le diamètre et } \frac{P}{60} \text{ sur le rayon.}$$

Ce jeu nous paraît raisonnable et, par l'examen des autres systèmes, nous serons amenés à en constater de beaucoup plus grands, ainsi que de bien plus faibles.

L'application de cette mesure aux différents types Edison donnerait les chiffres suivants :

Pour le type de 36 mm, le jeu $\left(\frac{P}{30}\right)$ serait de

$$\frac{6{,}35}{30} = 0{,}212 \text{ mm sur le diamètre.}$$

Pour le type de 24 mm, le jeu $\left(\frac{P}{30}\right)$ serait de

$$\frac{3{,}628}{30} = 0{,}121 \text{ mm sur le diamètre.}$$

Digitized by Google

Pour le type de 12 mm le jeu $\left(\frac{P}{30}\right)$ serait de

$$\frac{2,822}{30} = 0,094 \text{ mm sur le diamètre.}$$

Pour le type de 8 mm le jeu $\left(\frac{P}{30}\right)$ serait de

$$\frac{1,814}{30} = 0,060 \text{ mm sur le diamètre.}$$

5° Diamètre des supports de lampes sur le filet et a fond de filet. — Ayant admis que les diamètres des supports de lampes devaient être supérieurs aux diamètres des culots de lampes de la valeur du jeu, il est très simple de déterminer les diamètres des supports de lampes de la façon suivante:

Pour le type de 36 mm : diam. à fond de filet

D_s min. $= D_l$ max. $+ \frac{P}{30}$ ou $40,00 + 0,21 = 40,22$ mm.

Pour le type de 24 mm : diam. à fond de filet

D_s min. $= D_l$ max. $+ \frac{P}{30}$ ou $26,49 + 0,12 = 26,61$ mm.

Pour le type de 12 mm: diam. à fond de filet

D_s min. $= D_l$ max. $+ \frac{P}{30}$ ou $13,54 + 0,09 = 13,64$ mm.

Pour le type de 8 mm: diam. à fond de filet

D_s min. $= D_l$ max. $+ \frac{P}{30}$ ou $9,01 + 0,06 = 9,07$ mm.

De même, on aura :

Pour le type de 36 mm : diam. sur le filet

d_s min. $= d_l$ max. $+ \frac{P}{30}$ ou $36,19 + 0,21 = 36,41$ mm.

Pour le type de 24 mm : diam. à fond de filet

d_s min. $= d_l$ max. $+ \frac{P}{30}$ ou $24,61 + 0,12 = 24,49$ mm.

Pour le type de 12 mm : diam. à fond de filet

d_s min. $= d_l$ max. $+ \frac{P}{30}$ ou $11,85 + 0,09 = 11,95$ mm.

Pour le type de 8 mm diam.: à fond de filet

d_s min. $= d_l$ max. $+ \frac{P}{30}$ ou $7,92 + 0,06 = 7,98$ mm.

6° Tolérances. — Toutes les données précédentes sont telles que leur observation amène l'interchangeabilité, mais les dimensions déterminées ne sauraient être obtenues indéfiniment avec la même précision au cours de la fabrication en série.

L'usure des mandrins et des roulettes, les variations d'épaisseur des tubes de cuivre avant filetage, le jeu ou le faux rond des arbres des tours, la diminution du degré de fini des pièces au cours du travail intensif, sont autant de causes de variations.

Ces variations sont généralement peu importantes, mais elles pourraient arriver à nuire à l'emploi des pièces si elles étaient exagérées.

Il importe donc de fixer des limites éliminatoires à ces variations pour que leur exagération ne donne jamais des pièces inutilisables, et de déterminer des tolérances au delà desquelles les culots ou les supports seront écartés de la vente.

Tout d'abord, nous pensons qu'il ne peut y avoir de tolérance sur le pas ; la moindre variation apportée à ce facteur, multipliée par le nombre de filets en prise, crée l'impossibilité de visser les pièces à fond.

Cependant, nous avons examiné quelques échantillons d'un pas différent à celui généralement admis. Ces différences sont peu sensibles, mais néanmoins s'opposeraient à la pénétration si, pour corriger ce défaut involontaire, on n'avait pas donné un jeu considérable dans les diamètres ; de sorte que le culot de lampe, très libre à son entrée dans le support devient de plus en plus dur à visser à mesure qu'il s'enfonce et est exposé à foirer à cause du peu de pénétration des filets.

Nous ne sommes pas éloignés de croire que les

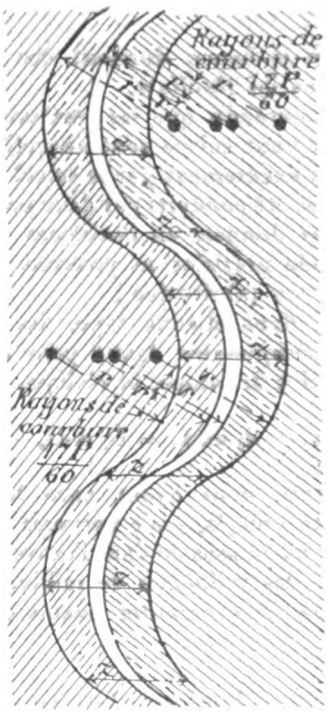


Fig. 8. — Profils des tolérances.

pas inconsciemment inexacts ont conduit peut-être nombre de constructeurs à diminuer les diamètres des culots de lampes ou à augmenter les diamètres des supports de lampes dans le but d'obtenir coûte que coûte la pénétration, causant ainsi les différences de calibre que nous cherchons à faire disparaître.

Donc, les pas doivent être exacts. Il n'en est pas de même pour les diamètres, sur lesquels nous pouvons admettre des tolérances.

En effet, si les filets ne sont pas exactement remplis l'un par l'autre et si le contact n'a pas lieu dans le fond des filets, il ne saurait manquer de se produire sur les flancs de ceux-ci.

Nous pouvons remarquer qu'à fond de filet, s'il y avait du vide entre le culot de lampe et le support de lampe, ce vide ne s'opposerait pas à la pénétra-

Digitized by Google

tion et on pourrait s'en tenir, ainsi que l'avait admis l'Union des Syndicats de l'Électricité, à un diamètre maximum d_f à fond de filet du culot de lampe et à un diamètre minimum D_s à fond de filet du support de lampe.

Mais le diamètre d_f ne peut pas diminuer jusqu'à zéro, ni le diamètre D_s augmenter d'une manière exagérée. Il en résulterait un profil de filet irréalisable avec le tracé que nous avons indiqué et qui consiste en deux arcs de cercle égaux et tangents.

Nous concluons donc, d'accord avec le système de la Compagnie Générale d'Électricité et le système de l'Engineering Standards Committee américain à l'adoption des tolérances pour tous les diamètres, sur le filet et à fond de filet.

Pour plus de simplicité, ces tolérances seront partout égales sur tout le contour de la forme du filet, c'est-à-dire qu'elles seront limitées par la même courbe que celle déterminée sur la figure 6, simplement déplacée parallèlement à elle-même, d'une largeur égale à la tolérance en reculant ou avançant les centres de courbure de la valeur de cette longueur, le rayon demeurant le même.

On obtient ainsi la forme indiquée par le tracé de la figure 8. Les jeux sans tolérance ou avec tolérance sont horizontalement égaux sur tout le contour du filet. L'étranglement figuré sur le dessin, au milieu de la courbure, n'est qu'apparent car, en effet, les largeurs z sont horizontalement partout égales. Il est évident que les tolérances ne peuvent être qu'en moins sur les culots de lampes et en plus sur les supports de lampes, car le contraire s'opposerait à la pénétration des pièces.

Les diamètres D_f et d_f minima seront donc égaux aux diamètres D_f et d_f maxima précédemment déterminés, diminués des tolérances.

Les diamètres D_s et d_s maxima seront égaux aux diamètres D_s et d_s minima précédemment déterminés, augmentés des tolérances.

Reste à déterminer ces tolérances.

Examinons à nouveau les filetages du tableau B.

Nous voyons que ces tolérances représentées par D_f maximum moins D_f minimum sont les suivantes :

Pour type 24 mm la tolérance est de { pour culot de lampe : 26,55 — 26,1 = 0,45 mm ; pour support id. : 24,8 — 24,35 = 0,45 } soit 0,124 du pas.

Pour type 12 mm la tolérance est de { pour culot de lampe : 13,9 — 13,7 = 0,2 ; pour support id. : 12,56 — 12,36 = 0,2 } soit 0,071 du pas.

Pour type 8 mm la tolérance est de { pour culot de lampe : 9,2 — 9 = 0,2 ; pour support id. : 8,3 — 8,1 = 0,2 } soit 0,108 du pas

Nous remarquons des anomalies dans ces chiffres et, pour avoir une base, nous faisons la moyenne des tolérances ci-dessus. Cette moyenne est de

$$\frac{0{,}124 + 0{,}071 + 0{,}108}{3} = \frac{0{,}303}{3} = 0{,}101$$

du pas sur le diamètre ou 0,050 du pas sur le rayon.

Nous proposons d'admettre une tolérance égale à 0,05 du pas, c'est-à-dire 1/20 du pas sur le rayon et 1/10 sur le diamètre,

soit $\frac{P}{20}$ sur le rayon et $\frac{P}{10}$ sur le diamètre.

Nous admettons ainsi pour plus de simplicité, que la tolérance doit être proportionnelle à la profondeur du filet et, comme cette profondeur est déjà fonction du pas, la tolérance exprimée en fonction du pas est également proportionnelle à la profondeur du filet.

La tolérance étant ainsi fixée, on peut facilement déterminer le diamètre D_f minimum du culot de lampe qui est égal à D_f maximum précédemment défini, moins les tolérances. Nous aurons donc :

Pour le type de :

36 mm, D_f min. $= D_f$ max. $- \frac{P}{10} = 40{,}00 - \frac{6{,}35}{10} = 39{,}37$

24 mm, id. $= 26{,}49 - \frac{3{,}628}{10} = 26{,}13$

12 mm, id. $= 13{,}54 - \frac{2{,}822}{10} = 13{,}26$

8 mm id. $= 9{,}01 - \frac{1{,}814}{10} = 8{,}83$

Pour le diamètre d_f minimum, on l'obtiendra en retranchant de d_f maximum prédédemment fixé, la valeur des tolérances, ce qui donne :

Pour le type de :

36 mm, d_f min. $= d_f$ max. $- \frac{P}{10} = 36{,}19 - \frac{6{,}35}{10} = 35{,}56$

24 mm, id. $= 24{,}31 - \frac{3{,}628}{10} = 23{,}96$

12 mm, id. $= 11{,}85 - \frac{2{,}822}{10} = 11{,}57$

8 mm, id. $= 7{,}92 - \frac{1{,}814}{10} = 7{,}74$

Ayant également déterminé précédemment D_s et d_s minima, il y a lieu, pour obtenir les valeurs maxima de ces diamètres, d'y ajouter les tolérances, ce qui donne pour D_s maximum :

Pour le type de :

36 mm, D_s max. $= D_s$ min. $+ \frac{P}{10} = 40{,}22 + \frac{6{,}35}{10} = 40{,}85$

24 mm, id. $= 26{,}61 + \frac{3{,}628}{10} = 26{,}97$

12 mm, id. $= 13{,}64 + \frac{2{,}822}{10} = 13{,}92$

8 mm, id. $= 9{,}07 + \frac{1{,}814}{10} = 9{,}25$

et pour d_s maximum :

Pour le type de :

36 mm, d_s max. $= d_s$ min. $+ \frac{P}{10} = 36{,}41 + \frac{6{,}35}{10} = 37{,}04$

Digitized by Google

24 mm, d_s max. $= d_s$ min. $+ \frac{10}{P} = 24{,}43 + \frac{3{,}628}{10} = 24{,}79$

12 mm, id. $= 11{,}95 + \frac{2{,}822}{10} = 12{,}23$

8 mm, id. $= 7{,}98 + \frac{1{,}814}{10} = 8{,}16$

Relations entre les différents diamètres et le diamètre moyen K. — D'après toutes les données précédentes, nous récapitulons ci-dessous les diamètres obtenus en indiquant leur expression en fonction du pas et du diamètre moyen K.

1° *Pour les culots de lampes.*

d_l max. $= K - \frac{3P}{10}$ ou $K - 0{,}3P$

d_l min. $= d_l$ max. — tolérances $= K - \left(\frac{3P}{10} + \frac{P}{10}\right)$

id. $= K - \frac{4P}{10}$ ou $K - 0{,}4P$

D_l max. $= K + \frac{3P}{10}$ ou $K + 0{,}3P$

D_l min. $= D_l$ max. — tolérances $= K + \left(\frac{3P}{10} - \frac{P}{10}\right)$

id. $= K + \frac{2P}{10}$ ou $K + 0{,}2P$.

2° *Pour les supports de lampes.*

d_s min. $= d_l$ max. + jeux $= K - \left(\frac{3P}{10} - \frac{P}{30}\right)$

id. $= K - \left(\frac{9P}{30} - \frac{P}{30}\right)$

id. $= K - \frac{8P}{30}$

id. $= K - \frac{4P}{15}$ ou $K - 0{,}266...P$

.....

d_s max. $= d_s$ min. + tolérances $= K - \frac{3P}{10} - \left(\frac{P}{10} + \frac{P}{30}\right)$

id. $= K - \frac{9P}{30} - \left(\frac{3P}{30} + \frac{P}{30}\right)$

id. $= K - \left(\frac{9P}{30} - \frac{4P}{30}\right)$

id. $= K - \frac{5P}{30}$

id. $= K - \frac{P}{6}$ ou $K - 0{,}166...P$

D_s min. $= D_s$ max. + jeux $= K + \left(\frac{3P}{10} + \frac{P}{30}\right)$

id. $= K + \left(\frac{9P}{30} + \frac{P}{30}\right)$

id. $= K + \frac{10P}{30}$

id. $= K + \frac{P}{3}$ ou $K + 0{,}333...P$

.....

D_s max. $= D_s$ min. + tolérances $= K + \left(\frac{3P}{10} + \frac{P}{30} + \frac{P}{10}\right)$

D_s max. D_s min. + tolérances $= K + \left(\frac{9P}{30} + \frac{P}{30} + \frac{3P}{30}\right)$

id. $= K + \frac{13P}{30}$ ou $K + 0{,}433...P$

7° Divers. — Les cotes C_l et C_s, longueurs des parties filetées, ainsi que A_l et B_s, hauteur du talon et hauteur de la chemise au-dessus du contact, ont moins d'importance que les précédentes.

Il est bon toutefois, dans l'intérêt du contact électrique, que les longueurs des parties filetées soient telles qu'on ait toujours au moins trois filets en prise, sans que le vissage des culots de lampes sur les supports de lampes ait d'autre arrêt dans sa course que la butée du talon de la lampe sur le plot du fond du support.

Ces conditions étant presque partout réalisées avec les dimensions indiquées au tableau B, nous laisserons ces dimensions sans changement en ce qui concerne les cotes C_l, A_l, C_s et B_s, sauf pourtant pour la cote C_s du type de 8 mm, cette cote étant portée de 6 à 8,5 mm pour être certain de la butée du talon du culot de la lampe sur le plot du fond du support de lampe.

Nous remarquons, au sujet de ce type de 8 mm, qu'il était défini au tableau B par des nombres comportant des décimales.

Nous rappelons qu'on avait été conduit à adopter ces nombres en présence de la grande diversité des dimensions des échantillons étrangers qui ont été examinés en 1910.

Ces échantillons présentaient en effet entre eux de telles différences qu'il n'a pas paru rationnel à cette époque de se baser sur leur observation pour en tirer des données auxquelles la majorité de ces échantillons aurait donné satisfaction.

Il a donc été nécessaire de se borner à admettre des chiffres moyens et, en raison de leur peu de rigueur, il avait été jugé possible d'arrondir ces chiffres pour exprimer les dimensions du type de 8 mm par des divisions autant que possible millimétriques.

Le système que nous venons de décrire nous conduit à employer pour désigner le type de 8 mm des nombres qui, quoique exprimés comme pour les autres types, avec deux décimales, sont du moins reliés par un rapport logique avec les dimensions de ces autres types.

Toutes les dimensions étant fixées, il est clair que le culot de lampe minimum doit encore tenir vissé dans le support de lampe maximum et non entrer et sortir librement en traversant sans visser. Il est même désirable que les filets se pénètrent le plus possible dans le cas dont nous venons de parler. Nous sommes donc amenés à considérer un nouvel élément, que nous appellerons pénétration minimum et qui représente la profondeur des filets se chevauchant et demeurant en prise quand un culot de lampe minimum est vissé dans un support de lampe maximum.

Cette pénétration, sur le rayon, est égale à

$$\frac{D_l \text{ min.} - d_s \text{ max.}}{2}.$$

Digitized by Google

Dans le système de l'Union des Syndicats, elle est égale, pour les supports de

	24 mm	12 mm	8 mm
à	0,65	0,57	0,35
soit	0,18 P	0,20 P	0,19 P

Avec les données que nous proposons, cette pénétration est uniformément égale à la profondeur maximum $\frac{3P}{10}$ diminuée du jeu $\frac{P}{60}$ et de deux fois la tolérance $\frac{P}{20}$ c'est-à-dire

$$\frac{3P}{10} - \left(\frac{P}{60} + \frac{P}{10}\right) = \frac{18P}{60} - \left(\frac{P}{60} + \frac{6P}{60}\right)$$

$$= \frac{18P}{60} - \frac{7P}{60} = \frac{11P}{60} = 0{,}183\ldots P$$

Cette pénétration peut aussi se déterminer par les valeurs de $\frac{D_l \text{ min.} - d_s \text{ max.}}{2}$ soit :

$$\frac{\left(K + \frac{2P}{10}\right) - \left(K - \frac{P}{6}\right)}{2} = \frac{\frac{2P}{10} + \frac{P}{6}}{2} = \frac{\frac{12P}{60} + \frac{10P}{60}}{2}$$

$$= \frac{\frac{22P}{60}}{2} = \frac{22P}{120} = \frac{11P}{60} = 0{,}183P.$$

Ce résultat s'approche beaucoup de celui admis par l'Union des Syndicats et nous en rencontrerons, dans les autres systèmes, de beaucoup plus faibles.

Toutes les dimensions que nous venons de déterminer sont indiquées dans le tableau G, où toutes les données sont récapitulées.

TABLEAU G. — *Système proposé.*

SYMBOLES	DÉSIGNATIONS (Fig. 2 et 3).	TYPE GOLIATH — TYPE 36 mm — TYPE 1 1/2		TYPE COURANT — TYPE 24 mm — TYPE 1		TYPE RÉDUIT — TYPE 12 mm — TYPE 1/2		TYPE MIGNONNETTE — TYPE 8 mm — TYPE 1/3	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
	Culots de lampes.								
d_l	Diamètre au fond du filetage.	35,56	36,19	23,95	24,31	11,57	11,85	7,74	7,92
D_l	Diamètre sur le filetage	39,37	40,00	26,13	26,49	13,26	13,54	8,83	9,01
C_l	Longueur de la partie filetée.	26		14		11		8	
A_l	Longueur du talon.....	8	9	7	8	3,5	4,5	1,8	2,3
	Pas	6,350 = 4 pas par"		3,628 = 7 pas par"		2,822 = 9 pas par"		1,814 = 14 pas par"	
	Supports de lampes.								
d_s	Diamètre sur le filetage	36,41	37,04	24,43	24,79	11,95	12,23	7,98	8,16
D_s	Diamètre au fond du filetage.	40,22	40,85	26,61	26,97	13,64	13,92	9,07	9,25
C_s	Longueur de la partie filetée .	27		15		12		8,5	
B_s	Hauteur de la chemise au-dessus du contact	29	32	18	20	12,5	14	9	9,5
	Pas	6,350 = 4 pas par"		3,628 = 7 pas par"		2,822 = 9 pas par"		1,814 = 14 pas par"	

(*A suivre.*)

Ch. ZETTER.

Revues, analyses et informations

Influence de la densité de courant dans le raffinage électrolytique du cuivre (1).

La densité de courant en ampères par centimètre carré de surface active de cathode est le facteur primordial dont il faut tenir compte dans le projet et la conduite d'une installation électrolytique, car elle a une répercussion très sensible sur le coût par kilogramme de dépôt cathodique, le prix initial d'installation et la pureté métallurgique du produit.

L'intérêt est donc d'obtenir une densité aussi élevée que possible, mais on se trouve limité par la température de l'électrolyte, car la plus grande partie de l'énergie électrique est convertie en chaleur par la résistance ohmique du bain et à 65° C environ un liquide commence à émettre suffisamment de vapeur pour rendre le séjour près du bain assez pénible et diminuer l'efficacité du contrôle.

TEMPÉRATURE DE L'ELECTROLYTE. — Dans la pratique ordinaire, avec une densité modérée, pour obtenir une température du bain de 54° C environ, il faut suppléer à l'insuffisance du chauffage ohmique de l'électrolyte par une source calorifique extérieure, et l'on utilise à cet effet soit la vapeur vive, soit la vapeur d'échappement d'une machine motrice.

(1) Lawrence ADDICKS. *Electrician*, 29 juin 1917, p. 498-499, 2400 mots, 3 fig., 3 tab.

Digitized by Google

Toutefois, il devient intéressant de comparer le coût du chauffage et le gain qui en résulte pour l'opération.

En ce qui concerne la valeur de la résistance ohmique, l'auteur a trouvé, qu'en général, elle se répartissait en 55,1 pour 100 pour la résistance de l'électrolyte, 10.5 pour 100 pour la résistance des conducteurs et 14 pour 100 environ pour les contacts de l'anode et de la cathode.

L'augmentation de la température de l'électrolyte en diminue la résistance dans la proportion de 1 pour 100 par degré centigrade, avec, comme contre-partie bien faible, l'augmentation de la valeur des résistances métalliques et des contacts.

Quand on emploie une densité de 0,017 A : cm² de surface de cathode, sans chauffer l'électrolyte, on obtient dans les cas ordinaires une température du bain de 12° C au-dessus de la température ambiante qui est de 21 à 22° dans les salles fortement humides.

Comme le coefficient de température de 1 pour 100 par degré centigrade est élevé, l'auteur examine l'intérêt d'un chauffage indirect de l'électrolyte par la vapeur et suivant les essais qu'il a réalisés sur un autre bain, il a trouvé qu'entre la température du bain, les ampères et volts de l'entrée de l'anode à la sortie de la cathode, on pouvait écrire la relation

$$\text{Watts par cuve} = 48.4\,[^{\circ}\text{C bain} - {}^{\circ}\text{C atmosphère} - 4.5$$

qui, appliquée au cas d'une température ambiante de 21° C et de 65°5 à l'électrolyte donne une dépense de 12 000 w. La résistance intérieure du bain était de 0,00003 ohm, ce qui correspondait à un courant de 20 000 A et à une densité de 0,0688 A : cm², beaucoup trop élevée pour une marche normale du procédé.

Avec une densité plus faible de 0,05 A : cm², l'électrolyte atteignait 48° C et l'usage du chauffage du bain par la vapeur n'était plus justifié.

A des densités plus faibles encore, l'auteur use du chauffage par la vapeur.

Un autre résultat du chauffage de l'électrolyte est d'augmenter la dissolution du cuivre dans l'électrolyte par l'effet oxydant du bain à température élevée ; si, en effet, le cuivre n'est pas ordinairement attaqué dans une solution diluée d'acide sulfurique, il arrive cependant ici que la solution, aérée par sa circulation successive dans les bacs, permet à l'oxygène dissous sous l'influence de la chaleur d'amener une corrosion rapide du cuivre.

Cet effet, selon les circonstances, peut être nuisible ou au contraire recherché.

Si, par exemple, on procède au raffinage d'anodes presque pures, l'excès de cuivre de l'électrolyte augmente et se trouve ordinairement éliminé sous le nom d'anode insoluble et cette perte tend à balancer le gain dû au chauffage du bain.

Si, au contraire, l'anode renferme un pourcentage élevé de nickel, cobalt..., une partie du courant est employée à dissoudre ces substances à l'anode pendant qu'il dépose un équivalent de cuivre à la cathode, de telle sorte que le nickel, le cobalt se dissolvent dans l'électrolyte qui s'appauvrit en cuivre. C'est alors que l'addition dans le bain de cuivre, libéré par corrosion chimique, est à rechercher ; cette dissolution supplémentaire de cuivre est effectivement pratiquée, dans les cas de forte teneur de l'anode en métaux étrangers, par l'usage de charges formées de rognures de cuivre.

Le plus important résultat qui découle du chauffage de l'électrolyte se trouve dans l'amélioration du produit obtenu ; la cathode est plus unie et plus dense et, à l'anode, l'augmentation de température y amène une circulation locale qui la dégage de la solution dense de sulfate de cuivre formé et évite en même temps la stratification des dépôts dans le bac.

Quand le courant passe à travers une solution froide, sans circulation de l'électrolyte, on remarque que bientôt les électrodes se recouvrent de bulles gazeuses, la tension présente de violentes fluctuations, les boues de l'anode sont agitées, mises en suspension dans le bain et entraînées vers la cathode qu'elles viennent salir. Si l'électrolyte est en mouvement, une circulation méthodique atténue ces effets, mais on se trouve limité dans la vitesse par l'entraînement mécanique des boues qui peut en résulter ; d'autre part, cette circulation nécessite une faible densité de courant, sans cela les bulles gazeuses réapparaissent, de telle sorte qu'avec un bain froid et une anode impure, on est conduit à une installation d'importance anormale.

Quand au contraire l'électrolyte est chauffé, la densité limite peut être notablement accrue et l'auteur en conclut que :

1° La température du bain peut être portée au voisinage de la limite pratique de 65° C pour employer une forte densité de courant selon le but à atteindre ;

2° A moins d'être dans des conditions exceptionnelles, de forte densité de courant, l'emploi d'un chauffage extérieur au bain est nécessaire pour maintenir cette température ;

3° Avec un emploi judicieux de la vapeur d'échappement, ce chauffage se fera sans frais.

Puissance. — Pour illustrer son étude, l'auteur a fait des essais sur un bain présentant une résistance de 0,0000766 ohm et une force contre-électromotrice de 0,010 V par cuve ; celle-ci contient 24 paires d'anodes et de cathodes de 0,610 m × 0,914 m, présentant une surface de 4,45 m² ; le rendement en intensité du courant était de 90 pour 100 de sa valeur.

Il a constaté que la puissance consommée par kilogramme de cuivre produit croît à peu près proportionnellement à la densité du courant, mais à condition que la constance de la résistance du bain soit réalisée par chauffage à la vapeur.

Si la densité de courant est élevée, la chaleur dissipée dans le bac augmentera comme il a été dit, et cela diminuera d'autant l'appel de vapeur du chauffage et viendra en déduction du coût du courant.

Il est évident que le prix du kilowatt-heure aura une importance primordiale dans la question ; en fait, il sera toujours possible de comparer le coût de l'énergie en divers cas avec la densité de courant utilisée et d'en conclure une relation constante.

Coût de première installation. — Dans les essais de l'auteur, l'équipement du bac revenait à 1 500 fr et l'installation de force motrice à 400 fr par kilowatt.

Bien que le premier chiffre dépende du rendement en cathode par jour et par bac et le second avec la demande en kilowatts, tous deux sont fonction de la densité de courant et leur relation s'établit suivant les données du tableau I.

Main-d'œuvre. — Elle consiste dans la surveillance des bacs pour en maintenir les constantes, insérer ou retirer les électrodes suivant les besoins. La plus grande difficulté qu'elle éprouve consiste à maintenir l'efficacité du courant à sa plus haute valeur en dépit du nombre élevé de courts-circuits causés par les dépôts rugueux sur les cathodes, et le seul moyen dont on dispose consiste soit à augmenter le travail de contrôle, soit à diminuer l'usage des cathodes après

Digitized by Google

TABLEAU I. — *Relations entre la densité de courant et le prix de premier établissement.*

DENSITÉ de courant cathodique en A : cm²	POIDS DU CUIVRE par bac et par jour en kg	PRIX D'ÉTABLISSEMENT du bain par kg de cuivre produit journellement en fr	ENERGIE PAR KG de cuivre en w-h	PUISSANCE PAR KG de cuivre produit par jour en w	PRIX D'ÉTABLISSEMENT de la force motrice en fr	PRIX TOTAL d'établissement par kg de cuivre produit journellement en fr
0,0053	36,75	41,25	115	4,75	1,80	43,05
0,0107	73,50	21,30	130	9,10	3,75	24,85
0,0161	110,00	18,75	320	13,30	5,55	24,30
0,0215	147,00	10,70	425	17,75	7,50	18,20
0,0269	183,75	8,60	530	22	9,25	17,85
0,0323	221,00	7,10	645	26,10	11,10	18,20
0,0377	256,50	5,95	740	30,50	12,70	18,65
0,0430	294,75	5,30	840	35	14,65	19,95

qu'on a naturellement augmenté la circulation de l'électrolyte jusqu'à la limite d'entraînement des boues.

Effectivement, si la densité de courant augmente, on sacrifie un peu du rendement et on accroît le travail de surveillance, mais on réduit le temps nécessaire à l'électrodéposition, de sorte qu'il y ait compensation.

DURÉE DES ÉLECTRODES. — La durée des anodes et la proportion de débris d'anode ont une relation assez faible avec la densité de courant ; il n'en est pas de même pour les cathodes.

La figure 1 et le tableau II donnent pour diverses instal-

TABLEAU II. — *Relations entre la densité de courant et l'âge de la cathode.*

DENSITÉ de courant cathodique en A : cm²	POIDS DU CUIVRE par bac et par jour en kg	POIDS DU CUIVRE par jour et par cathode en kg	AGE de la cathode en jours	POIDS PAR CATHODE en kg	NOMBRE DE CATHODES PAR TONNE
0,0053	36,75	1,54	100	154	5,9
0,0107	73,50	3,04	37	112	8,1
0,0161	110,00	4,54	15,2	68	13,0
0,0215	147,00	6,13	9,6	58	15,3
0,0269	183,75	7,67	6,8	52	17,4
0,0323	221,00	9,17	5,2	47	19
0,0377	256,50	10,52	4,0	42	21,1
0,0430	294,75	12,26	3,2	39	23,3

lations la relation entre diverses densités de courant et la durée des cathodes.

EFFETS MÉTALLURGIQUES DE LA DENSITÉ DE COURANT. — Une grande densité de courant donne toujours des troubles à l'anode quand on traite des produits impurs et conduit habituellement à des surtensions anormales. Quand on raffine des anodes de pureté normale, les troubles dus aux boues augmentent en même temps que la densité et sont dus à la nécessité d'augmenter la circulation de l'électrolyte et aussi aux effets calorifiques et aux gaz à la surface de l'anode.

L'auteur donne en conclusion, dans le tableau III, des élé-

TABLEAU III. — *Relation générale entre la densité du courant et les prix.*

AMPÈRES PAR CM² DE CATHODE	KILOWATTS-HEURE PAR TONNE	PRIX D'ÉTABLISSEMENT PAR TONNE ET PAR JOUR	COUT EN FRANCS PAR TONNE											
			Intérêt et dépréciation.	Intérêt du métal.	Pertes de métal.	Main-d'œuvre.	Coût de l'énergie en fonction du prix du kw-h			Coût total en fonction du prix du kw-h				
							0,00525	0,0130	0,0262	0,0525	0,00525	0,0130	0,0262	0,0392	0,0525
0,0053	1,04	39,75	22,00	35,15	0,475	0,95	0,525	1,375	2,720	4,120	5,350	59,80	61,20	62,70	63,80
0,0107	1,95	23,00	12,75	17,75	1,320	1,25	1,050	2,630	5,220	7,850	10,400	33,90	35,50	38,10	40,60	43,25
0,0161	2,90	18,00	10,00	11,70	2,500	2,05	1,530	3,850	7,650	11,500	15,250	27,40	30,00	33,85	37,80	41,40
0,0215	3,86	16,50	9,15	8,80	3,950	2,40	2,050	5,100	10,200	15,300	20,300	26,80	29,40	34,50	39,50	44,60
0,0269	4,80	16,30	9,00	7,00	5,900	2,75	2,530	6,300	12,650	19,000	25,200	27,10	30,90	37,25	43,55	49,85
0,0323	5,74	16,50	9,15	5,85	8,400	3,00	3,000	7,600	15,100	22,800	30,050	240	34,00	41,40	48,95	56,40
0,0377	6,70	17,25	9,60	5,00	11,800	3,30	3,530	8,650	17,700	26,500	35,200	33,20	38,50	47,35	56,10	64,80
0,0430	7,60	18,00	10,00	4,35	15,750	3,70	4,000	10,260	20,100	30,200	40,050	37,75	43,90	53,90	63,90	73,80

Digitized by Google

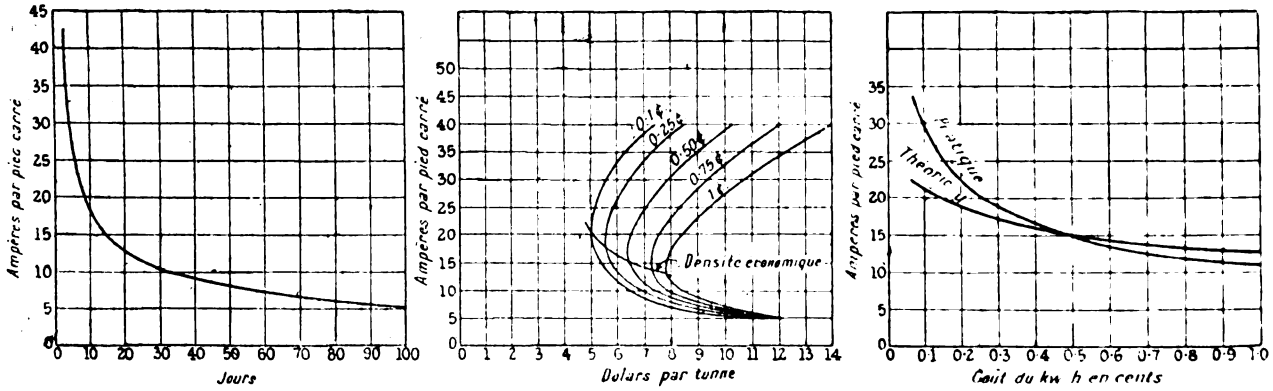


Fig. 1. Valeurs pratiques de la densité de courant en fonction de l'âge des cathodes. — Fig. 2. Densité de courant en fonction du coût total de l'opération. — Fig. 3. Densités de courant théorique et pratique en fonction du coût du kw-h.

ments relatifs à la production en fonction de la densité du courant, et en relation avec divers prix du kilowatt-heure. Quant aux figures 2 et 3, elles sont relatives au prix du cuivre pratiqué avant la guerre sur la base de 181 fr les 100 kg.

J. D.

Notes pratiques

Une série de tours de main pour la soudure électrique (1). — Un certain nombre de brevets américains ont été accordés à Thomas E. Murray, de New-York City, pour plusieurs perfectionnements apportés aux applications de la soudure électrique.

Les figures 1 à 6 reproduisent les plus intéressants. 1° A la surface de l'une des pièces à souder et au droit du joint à réaliser, on fore une cavité dans laquelle se rassemble le métal fondu. 2° La figure 1 schématise la soudure d'une plaque à l'extrémité d'un tuyau. On emploie une électrode circulaire coulissant sur le tuyau et ayant une conductivité supérieure à celle de ce dernier. 3° Une machine soude automatiquement et successivement une série de joints. 4° En faisant passer un courant d'intensité modérée à travers la jonction, on modère la vitesse de refroidissement en même temps que l'on effectue le recuit de la pièce finie ; le dispositif est représenté en figure 2. 5° Pour faire disparaître les bavures et les protubérances de plaques et

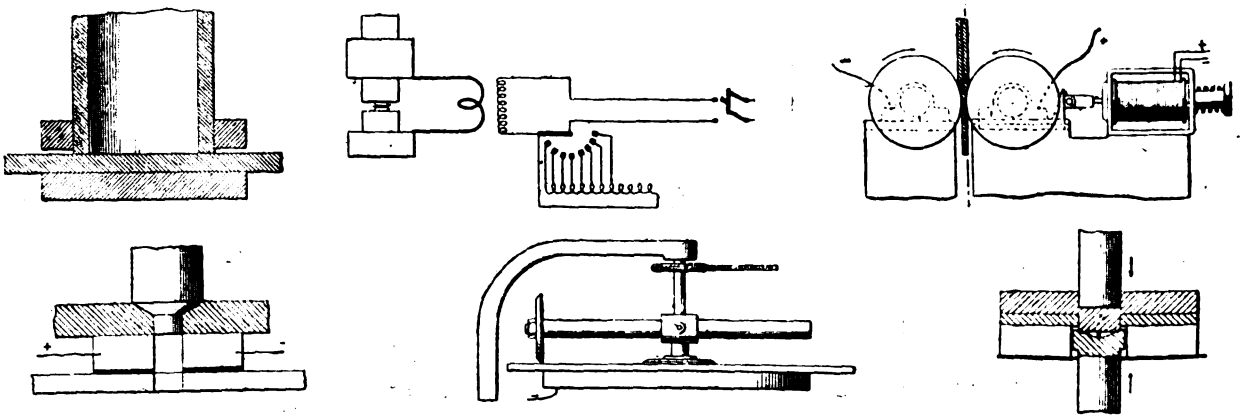


Fig. 1. Soudure d'une plaque en bout d'un tuyau. — Fig. 2. Recuit électrique des plaques soudées. — Fig. 3. Laminage des soudures à recouvrement. — Fig. 4. Alésage d'un trou. — Fig. 5. Découpage électrique des disques métalliques. — Fig. 6. Rivetage par soudure électrique.

de barres, on peut laminer la soudure entre deux cylindres tournants qui servent en même temps d'électrodes, comme le montre la figure 3. La chaleur dégagée par le courant, en ramollissant le métal, favorise la compression. 6° On alèse un trou percé dans une plaque en chauffant celle-ci, puis en forçant dans le trou un outil de forme appropriée. La figure 4 schématise ce dispositif. 7° Murray découpe les disques métalliques à l'aide d'une électrode faite à l'instar des cisailles rotatives et qui se déplace suivant le pourtour d'un cercle en même temps que la contre-électrode ; c'est ce que la figure 5 montre clairement. 8° Enfin la figure 6 explique un procédé de rivetage ou de soudure par points de deux plaques. L'une est percée d'un trou ; l'autre est placée au-dessus. Avec un poinçon, qui sert simultanément d'électrode, on force une partie de la plaque supérieure rendue malléable à pénétrer dans le trou sous-jacent ; puis on fait la soudure.

(1) *Electrical Review*, Chicago. 9 février 1918, t. LXXII, p. 225, 6 fig.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Congrès général du Génie civil (*Suite*)

TRAVAUX DE LA SECTION IV (*Suite*)

L'utilisation des gaz et autres sous-produits dans l'industrie sidérurgique (1).

Le rapporteur étudie les procédés d'utilisation des sous-produits de l'industrie sidérurgique dont la récupération est une des causes de la prospérité de cette industrie au même titre que l'alimentation facile en matières premières.

La valeur des sous-produits de distillation de la houille dans ces fours à coke atteignait, avant la guerre, 2,50 fr par tonne de houille distillée. Parmi ces sous-produits, l'huile de goudron dont le pouvoir calorifique inférieur varie entre 8 850 et 9 000 calories par kilogramme peuvent rendre des services très appréciables : elle peut servir de combustible pour les moteurs Diesel (200 à 225 g par cheval-heure) ou encore remplacer la houille dans les foyers ordinaires; elle présente alors les avantages suivants : réduction du poids de combustible à transporter ; déchet presque nul dans le transport ; utilisation maxmium du combustible sans aucun décrassage, ni arrêt, inévitables avec le charbon aussi bien sur la grille que dans des gazogènes ; réglage facile et exact de la combustion par un simple jeu de vannes ou de robinets ; oxydation minimum des surfaces métalliques chauffées et pureté de la flamme en raison de l'absence de soufre ; températures plus élevées et plus régulières qu'avec la houille ; construction simple des fours à naphte, sans carnaux ni cheminée, le tirage étant inutile, voire même nuisible au rendement des appareils.

Les autres produits de la distillation, benzol, naphtaline, brai, etc., ne sont pas à dédaigner et méritent d'être récupérés ; les poussiers de coke eux-mêmes, mélangés avec de la poix de cellulose fournissent de très bonnes briquettes. Les gaz de fours à coke disponibles pourront être employés : à la production de la vapeur dans des chaudières munies de chambres de combustion et de brûleurs spéciaux ; au chauffage des fours métallurgiques ; à l'éclairage des villes ; à la production de force motrice dans les moteurs à gaz ; à la mise en stock de ces gaz, soit dans des récipients à haute pression qui serviraient à actionner des automobiles ou des locomotives, soit sous forme d'azotate d'ammonium ou d'acide azotique.

Le rapporteur examine ensuite l'utilisation des sous-produits des hauts fourneaux. Les gaz de hauts fourneaux peuvent être utilisés, après épuration au premier degré, au chauffage du vent dans les appareils Cowper ; à la production de vapeur, dans ce cas, si le gaz est épuré par voie humide, il en faut 1,2 m^3 pour vaporiser 1 kg d'eau, s'il est épuré par voie sèche il n'en faut qu'un mètre cube ; à la production de force motrice dans des moteurs à gaz, on peut même dans ce cas utiliser la chaleur des gaz d'échappement du moteur pour produire de la vapeur, on a obtenu ainsi 0,8 kg de vapeur à la pression de 8 kg : cm^2 par cheval-heure du moteur, soit 10 ch pour 100 ch du moteur à gaz ; au chauffage des fours et autres appareils métallurgiques à la condition de chauffer l'air de combustion ; au chauffage des fours à coke à double chambre, ce qui permettrait de rendre disponible la totalité des gaz riches des fours à coke.

Les poussières du gueulard ainsi que les boues peuvent également être utilisées de différentes manières suivant leur composition.

Les laitiers siliceux sont employés pour des empierrements, remblayages ou comme ballast ; en envoyant un jet de vapeur dans le laitier liquide on obtient la « laine « de laitier » qui est un excellent calorifuge. Les laitiers calcaires après avoir été soumis à la granulation servent au remblayage hydraulique des mines ; on les emploie également à la fabrication des briques silico-calcaires, à celle du ciment de laitier ordinaire et à celle du ciment de Portland. On a essayé également de récupérer la chaleur du laitier pour la production de la vapeur.

Dans les aciéries les scories Thomas sont récupérées et employées comme engrais phosphatés après broyage et tamisage. Certaines scories Martin de fours à sole basique sont utilisées d'une façon analogue.

La chaleur perdue dans les fours Martin peut être récupérée et servir à la production de vapeur.

Dans les laminoirs et forges, on peut également utiliser la chaleur perdue dans les fours à réchauffer pour la production de vapeur, mais il vaut mieux utiliser toute la chaleur produite par le combustible au chauffage du métal même. Ces fours à gaz donnent à ce point de vue d'excellents résultats et le rapporteur préconise l'emploi de batteries centrales de gazogènes desservant tous les fours à réchauffer des forges et laminoirs y compris les fours Martin.

Dans de nombreuses usines les gros trains, tels que bloomings, trains à poutrelles et à rails et les presses à forger de grande puissance sont actionnés par des machines réversibles à vapeur. La vapeur d'échappement de ces machines sera très avantageusement utilisée

(1) Rapport de M. Alexandre Gouvy.

Digitized by Google

pour l'alimentation de turbo-génératrices à basse pression munies d'accumulateurs Rateau.

Pour terminer son étude, M. Alexandre Gouvy en tire les conclusions que nous résumons ci-dessous :

1° Lors de chaque installation nouvelle de fours à coke, il y aura lieu d'envisager la récupération de la totalité des gaz riches produits, le chauffage des fours étant assuré, suivant les cas, par des gaz pauvres, soit de gazogènes appropriés au combustible à bon marché dont on disposera, soit de hauts fourneaux se trouvant à proximité des fours à coke.

2° On devra chercher à développer en même temps les applications variées de gaz riches des fours à coke, les combinant avec celles des gaz de hauts fourneaux, aussi bien dans des moteurs à gaz que pour le chauffage métallurgique, établissant dans chaque cas particulier un programme méthodique.

3° La récupération des sous-produits des fours à coke était déjà réalisée avant la guerre, il n'y a pas lieu de s'y arrêter, il convient seulement d'insister sur l'utilité de l'extraction des huiles lourdes de goudron qui peuvent servir non seulement à actionner les moteurs Diesel, mais aussi à chauffer les foyers métallurgiques. Pour le transport des naphtes et pétroles, il y aurait lieu d'envisager la construction de navires-citernes et de wagons-citernes et l'aménagement de certains ports.

4° Il serait désirable d'utiliser les gaz de fours à coke pour l'éclairage des villes, mais il faudrait pour cela modifier les règlements actuels sur la qualité des gaz d'éclairage qui ne conviennent plus aux appareils à incandescence.

5° Mise en stock par les procédés indiqués plus haut des gaz de fours à coke disponibles à certaines heures de la journée et pendant les jours fériés.

6° Utilisation la plus complète des gaz des hauts fourneaux réalisée en respectant les principes suivants :

a) Épuration (par voie sèche de préférence) de la totalité des gaz aussi bien pour appareils à air chaud que pour moteurs à gaz ou chaudières à vapeur;

b) Soufflage des fourneaux des moteurs à gaz;

c) Réorganisation du fonctionnement des appareils à air chaud, par la substitution de l'admission de l'air de combustion par ventilateurs au tirage par cheminée, ce qui permet notamment une utilisation intégrale de la surface de chauffe des empilages et une récupération maximum de la chaleur des gaz par l'interposition d'économiseurs entre les appareils et la cheminée.

7° Récupération de la chaleur perdue dans les fours Martin pour la production de vapeur.

8° Utilisation de la vapeur d'échappement de toutes les machines alternatives, par l'emploi d'accumulateurs de vapeur, de turbines basse pression ou mixtes.

9° Utilisation des poussiers du gueulard, laitiers, scories, etc;

10° Réalisation méthodique rationnelle et pratique de tous les principes d'exploitation exposés ci-dessus.

A la suite du rapport de M. Alexandre Gouvy le Congrès a émis les vœux suivants :

1° Il y a lieu de chercher à réaliser par tous les moyens la plus grande économie possible dans la consommation de nos houilles françaises;

2° L'utilisation rationnelle et méthodique des gaz des hauts fourneaux et des fours à coke jouant précisément, dans ce sens, un rôle des plus importants, devra être envisagée beaucoup plus que par le passé, tant au point de vue de la production d'énergie électrique que du chauffage des fours et autres appareils;

3° Dans le même ordre d'idées d'économie de houille, il semble désirable de développer la production et l'emploi des huiles lourdes et de goudron, non seulement pour moteurs Diesel, mais aussi pour le chauffage métallurgique, les remplaçant, en cas d'insuffisance, par du naphte ou du pétrole importés;

4° On devra chercher aussi à récupérer, d'une part, les chaleurs perdues des fours Martin pour production de vapeur et, d'autre part, toutes les vapeurs d'échappement, dans des turbines à basse pression en vue de la production de l'énergie électrique.

Les recherches de la houille en France [1].

Le rapporteur décrit tous les sondages qui ont été faits en France, un peu avant la guerre, pour la recherche de la houille; de son exposé on tire les conclusions suivantes :

Les sondages de recherches exécutés actuellement sont plus profonds qu'autrefois, et dépassent souvent 1000 m. Le nombre des sondages a dû être augmenté pour permettre de déterminer la direction des plis hercyniens qui est plus difficile à ces profondeurs. Il en résulte que les recherches sont devenues très dispendieuses. De plus, quand on voudra exploiter les nouveaux gisements qu'on aura découverts on se trouvera en présence de difficultés résultant de la faible épaisseur des couches, de leur écartement les unes des autres, de la nature des morts-terrains, etc.; ces difficultés ne pourront être surmontées que par des mises de fonds considérables qu'il faudra pourtant réaliser si nous voulons extraire du sol français la houille qui nous est nécessaire.

En conséquence, M. Jules Bergeron propose au Congrès d'émettre le vœu suivant :

Que la loi des Mines de 1810 soit appliquée telle qu'elle est ou qu'une nouvelle loi soit votée le plus rapidement possible, qui tienne compte, par la durée, l'étendue et les conditions des concessions à accorder aux explorateurs des risques encourus, tant dans l'exploration que dans l'exploitation, par ceux qui sont les véritables inventeurs et créateurs de la richesse minière.

Le nickel [2].

Avant la guerre, les gisements hydrosilicatés de nickel de la Nouvelle Calédonie, dénommés « garniérite » étaient exploités par deux entreprises distinctes, la Société Le Nickel et la Société des Hauts Fourneaux

(1) Rapport de M. Jules Bergeron.
(2) Rapport de M. Ballande.

Digitized by Google

de Nouméa. La première dirigeait ses minerais sur Glascow et le Havre, la seconde livrait aux usines de la Nèthe près d'Anvers.

Toutes les usines employaient le procédé d'affinage de Fleithmann d'Iserlohn : première fusion au cubilot pour obtenir une matte de 35 à 50 pour 100; grillage, déferration au Bessemer, nouveaux grillages, réduction de l'oxyde mélangé au charbon de bois dans des fours à moufles.

Les minerais pyriteux cupro-nickelifères du Canada étaient traités par deux sociétés, l'International Nickel Company à Sudburg (Ontario) qui transformait les minerais au cubilot et au Bessemer en mattes à 80 pour 100 de cuivre et de nickel ; ces mattes envoyées aux Etats-Unis subissaient un traitement d'affinage et de séparation des deux métaux. L'autre Société, la Mond-Nickel Co, opérait la séparation du nickel par l'acide carbonique et obtenait le cuivre à l'état de sulfate.

En Norvège, des gisements de minerais de même nature que ceux du Canada étaient traités par le procédé du docteur Hybinette effectuant la séparation du cuivre et du nickel par électrolyse.

En Silésie, il y avait bien quelques minerais pauvres, mais les usines traitaient surtout des minerais de la Nouvelle-Calédonie.

La production du nickel avant la guerre peut se résumer comme le montre le tableau suivant :

Nouvelle-Calédonie.	Société Le Nickel.	4 000 000 kg.
	Hauts fourneaux de Nouméa.....	3 000 000 kg.
Canada.....	International Nickel.....	15 000 000 kg.
	Mond Nickel.....	4 000 000 kg.
Norvège.....	Usine de Christiansend.....	500 000 kg.
		26 500 000 kg.

Depuis la guerre, l'occupation par l'ennemi de l'usine de nickel de la Nèthe a forcé les différentes sociétés à s'équiper pour traiter directement les mattes brutes au lieu des mattes riches qu'elles recevaient d'Anvers. Une société canadienne s'est fondée pour appliquer le procédé Hybinette et se propose de produire 5 000 t par an.

La production calédonienne a été gravement touchée par la hausse du fret qui ne lui permet plus de lutter avec ses concurrents étrangers.

Pour l'après-guerre, il est à espérer que la baisse du fret permettra aux producteurs calédoniens de reprendre leur ancienne place, mais il est douteux que les besoins industriels en nickel après la guerre soient aussi intenses que ceux nécessités par les fabrications de guerre.

La situation et l'avenir de l'industrie minérale dans les colonies françaises (1).

D'après les statistiques de l'Office colonial, le nombre des concessions de mines dans nos colonies a passé de 1 698 en 1901 à 2 173 en 1910; la superficie totale des concessions qui était de 134 133 ha en 1901 avait atteint 844 896 ha en 1910; l'extraction du minerai qui était de 417 500 t en 1901 a atteint 670 300 t en 1910; le tonnage des minerais exportés en 1901 était de 153 400 t, d'une valeur totale de 19 065 000 fr, et en 1910 de 414 000 t d'une valeur totale de 30 600 000 fr. Le nombre des sociétés minières coloniales était en 1911 de 88 avec un capital nominal total de 133 000 000 fr.

Minerais précieux. — Les gîtes aurifères sont les seuls dont nos colonies renferment des mines de production relativement importante.

L'argent se trouve associé à l'or, au cuivre, au plomb et à l'état natif dans certains gisements de cuivre au Moyen-Congo, ainsi que dans un filon de barytine dans la partie nord de Madagascar.

Le platine a été signalé en faible proportion à Madagascar, le mercure au Sénégal ; le minerai de radium à l'état d'uranite a été rencontré à Madagascar et en Indo-Chine ; Madagascar renferme quelques pierres précieuses. Celles de nos colonies où on trouve de l'or sont : la Guyanne, Madagascar, l'Afrique occidentale, l'Indo-Chine, la Nouvelle-Calédonie. Le rapporteur examine successivement les diverses exploitations aurifères de ces colonies ; en résumé, la production annuelle est de 7 000 kg d'or représentant une valeur de 20 millions de francs. Cette production peut être considérablement développée surtout si on construit des voies ferrées indispensables à l'expansion économique de nos colonies.

Minerais métalliques communs autres que le fer. — La Nouvelle-Calédonie renferme des gisements importants de nickel, en 1911, la production du minerai de nickel a été de 119 000 t et sa valeur de 3 602 000 fr ; cette même année la production de mattes de nickel a été de 2 993 t d'une valeur de 1 38 000 fr.

On rencontre également dans cette colonie des minerais de chrome ; en 1911, il en a été exporté 32 756 t d'une valeur de 1 114 000 fr.

La Nouvelle-Calédonie avait exploité autrefois des minerais de cobalt, mais le prix élevé de l'extraction en a rendu l'exploitation impossible; actuellement la Nouvelle-Calédonie a commencé l'exploitation des minerais de cuivre et de plomb; en 1911 elle a produit 1 529 t de mattes de cuivre d'une valeur de 506 000 fr et 44 t de minerai de plomb.

L'Indo-Chine renferme des minerais de zinc, d'étain, de tungstène, de cuivre, de plomb argentifère et d'antimoine.

Les mines de zinc ont fourni 23 551 t en 1910; celles d'étain et de tungstène 225 t en 1910, et celles de cuivre environ 1 000 t pendant la même année.

L'Afrique équatoriale française contient des minerais de cuivre, plomb, zinc et argent ; la production du minerai de cuivre a atteint 2 000 t en 1910. Le développement de l'industrie minière de cette colonie dépend de la création de voies de chemins de fer.

(1) Rapport de M. le capitaine territorial d'artillerie J.-M. Bell.

Digitized by Google

Madagascar renferme des minerais de cuivre et l'Afrique occidentale du minerai de zinc à l'état de blende, mais aucune exploitation n'est encore réalisée.

MINERAIS DE FER, COMBUSTIBLES ET SUBSTANCES MINÉRALES DIVERSES. — L'Indo-Chine est parmi nos colonies la principale productrice de combustibles minéraux et de ciment ; nos établissements d'Océanie et la Guyanne ont commencé, depuis plusieurs années, à produire des phosphates ; Madagascar, du graphite.

La production du charbon en Indo-Chine augmente constamment et a atteint 480000 t en 1910 d'une valeur totale de 5512000 fr, là-dessus 253000 t, représentant 2 727000 fr, ont été exportées. En outre, l'Indo-Chine possède une concession de lignite qui, en 1910, a produit 19000 t d'une valeur de 140000 fr. Tous les gisements de l'Indo-Chine se trouvent au Tonkin et dans l'Annam.

Des gîtes de combustibles minéraux ont été découverts en Nouvelle-Calédonie et à Madagascar, mais ils ne sont pas encore exploités.

En Indo-Chine on a également créé des fabriques de ciments de Portland artificiels dont 15 000 t ont été exportés en 1911.

La Guyane et l'île de Makatea située à 130 milles au nord-est de Tahiti dans l'archipel des Tuamotou possèdent d'importants gisements de phosphates.

Le fer se rencontre en abondance au Tonkin, au Cambodge, en Nouvelle-Calédonie, en Afrique occidentale, en Afrique orientale et même aux Antilles françaises ; jusqu'ici ces gisements n'ont pas été exploités et cependant certains minerais contiennent jusqu'à 58 pour 100 de fer.

Les bauxites se trouvent en abondance dans plusieurs de nos colonies et pourront y être traitées directement dans celles qui possèdent de l'énergie hydraulique.

Le bitume a été signalé dans l'Afrique française ; à Madagascar on a mis en exploitation des gisements d'huiles minérales

Le graphite est exploité à Madagascar où on en extrait environ 6 000 t par an.

Enfin la magnésie se rencontre à la Nouvelle-Calédonie.

En résumé, l'industrie minérale a pris un grand développement dans nos colonies au cours des quinze dernières années, son avenir sera magnifique si nous construisons les chemins de fer, les ports et les bateaux nécessaires au transport de ses produits et si nous réformons les réglementations minières coloniales qui sont un obstacle à son libre développement ; comme conclusion à son étude, considérant :

1° Que la législation minière française aux colonies, ayant dû être établie à divers époques, et par conséquent, suivant des courants d'opinion nécessairement différents, présente des caractères dissemblables, nuisibles au plein développement de l'industrie minérale ;

2° Que cette législation a ainsi été conçue d'après des principes souvent divergents, nullement justifiés par la différence de latitude ;

3° Qu'il est d'un intérêt essentiel, pour l'avenir de l'industrie minérale dans nos colonies que les capitaux nationaux puissent s'y porter avec le plus de garantie possible, puisque ses produits sont destinés, au premier chef, à compléter les quantités de matières premières constamment nécessaires à l'industrie générale de notre pays et aux besoins de la défense nationale ;

4° Qu'il convient d'assurer rapidement, à l'avenir, le plein développement des ressources minérales existant aux colonies françaises et même l'intensification de leur production tant minière que métallurgique.

M. J.-M. Bel a proposé au Congrès d'émettre les vœux suivants qui ont été adoptées :

1° Que l'unité du régime minier soit établi sur tout le territoire colonial de la France, que les diverses réglementations minières coloniales soient revisées et que, conçues dans un même esprit, elles fassent l'objet d'une loi et non plus de décrets ;

2° Que soit inscrit dans la loi le principe de la perpétuité ou celui de concessions de longue durée, quatre-vingt-dix-neuf ans au moins, avec renouvellements égaux ; que la propriété minière soit susceptible d'hypothèque et qu'il ne soit plus accordé de simples permis d'exploitation de trop courte durée ou de trop court terme, n'offrant pas aux capitaux investis la sûreté nécessaire à une industrie dont les risques à courir méritent d'être compensés par des avantages appréciables ;

3° Que dans l'attribution des concessions, un droit de préférence soit accordé à l'inventeur sur un périmètre suffisamment étendu pour rémunérer ses efforts et sa découverte ;

4° Qu'il puisse être procédé à des recherches en terrains domaniaux ou sur les propriétés privées, en se conformant aux dispositions en vigueur dans la législation minière métropolitaine ;

5° Qu'il soit créé dans la métropole un office de documentation concernant les recherches et exploitations minières coloniales et, notamment, que soient publiées périodiquement, après l'octroi des concessions, toutes notices géologiques et minéralogiques sur les colonies, qu'il serait utile de répandre et de tenir gratuitement à la disposition du public, pour en vulgariser les notions et attirer davantage les prospecteurs et les capitaux nationaux dans l'intérêt de la mise en valeur des ressources minérales du domaine colonial de la France ;

6° Que, soit réservée, autant que possible, à nos nationaux à égalité de titres, l'exploitation des richesses minières des colonies françaises ;

7° Que l'outillage économique et notamment les voies industrielles de transport, chemins de fer, ports et navires marchands, reçoivent tout le développement nécessaire et qu'en particulier, en Afrique équatoriale et en Guyanne française, il ne soit pas apporté de retards à la mise en exécution des premiers chemins de fer et ports terminus ;

8° Que soient organisées des Chambres régionales et métropolitaines de l'industrie minérale aux colonies, groupant les intérêts miniers en vue de leur meilleur et de leur plus rapide développement.

Digitized by Google

L'industrie du plomb [1].

Le rapporteur rappelle que la métallurgie du plomb comporte les trois opérations suivantes :

1° Grillage et agglomération des minerais ;

2° Fusion des minerais grillés et agglomérés, en vue de l'obtention d'un plomb d'œuvre ;

3° Raffinage et, éventuellement, désargentation et désaurification du plomb d'œuvre obtenu.

M. Paraf examine successivement ces trois opérations telles qu'elles se pratiquent actuellement dans les grandes usines. Il signale en passant le procédé Cottrel pour la condensation électrostatique des poussières et fumées. Nous n'insisterons pas sur ce sujet, ayant publié dans notre numéro du 9 février 1918, t. III, p. 227, un article de M. J. Saget sur la purification électrique des gaz.

M. Paraf signale aussi le procédé Betts pour la désargentation électrolytique du plomb, ce procédé a d'ailleurs été peu à peu abandonné.

Ls rapporteur décrit les nouvelles méthodes employées dans la métallurgie du plomb qui sont : le traitement direct des galènes et le double grillage. Il donne quelques indications sur les tentatives de récupération du zinc contenu dans les scories des fours à cuve et montre l'intérêt qu'il y a à opérer économiquement cette récupération.

M. Paraf passe en revue les usines métallurgiques françaises traitant le plomb et en fait une courte description.

L'étude de M. Paraf fait voir que l'industrie française du plomb est entrée résolument dans les voies tracées par le développement des grandes usines étrangères, et, tant au point de vue de la diminution de la main-d'œuvre qu'à celui du traitement le plus économique possible des minerais, les grandes usines, que notre pays possédera après la guerre, n'auront rien à envier aux établissements similaires les plus modernes et les mieux outillés des États-Unis.

La situation maritime de nos usines permettra de remédier à l'insuffisance de notre production nationale en minerais de plomb, en en rendant l'approvisionnement facile, et il est à espérer que d'ici peu nos usines pourront satisfaire à tous nos besoins et même devenir exportatrices.

Comme suite au rapport de M. Paraf, le Congrès a émis les vœux suivants :

1° Que tous les efforts soient faits pour favoriser le développement des mines et de la métallurgie du plomb en France ;

2° Qu'à cet effet, il soit créé un droit de sortie pour les minerais indigènes, aussi bien que pour les minerais de nos colonies et de nos pays de protectorat, qui ne seraient pas dirigés vers la métropole ;

3° Que les producteurs de minerai, que les fondeurs, forment un groupement ayant pour but, tant au point de vue technique que commercial, de combattre par liaison avec les Sociétés analogues de pays alliés, l'influence des groupements déjà existants chez nos ennemis.

(*A suivre.*)

Revues, analyses et informations

L'aluminium en Suisse [2].

S'il fallait un argument de plus pour justifier les précautions que la prudence conseille de prendre contre certaines collaborations étrangères suspectes et dangereuses pour l'industrie nationale, s'il était besoin de faits nouveaux et encore récents pour être averti de redoubler de vigilance quand cette collaboration procède par une infiltration sournoise dans une branche d'industrie susceptible d'intéresser la préparation de la défense nationale, on trouverait une raison péremptoire et des preuves démonstratives dans la métallurgie et dans le commerce de l'aluminium en Suisse au cours des années qui précèdent la guerre de 1914.

Interrogeons les statistiques fédérales pour les années 1913 et 1915, c'est-à dire immédiatement avant et après la période de la déclaration des hostilités.

A l'importation, l'aluminium figure pour un total, en 1913, de 6,003 q. et, en 1915, de 1,228 q.

Les exportations sont respectivement, pour les mêmes années, de 74,875 q et 94,128 q.

La comparaison de ces chiffres établit trois faits : la position de la Suisse comme fournisseur des marchés extérieurs, la progression de ses ventes dans une proportion approximative du tiers en 1913, un an avant la conflagration européenne et la diminution de ses achats sur les marchés extérieurs dans la proportion du quintuple à l'unité. Du premier fait replacé dans les circonstances qui l'accompagnent, il est logique de déduire que la Suisse, pour satisfaire sa clientèle, est obligée de se constituer un stock de minerai considérable ; cette contrainte est pour elle un acte de prévoyance, puisqu'elle ne possède point sur son propre territoire le gisement de minerai nécessaire, la bauxite.

Dans le second fait, il apparaît, si l'on tient compte des demandes de munitions provoquées par la déclaration de l'état de guerre en Europe, que la consommation ou la transformation de l'aluminium ont suivi les exigences de la consommation du métal employé soit dans la fabrication de certains engins, soit dans celle de certains ustensiles d'équipement.

Enfin, du troisième fait, il ressort que la Suisse a subi la raréfaction du minerai extrait dans les pays détenteurs des gisements, cette industrie extractive et cette métallurgie étant entravées, même suspendues, dans leur développement par différentes circonstances, les unes nées de l'avant-guerre, les autres nées de la guerre elle-même. Cette observation confirme la précédente où il est indiqué que la Suisse est

[1] Rapport présenté par M. PARAF au nom de la Société des Mines et Fonderies de Pontgibaud.

[2] VALRAN (Gaston). *Bulletin mensuel de la Chambre de Commerce française de Genève*, 20 avril 1918, p. 160-166.

Digitized by Google

Commerce de la Suisse en 1913.

	Exportation.			Importation.		
	13 457 359 fr	74 875 q		1 967 133 fr	6 003 q	
	valeur en francs	quantité en quintaux	valeur à l'unité en fr	valeur en francs	quantité en quintaux	valeur à l'unité en fr
avec l'Allemagne :						
Aluminium pur, en masses.....	8 695 409	56 447	154	57 000	285	200
Id. pur, en barres, tôle, tuyaux, fil.....	223 647	334	670	926 380	3 563	260
Alliages d'aluminium en masses....	56 894	407	140	102 000	340	300
Alliages d'aluminium en barres, tôles, tuyaux.....	10 919	27	405	95 310	353	270
Ouvrages d'aluminium pour usages industriels.....	11 593	23	509	66 000	165	400
Autres articles en aluminium	69 306	81	768	114 211	559	805
avec l'Autriche-Hongrie :						
Aluminium pur, en masses.....	21 495	106	203	2 200	11	200
Aluminium pur, en barres, tôles, tuyaux.....	116 621	350	333	200	1	260
Ouvrages en aluminium pour usages industriels.....	4 738	6	757			
Ouvrages en aluminium.....	76 790	94	814	5 098	5	973
avec la France :						
Aluminium pur, en masses.....	4 603	18	256	27 800	139	200
Aluminium pur, en barres.....	94 147	103	914	40 560	156	260
Ouvrages d'aluminium pour usages industriels.....	32 839	50	655	116 400	291	400
Ouvrages en aluminium, autres.....	275 826	358	771	43 958	46	956
Autres articles en aluminium.....	1 507	3		300	1	
avec l'Italie :						
Aluminium pur, en masses.....	28 405	175	162	9 800	49	200
Aluminium pur, en barres, tôles, etc.	263 877	839	314	260	1	260
Ouvrages en aluminium.....	43 170	58	741	4 955	4	1 245
Autres articles en aluminium.....	4 157	11				
avec la Belgique :						
Aluminium pur, en masses.....	98 690	665	148			
Aluminium pur, en barres, tuyaux.	30 856	33	937	1 040	4	260
Autres articles en aluminium.....	5 988	10		2 308	3	

par sa dépendance des marchés d'approvisionnement, astreinte à se constituer un stock.

A qui a profité cette progression dans les exportations et qui, par sa position d'acheteur, avait intérêt à ménager ces approvisionnements d'aluminium, le métal de l'avenir qui, pour une large part, pouvait devenir le métal de guerre?

Reportons-nous aux statistiques.

En 1913, l'Allemagne achetait à la Suisse 57.315 q; l'Italie, 1.083; la Belgique, 700, la France et l'Autriche-Hongrie, chacune environ 500. En 1915, l'Allemagne élevait ses achats à 91.838 q, venaient ensuite, avec environ 700 q, la France, l'Autriche-Hongrie; l'Italie, avec 168; la Grande-Bretagne, avec 160 et l'Espagne avec 90.

L'examen de ces données rapprochées les unes des autres met en évidence l'importance du marché suisse de l'aluminium pour l'Allemagne, c'est la première cliente; elle devance les autres à des distances significatives par leur proportion et c'est elle qui a tiré le plus large profit de l'accroissement des exportations suisses en articles de cette matière. Pour s'en convaincre, il suffit de remarquer que l'augmentation totale et l'augmentation des exportations particulières de la Suisse sur l'Allemagne correspondent l'une à l'autre avec une approximation presque voisine de l'exactitude des rapports.

A quelle fin l'Allemagne recherchait-elle avec autant d'activité le marché d'aluminium? On a noté que chaque soldat allemand portait dans son équipement 700 g d'aluminium. Multipliez en pensée ces 700 g par les millions d'hommes mobilisés et équipés, ajoutez à ce produit la somme des quantités employées à la confection des millions de fusées d'obus, des enveloppes du matériel aéronautique, des appareils d'automobilisme, vous avez l'explication du phénomène économique. C'était de la préparation à la guerre en territoire neutre. Voici dès lors une autre caractéristique qui se dégage de l'analyse : l'Allemagne faisait de la Suisse, qui ne possède point de bauxite pour traiter l'alumine, qui ne consomme point tout ce qu'elle fabrique avec l'aluminium, un marché interposé.

La politique de l'Allemagne avait encore plus de duplicité et plus de hardiesse. L'Allemagne savait quel est le pays qui, par privilège de la nature, est par excellence le plus apte à produire l'alumine. Elle saurait par quelles méthodes et quels itinéraires elle parviendrait à dériver vers des usines à sa discrétion les wagonnets qui charriaient le précieux minerai. Ce pays, c'est la France : pour l'importance dans la production mondiale, elle occupe de façon incontestable le premier rang. En France, c'est la Provence qui enferme en son sol les gisements les plus étendus et les plus titrés, principalement en bauxite rouge, celle qui, pour la teneur en alumine, est la plus appréciée et utilisée dans la métallurgie. Viennent loin en arrière, et avec des qualités ou moindres ou différentes, l'Auvergne et le Languedoc.

C'est un Français, Sainte-Claire Deville, qui a trouvé le traitement de l'alumine. L'exploitation commença en 1885, avec 70 t de minerai, d'après une statistique recueillie par Marcel Provence, dans son enquête publiée sous ce titre :

Digitized by Google

Commerce de la Suisse en 1915.

	Exportation.			Importation.		
	37 400 893 fr	94 128 q		522 838 fr	1 228 q	
	valeur en francs	quantité en quintaux	valeur à l'unité en fr	valeur en francs	quantité en quintaux	valeur à l'unité en fr
avec l'Allemagne :						
Aluminium pur, en masses	30 754 600	86 471	356	3 240	9	360
Aluminium pur, en barres, tôles, tuyaux, fil	1 708 448	2 141	778	11 700	26	450
Alliages d'aluminium, en masses, etc.	11 073	27	412	23 000	46	500
Alliages d'aluminium en barres, tôles, etc	13 496	30	455			
Ouvrages en aluminium pour usages industriels	362 941	604	600	2 400	4	600
Autres articles d'aluminium	2 032 541	2 568	792	81 733	79	1 035
avec l'Autriche-Hongrie :						
Aluminium pur, en masses	232 085	311	746			
Aluminium pur, en barres, tôles, tuyaux, fil	71 926	90	801			
Alliages d'aluminium, en masses, etc.	6 285	19	334			
Alliages d'aluminium en barres, tôles, etc						
Ouvrages en aluminium pour usages industriels	6 350	44	625			
Autres articles d'aluminium	232 085	243	1 344	559		
avec la France :						
Aluminium pur, en masses	665	1		330 960	936	360
Aluminium pur, en barres, tôles, tuyaux, fil	173 302	187	927			
Autres ouvrages en aluminium	797 627	543	1 468	12 329	9	1 337
Autres articles en aluminium	7 958	11		7 100	12	
avec l'Italie :						
Ouvrages en aluminium	175 463	155	1 135	777	1	450
Autres articles en aluminium	5 541	12				
avec la Grande-Bretagne :						
Aluminium pur, en barres	71 433	60	1 191	450	1	450
Autres articles en aluminium	58 644	100	584	5 576	3	1 655
avec l'Espagne :						
Ouvrages en aluminium	101 116	94	1 079			

« Les Allemands en Provence ». En 1912, 200 000 ch étaient employés aux exploitations provençales, l'extraction totale donnait 50 000 t. La région varoise apportait à ce total la plus large contribution. L'exportation de la région méridionale s'effectuait par trois ports méditerranéens : Saint-Raphaël, Toulon, Cette. Par le port de Saint-Raphaël, s'expédiaient plus de 20 000 t. Evaluée à plusieurs millions de tonnes, pouvant être desservie par trois centaines de mille de chevaux disponibles, grâce à l'abondance du minerai et de la houille blanche, la Provence semblait à l'empire de proie une richesse enviable. Comment se l'appropriera-t-elle ? Nous prions le lecteur de se reporter à l'historique documentaire que l'auteur des « Allemands en Provence » a tracé des quatre Sociétés qui servirent les desseins de l'Allemagne. Quant à nous, nous n'en retiendrons que les lignes générales, celles auxquelles on reconnaît la silhouette allemande et le schéma du pangermanisme.

L'Allemagne entretenait à la Riviera un agent spécial ; il était chargé des recherches, des rapports, il était le signaleur. Un groupement obtenait la concession sous diverses dénominations, selon les attaches et selon les lieux ; le Conseil d'Administration comprenait des membres indigènes et des membres allemands ; dans une de ces Sociétés, sur douze membres on pouvait compter sept Allemands. Le capital était complété par une banque allemande ; on y retrouvait les potentats de la finance, de l'industrie et de la politique allemandes, les Ratenau et les Dernbourg. En plus d'une circonstance, nous voudrions le croire, la bonne foi des Français dut être surprise. L'Allemagne, toujours habile à pratiquer ce que M. von Berg appelle la politique voilée, pratiqua systématiquement ce que, en langage juridique, on dénonce comme un acte délictueux, la captation.

Voilant la captation sous les dehors de l'association, l'Allemagne s'ingénia à voiler l'approvisionnement. Elle emprunta des masques étrangers, celui de la Norvège, bien plutôt celui de la Suisse. Elle essaya bien de se faire expédier de l'aluminium par les Scandinaves qui traitaient l'alumine avec la houille blanche de leurs Alpes. Quels chemins ces transports prirent-ils ? Peut-être Anvers en son temps; avec quelque probabilité, plus tard, Rotterdam. Ce point demeure dans quelque obscurité. C'est recherche difficile et sans résultat précis que de savoir comment, avec une aussi faible importation d'aluminium, la Suisse pouvait être capable de pourvoir à une exportation constante qui était et qui demeurait cinq fois plus forte que l'importation. L'explication doit se trouver à Bâle et dans les statistiques de la navigation rhénane. En tout état de cause, un fait est certain, c'est l'existence dans cet emporium rhénan, dans cette puissante cité industrielle frontière de la Société de Neuhausen, pour l'aluminium, située à proximité de la source de force motrice fournie par Schaffhouse. Cette

Digitized by Google

Société, que l'on veuille bien se reporter à l'étude sur « Les Allemands en Provence », avait et entretenait des filiales en France, en pleine région de bauxite. A Bâle, fonctionnait l'usine de finissage qui dissimule la véritable provenance. Dans ce jeu, l'Allemagne investissait la Suisse d'un rôle captieux, c'était l'interposition.

La tactique de l'Allemagne était achevée : en pays de production, elle disparaissait, s'effaçait devant le Français ; en pays de transformation, elle se cachait, se dissimulait derrière le Suisse ; le Suisse, réexportateur, était amené à masquer au Français exportateur l'Allemand vrai consommateur.

Surprendre pour prendre, c'est ici et ailleurs, comme autrefois dans le Caucase pour le manganèse, la manière allemande. Ce fut le système d'une politique que l'on pourrait caractériser, en son but et ses procédés, l'accaparement des métaux de guerre sur les marchés étrangers.

« Et nunc erudimini, gentes », comme disent les Saintes Écritures et comme dirait celui qui, dans son impérial mysticisme, se déclare l'envoyé de Dieu pour diriger le peuple élu vers ses destinées dans un monde réorganisé et régénéré par sa mission : « Peuples, instruisez-vous ». Oui, nous serons instruits par les événements. Nous nous prémunirons contre les faux semblants, contre le mimétisme commercial allemand pour protéger et, s'il le faut, par la loi de nécessité, nous aussi, pour défendre nos richesses naturelles, notre industrie nationale, notre commerce national ; pour être plus forts contre l'astuce, nous nous unirons, France et Suisse, l'une contre la menace de la captation et l'autre contre l'abus de l'interposition.

Assemblées générales

Société hydro-électrique de Lyon.

Assemblée générale ordinaire du 4 juin 1918.

L'usine provisoire mise en route au début de l'exercice a donné pleine satisfaction dans son fonctionnement. La Société se préoccupe de l'aménagement de l'installation de la chute définitive de 36 m.

Les hivers rigoureux de 1916 et 1917 et les difficultés de se procurer la main-d'œuvre avaient empêché la reprise des travaux interrompus par la guerre. Au mois de mars, grâce à une équipe de mineurs mobilisés mise à la disposition de la Société par la Commission militaire des mines, la construction du barrage a été commencée.

La prise d'eau entièrement construite en béton armé est terminée.

Pour la chambre de mise en charge il ne reste plus qu'à procéder au montage des vannes et de la grille que l'on amène actuellement à pied d'œuvre.

Les fondations de l'usine ont été poursuivies durant 1917 à l'aide de caissons mobiles à air comprimé.

Le montage des conduites forcées a commencé à l'automne 1917 et se poursuit avec activité.

Enfin le gros œuvre de la construction du poste de transformation est achevé et le bâtiment est entièrement couvert.

Durant l'exercice 1917, la ligne de transport de force a fonctionné dans des conditions normales. Malheureusement la pénurie d'eau s'est fait rigoureusement sentir, et tandis que l'année dernière les Établissements Girod avaient livré plus de 50 millions de kilowatts-heures à la Société, ces usines n'ont fourni qu'à peine 39 millions de kilowatts-heures.

L'usine provisoire, dont le fonctionnement régulier date de février 1917, a donné 6 270 000 kw-h jusqu'au 31 décembre.

Les usines Grammont ont absorbé près de 6 millions de kilowatts-heures.

Les bénéfices nets s'élèvent à 225 887,12 fr qui sont reportés à nouveau.

Bilan au 31 décembre 1917.

Actif.

	fr
Terrains. Droits divers pour l'établissement des chutes et engagements y relatifs. Travaux et installations	6 644 777,23
Usine provisoire	435 090,11
Canalisations et poste de transformation de Lyon.	3 568 742,49
Frais d'émission d'obligations	276 290 »
Primes de remboursement	118 410 »
Frais de constitution	20 385,80
Caisses et banques	3 358 288,57
Magasin	22 597,65
Débiteurs divers	355 843,44
Dépenses et recettes avant exploitation. Solde au 31 décembre 1915	623 775,47
A déduire. Bénéfices 1916	252 008,03
	15 192 192,73

Passif.

	fr
Capital	4 000 000 »
Obligations	7 894 000 »
Créditeurs divers. Fournisseurs et engagements.	3 072 305,61
Profits de l'exercice	225 887,12
	15 192 192,73

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF : Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. — TOME IV. — N° 2. — 13 JUILLET 1918.

Chronique. — Pour la prévention des accidents d'électrocution dont les enfants sont victimes. — Société française de Physique. — Bibliographie : Electricity Meters, their Construction and Management, par C.-H.-W. GERHARDI, p. 33-34.

Section scientifique et technique. — Sur les courbes caractéristiques et les conditions de stabilité des régimes, par J. BETHENOD, p. 35. — Remarque sur les pertes dans le fer par hystérésis, par Marius LATOUR, p. 36. — Revues, analyses et informations : Nature de la particule magnétique ultime, p. 37 ; Formules pratiques pour le calcul de la self-induction des longues bobines de réactance, p. 38.

Section industrielle. — Projet d'unification des filetages des culots de lampes et supports de lampes à vis Edison (*suite*). par Ch. ZETTER, p. 39. — Revues, analyses et informations : Carte en relief de la charge annuelle; analyse de la charge de pointe et du facteur de charge, p. 49; Sectionneur amovible pour haute tension, p. 52.

Section économique et financière. — Congrès du Génie civil (*suite*), p. 53. — Assemblées générales : Société parisienne pour l'Industrie des Chemins de fer et des Tramways électriques, p. 59 ; Société hydro-électrique de Fur et Morge et de Vizille, p. 60; Compagnie générale parisienne de Tramways, p, 60.

Section de législation. — Une intéressante décision du tribunal des conflits en matière de contravention de voirie, par Paul BOUGAULT, p. 61. — Législation, jurisprudence, réglementation : Quelques mots sur la loi du 29 juin 1918 portant fixation du budget ordinaire des services civils de l'exercice 1918, p. 63.

Pour la prévention des accidents d'électrocution dont les enfants sont victimes. — Pour dénicher des nids, ou pour toute autre cause, les enfants grimpent trop souvent sur les pylônes et poteaux supportant les fils de distribution d'énergie électrique à haute tension. L'impossibilité à laquelle on s'est heurté jusqu'à ce jour d'établir une forme idéale de poteaux répondant à la fois aux conditions de sécurité, de résistance, d'aspect esthétique et de prix de revient limité a eu pour conséquence l'usage de poteaux et pylônes des types les plus divers, dont la diversité même s'oppose à ce que des dispositifs uniformes de protection puissent être imposés. A défaut de ces moyens de protection la diffusion de la connaissance du danger auquel s'expose le public a été envisagée par le ministre des Travaux publics et des Transports et le 21 juin dernier, d'accord avec le ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, il adressait aux ingénieurs du Contrôle des Distributions d'énergie électrique une circulaire dont nous extrayons les passages suivants :

En attendant que des améliorations aient pu être apportées à ce point de vue, purement technique (réglementation des dispositifs de protection), il m'a paru y avoir lieu de rechercher dans des indications données aux populations, et surtout aux enfants des écoles, le moyen de protéger efficacement le public contre sa propre imprudence.

Le Comité d'Électricité que j'avais saisi de cette question a approuvé ma manière de voir et a émis le vœu que de nouvelles et pressantes instructions fussent adressées par mon collègue de l'Instruction publique aux instituteurs des régions parcourues par les principaux réseaux de distribution pour leur signaler l'importance des explications qu'il leur appartient de donner, non seulement aux enfants, mais même aux populations sur le danger mortel encouru en escaladant les pylônes supportant les conducteurs d'énergie électrique.

J'ai signalé ce vœu à M. le ministre de l'Instruction publique qui y a donné la suite qu'il comporte par la circulaire ci-jointe en date du 15 septembre 1917.

Je vous prie, de votre côté, de vouloir bien inviter le personnel du Contrôle à se concerter avec les instituteurs pour faire, une ou deux fois par an, des conférences publiques à ce sujet, surtout dans les localités rurales éloignées des grands centres.

Il vous appartiendra d'indiquer le schéma des principaux points à traiter dans ces conférences et je désire, en outre, que vous ou vos représentants profitiez de vos tournées de service pour entretenir sommairement de ces questions les maires, adjoints et instituteurs des localités où vous deviez vous arrêter; l'importance de votre intervention personnelle en cette matière montrera aux autorités locales tout l'intérêt que j'attache à voir réduire, dans la plus large mesure, le nombre des accidents dont les enfants sont les principales victimes.

De son côté, le directeur de l'Enseignement primaire a adressé aux inspecteurs d'Académie une circulaire, en date du 15 septembre 1917, dont voici les passages essentiels :

Pour prévenir ces accidents, ou y remédier, des instructions précises ont été données par les circulaires des

Digitized by Google

19 février 1907 et 17 novembre 1911. Il conviendra de les rappeler au personnel.

Au cours de leur enseignement, et dans les conférences aux adultes, nos maîtres auront le devoir d'éclairer les enfants, et aussi les populations, sur le danger qui résulte des contacts avec les conducteurs électriques et sur les soins à donner en cas d'accidents.

Ces explications seront renouvelées chaque année ; elles constitueront un commentaire, appliqué aux circonstances locales, des notions d'ordre scientifique exposées dans les documents annexes des circulaires précitées.

Société française de Physique. — Séance du 4 juillet 1918. — Cette séance fut consacrée à une intéressante conférence de M. Ch. Féry sur le « fonctionnement chimique de la négative dans l'accumulateur au plomb » On sait que la théorie généralement admise jusqu'ici de la double sulfatation ne donne pas entière satisfaction. M. Ch. Féry a déjà montré (*R. G. E.*, 6 janvier 1917, t. I, p. 10) que la positive ne se sulfate pas dans une décharge normale, et que, d'après ses expériences, il se formerait, à la positive, un peroxyde de plomb dont la formule serait Pb^2O^5, ce peroxyde, pendant la décharge, se transformerait en PbO^2 qui constituerait la matière de la positive déchargée. Dans sa communication du 4 juillet, M. Ch. Féry a signalé tout d'abord qu'il avait refait des expériences sur la positive et que l'analyse électrolytique l'avait conduit de nouveau à admettre que la matière active de la positive chargée était bien du Pb^2O^5. Il entretint ensuite la Société sur les expériences qu'il est en train de faire sur la négative. Il a été conduit à faire cette étude par le fait que la négative noircit en se sulfatant, tandis que le sulfate de plomb SO^4Pb est blanc. Il a donc supposé que le corps formé contenait plus de plomb que le sulfate de plomb ordinaire et répondrait à la formule SO^4Pb^2. A l'air ce corps, débarrassé d'acide donnerait : $SO^4Pb^2 + O = SO^4Pb + PbO$ et la matière blanchit; s'il contient de l'acide il se transforme en SO^4Pb. Ceci est connu de tous les électriciens qui savent qu'on ne doit jamais laisser au repos une batterie déchargée. La quantité d'acide sulfurique nécessaire pour produire 1 A-h est de 2,2 g à 2,4 g tandis que d'après la théorie il faut 1,83 g de SO^4H^2. Les expériences exécutées par M. Ch. Féry en déchargeant complètement une petite plaque négative lui ont donné une quantité de 2,02 g d'acide sulfurique par ampère-heure ; pendant la décharge il a pu arriver que de l'acide entre en réaction par action locale ; M. Ch. Féry a laissé la plaque au repos dans l'acide et a constaté que 0,16 g d'SO^4H^2 avait été fixé. Il a donc trouvé 1,86 g au lieu de 1,83 théoriquement nécessaires pour produire 1 A-h. Si de l'acide entre en réaction par action locale, et n'intervient pas dans la décharge, il en est de même pour une quantité de plomb correspondante, tout le plomb n'est donc pas utilisé ; c'est ce que M. Ferry a trouvé, après avoir écrasé la matière contenue dans les alvéoles il a constaté la présence de petites particules métalliques. La question en est donc arrivée à ce point : le corps formé à la négative n'est pas du SO^4Pb seul; il s'agit de voir maintenant si on est en présence d'un mélange $SO^4Pb + Pb$, ou d'un corps répondant à la formule SO^4Pb^2. M. Ch. Féry continue actuellement ses expériences pour résoudre cette question particulièrement délicate, et nous ne doutons pas qu'il arrive à mettre sur pied une théorie exacte et expérimentale de l'accumulateur au plomb.

Bibliographie : Electricity Meters : Their Construction and Management par C.-H.-W. Gerhardi. Chief of the testing department of the Metropolitan Electric Supply Cy, London (1). — Les compteurs d'électricité, construction et emploi. — Cet ouvrage, destiné aux ingénieurs de stations centrales et de Compagnies de distributions, a été écrit dans un but essentiellement pratique. Après un chapitre d'introduction rappelant rapidement ce qu'est un compteur, donnant les définitions de l'énergie et du travail, de l'énergie en continu et en alternatif, l'auteur arrive à la description des différents types de compteurs (compteurs à courant monophasé, polyphasé, continu, compteurs convenant en même temps en continu et en alternatif, compteurs à prépaiements à double tarif et à consommation maximum, compteurs pour la traction). La description de chaque type est illustrée d'une photographie d'ensemble accompagnée souvent de dessins de pièces détachées et de schémas de montage. Tout ceci fait l'objet de la première partie et comporte 330 pages. Passons maintenant en revue les différents chapitres de la seconde partie. Le chapitre IX, intitulé : « Choix d'un type de compteur », donne des conseils à l'acheteur possible de compteurs ; il indique les points à considérer et les essais à effectuer (précision à toutes charges, constance de la précision, construction mécanique, chute de tension, consommation à vide, couple, influence de la température). Le chapitre suivant traite de l'installation d'un laboratoire d'essais de compteurs. Le chapitre XI passe en revue les divers appareils nécessaires aux essais des compteurs (balances de Kelvin, potentiomètres de types divers, chronomètres, fréquencemètres, appareils de mesure des couples et méthodes de mesure, rhéostats de toutes natures, bobines de self-induction, groupes moteurs-générateurs, transformateurs, batteries d'accumulateurs, connexions, etc.). Le chapitre XII traite longuement de l'essai des compteurs (méthodes, erreurs, formules, constantes, montages d'essais, puissance fictive, isolement, essais nécessités par les compteurs à prépaiement, essais relatifs au couple, formules relatives aux couples de frottement provenant de l'air, de l'amortissement et des résistances mécaniques, essais relatifs à l'effet d'une variation de température). Le chapitre suivant s'occupe surtout de l'essai après pose ; on y signale le matériel qu'il convient d'emporter, lampes, appareils, étalons, etc ; les schémas de montage à adopter, la difficulté d'étalonner sur place les gros compteurs, etc. ; ce chapitre est à notre avis l'un des plus précieux de l'ouvrage. Le chapitre XIV donne des conseils utiles pour le choix de l'emplacement du compteur et pour sa connexion convenable aux lignes; il traite aussi de la lecture d'un compteur. Viennent ensuite une douzaine de pages consacrées à l'entretien et aux réparations (matériel et outils nécessaires, polissage des pivots, défauts mécaniques, défauts électriques et leur recherche, réparation des compteurs électrolytiques). Le dernier chapitre donne des exemples de feuilles d'étalonnages et de consommations, des modèles de feuilles de commande ou de réparations, etc. Enfin, cet intéressant ouvrage se termine par une table des doubles des racines carrées, $2\sqrt{n}$, utilisés dans l'emploi des balances de Kelvin, pour n allant de 1 à 1000. Il comporte 504 pages, illustrées de 406 figures. — P. V.

(1) 1 vol., 14 cm × 22 cm, 504 pages, deuxième édition. Éditeur Benn Brothers Ltd, 8, Bouverie street E. C. Londres.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Sur les courbes caractéristiques et les conditions de stabilité des régimes

Comme complément à des publications antérieures, l'auteur étudie l'amorçage spontané d'un phénomène oscillatoire dans le cas d'un montage particulier des circuits.

Sous ce titre, nous avons déjà exposé (1) quelques considérations sur l'amorçage spontané de phénomènes oscillatoires, de l'*arc chantant* de Duddell en particulier.

La présente note a pour objet l'étude sommaire d'un cas particulier correspondant au schéma ci-joint :

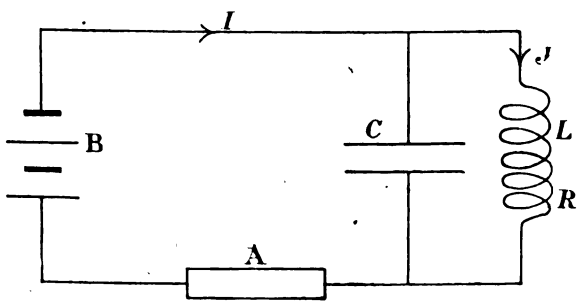


Fig. 1.

Une batterie B, de force électromotrice E et de résistance ohmique R_0 (cette résistance tenant compte éventuellement d'un rhéostat de réglage), alimente un appareil A (arc, tube à vide, etc.) dont l'équation caractéristique est

$$U = f(I). \tag{1}$$

Une inductance de constantes L et R, shuntée par un condensateur C, est intercalée en outre dans le circuit considéré.

Les équations relatives à ce cas s'écrivent immédiatement

$$\begin{cases} E = R_0 I + U + L\dfrac{dJ}{dt} + RJ, \\ \displaystyle\int \frac{I-J}{C}\,dt = L\frac{dJ}{dt} + RJ. \end{cases} \tag{2}$$

En passant aux accroissements (2), l'on obtient ainsi,

(1) *La Lumière électrique*, 14 octobre 1916, t. xxxv 2e série, p. 25 et suivantes.
(2) Voir *loc. cit.*

en prenant préalablement la dérivée des deux membres de la deuxième équation

$$0 = R_0 \Delta I + \Delta U + L\frac{d\Delta J}{dt} + R\Delta J,$$

$$\Delta I = \Delta J + CL\frac{d^2\Delta J}{dt^2} + CR\frac{d\Delta J}{dt}.$$

D'où finalement en posant

$$\rho = \frac{\Delta U}{\Delta I},$$

et en éliminant ΔI :

$$(3)\quad 0 = \Delta J\,(\rho + R_0 + R) + \frac{d\Delta J}{dt}\,[CR\,(\rho + R_0) + L] + (\rho + R_0)\,CL\frac{d^2\Delta J}{dt^2}.$$

Cette équation linéaire, du deuxième ordre en ΔJ, admet une solution périodique non amortie (voir loc. cit.), si

$$CR\,(\rho + R_0) + L = 0,$$

ce qui ne peut avoir lieu que si $\rho < 0$.

On en déduit alors pour la valeur absolue de ρ

$$|\rho| = R_0 + \frac{L}{CR}. \tag{4}$$

Mais il faut en outre que le coefficient du terme en ΔJ (toujours supérieur à celui du terme en $\frac{d^2\Delta J}{dt^2}$) soit négatif, c'est-à-dire que

$$|\rho| > R_0 + R.$$

La solution périodique de (3) admet dans ce cas la fréquence propre

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{CL} \times \frac{L - CR^2}{L}},$$

Digitized by Google

ce qui implique naturellement

$$L > CR^2, \tag{5}$$

condition accessoire qui s'ajoute à l'égalité (4).

Il est possible que le montage de la figure 1 permette d'engendrer des oscillations entretenues avec un *arc* convenablement réglé; les circonstances ne nous ont pas permis jusqu'ici de vérifier cette possibilité.

Il est vraisemblable cependant qu'un tel auto-amorçage pourra être facilité en shuntant la source B (et éventuellement le rhéostat de réglage) par un large condensateur permettant un passage très aisé du courant alternatif (1).

J. Bethenod.

Remarque sur les pertes dans le fer par hystérésis

La note ci-dessous est un complément à l'article que M. Maurice Latour a publié dans la « R. G. E. » du 13 avril 1918, t. III, p. 539, sur les « pertes dans les tôles de fer aux fréquences élevées ». Il détermine la relation qui existe entre l'angle hystérétique τ et le coefficient η de Steinmetz, il montre que l'exposant n, que l'on prend habituellement égal à 1,6 dans les formules donnant les pertes par hystéresis, est nécessairement égal ou plus grand que 2, pour les inductions supérieures à 1 000; il termine sa note en faisant voir que, dans le cas où l'induction oscille entre deux valeurs de même signe, le coefficient η doit être multiplié par un certain facteur.

L'étude que nous avons publiée sur « les pertes dans les tôles de fer aux fréquences élevées » (voir *R. G. E.* du 13 avril 1918, p. 539), nous a valu des observations au point de vue des applications.

La détermination pratique de l'angle hystérétique τ peut en effet prêter à quelque malentendu.

Tout d'abord, la notion même de l'angle hystérétique étant admise, il est facile d'établir immédiatement la relation qui existe entre $\sin\tau$ et le coefficient η dit de Steinmetz.

Imaginons un tore avec un noyau magnétique en fer comportant un nombre de spires n par centimètre et traversé par un courant $I_{max} \sin \omega t$.

Le décalage entre l'induction $\mathcal{B}_{max}$ et les ampères-tours $n\,I_{max}$ étant τ, les pertes par hystérésis, seules considérées ici, établissent un décalage $\left(\frac{\pi}{2} - \tau\right)$ entre la tension et le courant.

La tension V_{max} induite par centimètre carré de section et par centimètre de longueur est $\omega\,\mathcal{B}_{max}\,n$. La puissance consommée par centimètre cube est par suite

$$W_H = \frac{V_{max} I_{max}}{2} \cos\left(\frac{\pi}{2} - \tau\right) = \frac{\omega \mathcal{B}_{max} n I_{max}}{2} \sin\tau.$$

Comme l'on a $4\pi\mu\, n\, I_{max} = \mathcal{B}_{max}$, on peut écrire

$$W_H = \frac{\omega \mathcal{B}^2_{max}}{8\pi\mu} \sin\tau. \tag{1}$$

D'autre part, en introduisant à la façon habituelle un coefficient η et un exposant n on met les pertes sous la forme

$$W_H = \frac{\omega}{2\pi} \eta \mathcal{B}^n. \tag{2}$$

Il résulte de (1) et (2).

$$\sin\tau = \frac{4\mu\eta}{\mathcal{B}^{2-n}}. \tag{3}$$

Si l'on fait $n = 1{,}6$, il vient

$$\sin\tau = \frac{4\mu\eta}{\mathcal{B}^{0,4}}, \tag{4}$$

η est généralement de l'ordre de 0,001 et de 0,0015.

Aussi longtemps qu'on fait des applications numériques de cette dernière formule pour des inductions supérieures à 1 000 (avec μ compris de 1 500 à 2 000), on trouve $\sin\tau$ plus petit que 1. Mais si l'on fait des applications numériques pour des inductions plus faibles, on arrive à trouver pour $\sin\tau$ des valeurs d'abord égales puis supérieures à 1. L'examen de la formule (4) même montre d'ailleurs que $\sin\tau$ augmente indéfiniment avec $\mathcal{B}$ décroissant.

Cette constatation nous apprend déjà que l'exposant n ne peut être maintenu pour les faibles inductions. En effet, Steinmetz donne pour les inductions de 0 à 1 000 la loi $W_H = \frac{\omega}{2\pi} \eta \mathcal{B}^2$ avec η de l'ordre de 0,0001 envi-

(1) Cette note était rédigée depuis longtemps quand nous avons eu connaissance d'une communication de M. A.-W. Hull, parue dans les *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, février 1918, t. VI, p. 5. Cet auteur applique le montage de la figure 1 à un *tube à vide* dénommé *dynatron*, présentant « une résistance négative ». Il indique bien comme condition d'amorçage l'égalité (4) convertie en inégalité, mais ne tient pas compte de l'inégalité accessoire (5). Cette inégalité ne dépend que des constantes du circuit oscillant L, C. Les équations ci-dessus ne sont d'ailleurs qu'un cas particulier de celles que nous avons établies précédemment à propos de l'audion employé comme générateur auto-excitateur. (Cf. *La Lumière électrique*, 16 décembre 1916, t. XXXV, 2e série, p. 225). Il suffit d'y supposer

$$a_1 = a_2 = 0,$$

pour aboutir au cas du dynatron (en tenant compte des changements de notation).

Digitized by Google

ron. Cette loi correspond à $\sin\tau = 4\mu\eta$. Avec ces indications numériques on n'a jamais $\sin\tau \geqq 1$.

Dans tous les cas, il est intéressant de remarquer, à cette occasion, qu'il y a *nécessité physique* à ce que, dans la formule habituelle donnant les pertes par hystérésis $W_H = \frac{\omega}{2\pi}\eta\mathcal{B}^n$, l'exposant n s'achemine vers une valeur au moins égale à 2 lorsque l'induction diminue. En effet, si on maintient un exposant plus petit que 2, tel que $n = 2 - \varepsilon$, pour une induction indéfiniment décroissante, il arrive toujours un moment où $\sin\tau = \frac{4\mu\eta}{\mathcal{B}^\varepsilon}$ devient plus grand que 1. A ce moment on *devrait supposer que la puissance représentant les pertes par hystérésis est plus élevée que la plus grande puissance disponible possible qui est* $\frac{V_{max} I_{max}}{2}$. Ce serait là une conclusion absurde, car il est clair que les pertes ne sauraient, en aucun cas, excéder la puissance disponible.

Pour que $\sin\tau = \frac{4\mu\eta}{\mathcal{B}^\varepsilon}$ n'augmente pas avec $\mathcal{B}$ décroissant il faudrait que μ décroisse indéfiniment avec $\mathcal{B}$ et devienne nul aux inductions initiales.

Comme μ ne devient pas nul aux inductions initiales, il faut donc admettre, de toute nécessité, que n est au moins égal à 2 aux inductions initiales.

En fait, différents auteurs admettent un exposant voisin de 3 pour ces inductions initiales (1). Dans ce cas $\sin\tau = 4\mu\eta\mathcal{B}$ et ceci revient à dire que $\sin\tau$ tend vers 0 pour $\mathcal{B} = 0$ et que le rendement des appareils n'est plus alors affecté que par les pertes par courants de Foucault.

Comme observation complémentaire nous rappellerons également que, lorsque l'induction oscille entre deux valeurs de même signe $\mathcal{B}_1$ et $\mathcal{B}_2$ de telle sorte qu'il y ait une induction continue permanente $\frac{\mathcal{B}_1 + \mathcal{B}_2}{2}$ à laquelle vient se superposer une induction oscillante $\frac{\mathcal{B}_2 - \mathcal{B}_1}{2}$ (machines homopolaires, doubleurs de fréquence, etc.), il y a lieu, dans l'expression des pertes

$$W_H = \frac{\omega}{2\pi}\eta\left(\frac{\mathcal{B}_2 - \mathcal{B}_1}{2}\right)^n,$$

de prendre pour η une valeur plus élevée que si l'on avait seulement une induction oscillante.

Cette valeur est une certaine fonction expérimentale de $\frac{\mathcal{B}_1 + \mathcal{B}_2}{2}$. M. John D. Ball a trouvé dans ses mesures qu'il fallait multiplier ce coefficient η par le facteur

$$\left[1 + \beta\eta\left(\frac{\mathcal{B}_1 + \mathcal{B}_2}{2}\right)^{1,9}\right],$$

dans lequel β est de l'ordre de $0{,}4 \times 10^{-10}$.

Marius LATOUR.

Revues, analyses et informations

Nature de la particule magnétique ultime (2).

Il apparait comme infiniment probable que, dans une substance magnétiquement saturée, les « aimants moléculaires » qui la constituent sont disposés parallèlement au champ magnétique. Ainsi, quand une substance s'aimante, les axes des aimants élémentaires cessent d'avoir toutes les directions possibles et ils s'orientent dans une direction déterminée. Si ces particules magnétiques ultimes sont des groupes d'atomes, l'aimantation doit donc s'accompagner d'une transition des atomes, hypothèse qu'ont réfutée K.-T. Compton et E.-A. Trousdale en montrant que les images de diffraction obtenues à travers un cristal magnétique ne sont pas modifiées par l'aimantation. Si ces particules sont les atomes eux-mêmes, l'orientation due à l'aimantation modifiera la position des électrons dont sont formés les atomes. Par suite de ce fait que l'intensité d'un faisceau de rayons X réfléchi par la face d'un cristal dépend de l'arrangement des électrons dans les atomes qui constituent le cristal, un tel déplacement des électrons devrait se manifester par une variation de l'intensité du faisceau réfléchi.

Considérons, par exemple, un cristal formé d'atomes du type Bohr, chaque atome ayant tous ses électrons disposés dans un même plan perpendiculaire à l'axe magnétique. Quand le cristal n'est pas aimanté, les orbites électroniques sont distribuées dans tous les plans possibles, en sorte que les électrons sont, en moyenne, à une distance appréciable du plan moyen des couches atomiques. Si, au contraire, le cristal est aimanté à saturation perpendiculairement à la face réfléchissante, les orbites électroniques se répartiront parallèlement à cette face. Les électrons sont alors dans les plans médians des couches d'atomes qui sont efficaces pour produire le rayon réfléchi. On peut montrer qu'un tel déplacement des électrons doit produire un accroissement très considérable dans l'intensité du faisceau réfléchi de rayons X. D'un autre côté, si le cristal est aimanté parallèlement à la face réfléchissante, le déplacement des orbites entraînera, en moyenne, les électrons plus loin des milieux de leurs couches atomiques et il devrait en résulter une diminution dans l'intensité de la réflexion.

Les auteurs ont recherché vainement un tel effet sur l intensité du faisceau réfléchi de rayons X au moment de l'aimantation du cristal. Ils ont utilisé dans leurs expériences une méthode de zéro. L'ionisation due au faisceau de rayons X réfléchi par un cristal de magnétite était équilibrée par celle produite par un rayon de même longueur d'onde réfléchi par un cristal de sel gemme, en sorte qu'on pouvait déceler un changement très faible dans l'intensité relative de l'un ou de l'autre rayon, tandis que les variations de l'ampoule à rayons X n'avaient qu'une influence négligeable. On aimante à saturation le cristal de magnétite au moyen d'un électro-aimant et on le désaimante ensuite avec du courant alternatif. L'influence d'une aimantation

(1) Voir : *Tables des constantes physiques*, par MM. ABRAHAM et SACERDOTE.

(2) Arthur H. COMPTON et OSWALD ROGNLEY. *Physical Review*, février 1918, 2e série, t. XI, p. 132-134, 809 mots.

Digitized by Google

perpendiculaire au plan de la face cristalline a été étudiée pour les quatre premiers ordres. Par suite de difficultés mécaniques, les auteurs n'ont étudié que le spectre du troisième ordre quand le cristal est aimanté parallèlement à la face réfléchissante. En aucun cas on n'a constaté de changement dans l'intensité du faisceau réfléchi quand on aimante ou qu'on désaimante le cristal, quoique la méthode fût suffisamment sensible pour déceler une variation d'intensité inférieure à 1 pour 100.

Un calcul direct montre qu'un déplacement des atomes de 1/200 de la distance comprise entre les atomes aurait produit une variation perceptible dans l'intensité du faisceau réfléchi de rayons X. Le résultat négatif auquel aboutissent les expériences des auteurs confirment la conclusion de Compton et Trousdale, à savoir que, puisque les atomes ne sont pas déplacés d'une manière appréciable, les aimants moléculaires ne peuvent pas être des groupes d'atomes.

Des difficultés analogues se rencontrent dans l'hypothèse que ce sont les atomes qui constituent les particules magnétiques ultimes. Avec un atome du type Bohr dans lequel tous les électrons sont disposés dans le même plan, une variation dans l'intensité de la réflexion d'au moins 500 pour 100 devrait se produire dans les ordres élevés quand on aimante le cristal. Hull a montré que l'intensité de la réflexion des rayons X s'explique d'une manière satisfaisante en admettant que l'atome de fer est composé d'électrons disposés aux sommets de cubes de dimensions différentes; mais, même avec cette forme d'atome plus symétrique, on devrait s'attendre à une variation d'environ 30 pour 100 si le champ magnétique tourne autour de l'atome. En fait, à cause du nombre relativement faible (26) des électrons contenus dans un atome de fer, il est apparemment impossible de leur assigner aucune disposition définie, compatible avec ce qui est connu par ailleurs sur leur distribution, laquelle est tellement isotrope qu'une rotation de l'atome ne produira pas une variation supérieure à 1 pour 100 dans l'intensité du faisceau de rayons X réfléchi Il est possible de concevoir un atome parfaitement isotrope si les électrons, au lieu d'avoir des positions ou des orbites définies, forment autour du noyau une atmosphère dans laquelle ils sont disposés sans ordre. Un atome ainsi construit n'aurait cependant aucun moment magnétique résultant.

Les auteurs pensent qu'il faut en conclure que ce ne sont ni un groupe d'atomes comme la molécule chimique, ni l'atome lui-même qui constituent l'aimant élémentaire. On doit plutôt regarder, soit le noyau atomique (suggéré par Merritt), soit l'électron (proposé par Parson) comme la particule magnétique ultime. A. B.

Formules pratiques pour le calcul de la self-induction des longues bobines de réactance (1).

Pour le calcul de la self-induction des bobines circulaires utilisées dans la technique électrique, il faut prévoir trois formules répondant aux trois cas suivants (pour la signification des lettres, voir la figure ci-jointe) : 1° la longueur b est plus grande que le diamètre moyen d; 2° $b < d$, mais $> c$, épaisseur de l'enroulement : 3° $b < c$, c'est le cas des bobines plates. L'auteur ne s'occupe que du premier cas; il ne donne aucun calcul et indique seulement qu'il s'est servi de la méthode de Havelock « Philosophical Magazine », mars 1908, p. 340 et de la méthode du Bureau of Stantards, « Bulletin of the Bureau of Standards », 1911, t. VIII, n° 1, p. 56 pour la détermination du coefficient d'induction mutuelle de deux solénoïdes concentriques, minces et d'égale longueur. Le diamètre du fil nu est représenté par w, et

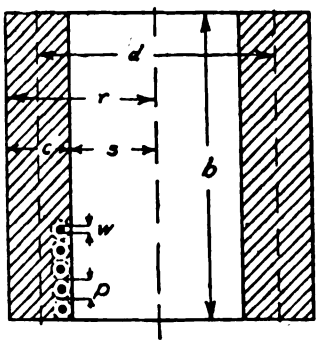


Fig. 1. — Coupe d'une bobine de réactance.

avec l'isolant, par p; N représente le nombre total de spires et q, le nombre de fils en parallèle.

Le coefficient d'une bobine longue d'épaisseur moyenne se déduit alors de la formule suivante, dans laquelle toutes les dimensions sont exprimées en centimètres.

$$L\ (\text{henry}) = \frac{\pi^2 d^2 N^2}{10^9 b}\left[1 - \frac{2}{3}\cdot\frac{c}{d} + \frac{1}{3}\frac{c^2}{d^2} - \frac{4d}{3\pi b}\left\{1 - \frac{1}{4}\cdot\frac{c^2}{d^2}\log_e\frac{4d}{c} + \frac{23}{48}\cdot\frac{c^2}{a^2}\right\} + \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{12}\frac{c^2}{d^2}\right)\frac{d^2}{b^2} - \left(\frac{1}{64} + \frac{7}{192}\cdot\frac{c^2}{d^2}\right)\frac{d^4}{b^4} + \left(\frac{5}{1\,024} + \frac{17}{768}\cdot\frac{c^2}{a^2}\right)\frac{d^6}{b^6} - 0{,}00\,214\,\frac{d^8}{b^8} + 0{,}00\,112\,\frac{d^{10}}{b^{10}} - 0{,}00\,066\,\frac{d^{12}}{b^{12}} + \ldots + \frac{2b}{\pi q d N}\left(\log_e\frac{p}{w} + 0{,}14\right)\right].$$

En pratique, on écrira

$$L = L_s + \Delta L,$$

ΔL comprenant tous les termes en c de la dernière parenthèse. Pour $c = 0$, on aura $L = L_s$. Pour les couches de moyenne épaisseur, on s'arrêtera au terme en $\frac{c^4}{d^4}$; mais si ce dernier n'est pas extrêmement petit, c'est-à-dire, s'il faut prendre plus de termes du développement en série, il sera préférable de faire le calcul de L au moyen de la formule suivante :

$$L\ (\text{henry}) = \frac{2\pi^2 N^2}{10^9 b c^2}\left[\frac{1}{3}r^4 - \frac{4}{3}rs^3 + s^4 - \frac{1}{b}\left(0{,}244\,1272\,r^5 - \frac{2}{3}r^2 s^3 + 0{,}427\,7559\,s^5 + \frac{1}{10}s^5\log_e\frac{r}{s}\right) + \frac{s^5}{b}\left(0{,}004\,464\,\frac{s^2}{r^2} + 0{,}000\,543\,\frac{s^4}{r^4} + 0{,}000\,129\,\frac{s^6}{r^6} + \ldots\right) + \frac{1}{9b^2}(r^3 - s^3)^2 - \frac{1}{30b^4}(r^2 - s^3)(r^5 - s^5) + \frac{1}{84b^6}(r^3 - s^3)(r^7 - s^7) + \frac{3}{200b^8}(r^5 - s^5)^2 - \frac{5}{864b^8}(r^3 - s^3)(r^9 - s^9) - \frac{3}{112b^8}(r^5 - s^5)(r^7 - s^7) + \ldots + \frac{bc^2 d}{\pi q N}\left(\log_e\frac{p}{w} + 0{,}14\right)\right].$$

Cette dernière formule s'adresse plus spécialement aux bobines très épaisses, même à celles dont le diamètre intérieur serait nul; la première, au contraire, est d'un emploi plus général.

(1) H.-B. Dwight. *Electrical World*, 9 février 1918, t. LXXI, p. 300-302, 2400 mots, 1 fig.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Projet d'unification des filetages des culots de lampes et supports de lampes à vis Edison (*Suite*)

Dans son étude de l'unification des filetages Edison du type Goliath, M. Zetter a été conduit à rechercher un ensemble de relations concernant non seulement ce type, mais encore tous les types existants et même ceux à venir. Dans la partie de son rapport reproduite ci-dessous, il examine comment l'application de ces relations pourrait s'adapter et se substituer aux différents règlements déjà élaborés et plus ou moins en vigueur dans les supports et culots de lampes actuellement employés.

V. — **Comparaison du système proposé avec les autres systèmes.** — Pour pouvoir utilement comparer les divers éléments des filetages déterminés dans chacun des systèmes déjà en vigueur, nous avons ramené tous ces éléments en fonction de la même donnée qui est le pas.

Le pas, ainsi que nous allons le voir, est l'élément pour lequel les différences sont les moins marquées d'un système à l'autre.

Puisque, d'autre part, toutes les données relatives aux filetages que nous avons proposées sont proportionnelles au pas, nous allons pouvoir très facilement nous rendre compte des valeurs relatives, par rapport au système proposé, de la profondeur du filet, jeux, tolérances et pénétration définie dans chaque système.

Nous allons aussi examiner comment les culots de lampes que nous proposons s'ajusteront sur les supports de lampes, conformes aux prescriptions des différents systèmes, et actuellement en usage dans les installations en fonctionnement.

Les lampes sont remplacées bien plus souvent que les supports de lampes.

Les lampes s'usent en éclairant et leur vie est bien plus brève que celle des supports de lampes, qui ne périssent guère que par accident.

Donc, dès qu'il aura été officiellement adopté un système, les premiers culots de lampes fabriqués rencontreront des supports de toute provenance, qui ne seront pas forcément conçus spécialement pour les recevoir.

Il serait donc à désirer que les culots de lampes proposés pénètrent le plus souvent possible dans les supports de lampes des autres systèmes.

Quant aux supports de lampes proposés, ils seront sûrs de recevoir des culots de lampes du même système, puisqu'on n'en fabriquera plus d'autres.

C'est pourquoi, dans nos comparaisons, nous nous occuperons tout spécialement de la pénétration des culots de lampes proposés dans les supports de lampes qui sont actuellement en service et qui devraient être plus ou moins conformes aux prescriptions des différents systèmes déjà en vigueur.

Au fur et à mesure que les règles du système adopté seront appliquées, les supports de lampes en usage se remplaceront par d'autres de la fabrication nouvelle et les anciennes installations se renouvelant petit à petit en employant des supports de lampes du système adopté, on arrivera, après une certaine période de transition, à l'interchangeabilité.

1° Système de l'Union des Syndicats de l'Électricité. Tableau B. — L'étude que nous venons de faire n'est qu'une analyse du système de l'Union des Syndicats de l'Électricité. Cette analyse nous a conduit à considérer les moyennes des éléments constituant les filetages et obtenir des coefficients applicables à tous les types, déterminant ainsi une homogénéité dans les règles fondamentales.

L'extension de ces règles nous permet de déduire les dimensions du type de 36 mm dont l'étude n'avait pas été entreprise par l'Union des Syndicats.

Ces mêmes règles nous permettront donc de déterminer tout type à venir avec la même facilité, de sorte que l'unification se trouverait résolue pour toute création future d'un type de filetage Edison, sans que le tout soit remis en question ainsi que cela se produit en ce moment pour la détermination du type de 36 mm.

Nous pouvons remarquer que, grâce au principe des moyennes, le système proposé qui donne par son application les dimensions indiquées au tableau G, n'offre avec les dimensions indiquées par le tableau B (Union des Syndicats) que de légères différences.

Nous résumons ci-dessous les relations des divers éléments des filetages donnés par l'Union des Syndicats et les comparons avec les relations que nous proposons (voir bas de la page 40).

Nous voyons donc que la profondeur du filet, le jeu, la tolérance et la pénétration sont en moyenne respectés par nos propositions.

Digitized by Google

TABLEAU B. — *Union des Syndicats de l'Electricité.*

SYMBOLES	DÉSIGNATIONS (Voir fig. 2 et 3).	TYPE COURANT TYPE 24 mm TYPE 1		TYPE RÉDUIT TYPE 12 mm TYPE 1/2		TYPE MIGNONNETTE TYPE 8 mm TYPE 1/3	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
	Culots de lampes.						
d_1	Diamètre au fond du filetage.....		24,2 à 24,25		12,26 à 12,3		8
D_1	Diamètre sur le filetage	26,1	26,5 à 26,55	13,7	13,86 à 13,9	9	9,2
C_1	Longueur de la partie filetée.....	14		11		8	
A_1	Hauteur du talon.....	7	8	3,5	4,5	1,8	2,3
	Pas.....	3,628 = 7 pas par pouce.		2,822 = 9 pas par pouce.		1,85	
	Supports de lampes.						
d_s	Diamètre sur le filetage	24,35 à 24,4	24,8	12,4 à 12,36	12,56	8,1	8,3
D_s	Diamètre au fond du filetage.....	26,65 à 26,7		14 à 13,96		9,3	9,35
C_s	Longueur de la partie filetée.....	15		12		6	
B_s	Hauteur de la chemise au-dessus du contact	18	20	12,5	14	8	9
	Pas.....	3,628 = 7 pas par pouce.		2,822 = 9 pas par pouce.		1,85	

DÉSIGNATIONS DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ	TYPE DE 24 m/m COURANT	TYPE DE 12 m/m. RÉDUIT	TYPE DE 8 m/m. MIGNONNETTE	MOYENNE (1)	PROPOSÉ
Diamètre moyen $K = \frac{D_1 \text{ max.} + d_1 \text{ max.}}{2} =$	25,4	13,1	8,6		
id. K proposé en pouce.....	= 25,4	1/2 = 12,7	1/3 = 8,467		
Différence p. 100 sur le diamètre K.....	0	+ 3,1 %	+ 1,6 %	+ 1,6 %	0
Pas.....	3,628	2,822	1,85 au lieu de 1,814		
Profondeur du filet : $\frac{D_1 \text{ max.} - d_1 \text{ max.}}{2} = \frac{D_s \text{ min} - d_s \text{ min.}}{2} =$	1,13	0,8	0,6		
id. en fonction du pas P.....	0,317 P	0,283 P	0,324 P	0,308 P	0,3 P
Jeu sur le rayon : $\frac{D_s \text{ min.} - D_1 \text{ max.}}{2} = \frac{d_s \text{ min.} - d_1 \text{ max.}}{2} =$	0,05	0,03	0,05		
id. en fonction du pas P.....	0,0138 P	0,0106 P	0,0270 P	0,0171 P	0,0166 P
Tolérance sur le rayon (culot de lampe et support) : $\frac{D_1 \text{ max.} - D_1 \text{ min.}}{2} = \frac{d_s \text{ max.} - d_s \text{ min.}}{2} =$	0,225	0,1	0,1		
id. en fonction du pas P.....	0,062 P	0,0354 P	0,054 P	0,050 P	0,05 P
Pénétration minimum sur le rayon : $\frac{D_1 \text{ min.} - d_s \text{ max.}}{2} =$	0,65	0,53	0,35		
id. en fonction du pas P.....	0,18 P	0,2 P	0,19 P	0,19 P	0,183 P

(1) Ces moyennes sont fictives et ne servent que de termes de comparaison avec le système proposé.

Digitized by Google

De plus, les diamètres K étant plutôt diminués (1,6 pour 100 en moyenne), il en résulte que tous les culots de lampes des types 24, 12 et 8 mm fabriqués suivant nos données visseraient sur les supports de lampes actuellement en service et conformes aux indications de l'Union des Syndicats de l'Électricité, pourvu que la forme du filet s'approche suffisamment de celle que nous indiquons, ce qui est généralement le cas.

Toutes les lampes de ces trois types actuellement en stock pourraient donc s'écouler et se monter sur les supports actuellement installés et conformes aux prescriptions de l'Union. Le remplacement de ces supports pourrait ensuite s'effectuer au fur et à mesure des besoins par des supports du type proposé, qui alors recevraient les lampes du type proposé sans difficulté, puisqu'elles sont prévues en conséquence.

Il en résulterait donc le minimum de perturbation pour la transition des deux systèmes.

2° Système étudié par la Compagnie générale d'Électricité (tableau C). — La Compagnie générale d'Électricité a bien voulu nous communiquer un

Tableau C. — *Compagnie générale d'Electricité.*

Symboles	Désignations (Voir fig. 2 et 3).	Type Goliath type 39,3 — type 36 mm type 1 1/2		Type normal type 26,3 — type 24 mm type 1		Type réduit type 13,5 — type 12 mm type 1/2		Type mignonnette — type 9,5 / type 9 — type 8 mm type 1/3			
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
	Culots de lampes.										
d_l	Diamètre au fond du filetage	35,45	35,85	23,8	24,2		12,30		8,3	7,7	7,9
D_l	Diamètre sur le filetage	39,05	39,45	26,1	26,5		13,90		9,5	8,9	9,1
C_l	Longueur de la partie filetée	26		14		13		8		8	
A_l	Hauteur du talon	8	9	7	8	3,5	4,5	1,8	2,3	1,8	2,3
	Pas	6,35 = 4 fil. au"		3,628 = 7 fil. au"		2,822 = 9 fil. au"		1,81 = 14 fil. au pouce.			
	Supports de lampes.										
d_s	Diamètre sur le filetage	36,00	36,25	24,3	24,8	12,36		8,38		8,05	8,15
D_s	Diamètre au fond du filetage	39,60	39,85	26,6	27,1	13,96		9,58		9,25	9,35
C_s	Longueur de la partie filetée	27		15		12		6		6	
B_s	Hauteur de la chemise au-dessus du contact	29	32	18	20	12	14	8	9	8	9
	Pas	6,35 = 4 fil. au"		3,628 = 7 fil. au"		2,822 = 9 fil. au"		1,81 = 14 fil. au pouce.			

travail sur l'unification des filetages Edison. Bien que cette Compagnie ne considère l'ensemble des règles étudiées que comme un projet qui n'est pas encore mis industriellement en exécution, les résultats en sont du plus grand intérêt.

Les nombres donnés dans ce système sont très voisins de ceux que nous avons déterminés précédemment et les principes généraux que nous avons été amené à proposer se retrouvent facilement par l'examen de ces nombres.

Les différents types sont désignés par le diamètre D_l du culot de lampe considéré sensiblement entre le maximum et le minimum.

Le type de 8 mm est prévu en deux grandeurs présentant entre elles une différence de diamètre de 0,5 mm.

Ce système prévoit ainsi les types de : 39,3 ; 26,3 ; 13,5 9,5 et 9 mm, correspondant aux anciennes désignations de : *Goliath*, *Courant*, *Réduit*, *Mignonnette*.

Les tolérances, différentes pour les culots de lampes et pour les supports, sont prévues sur les parties saillantes et les parties creuses des filets.

Les relations des divers éléments en fonction du pas sont indiquées dans le tableau page 42.

Diamètre K. — Nous remarquons que le diamètre K se retrouve dans ce système avec de légères différences dont la moyenne dépasse de 1,4 pour 100 le diamètre en pouces anglais.

Pas. — Les pas sont ceux que nous avons préconisés, sauf un écart de quelques millièmes pour le type de 8 mm, ce qui n'a pas grande importance et pourrait être facilement rectifié.

Profondeur du filet. — Les profondeurs de filet qui varient de 0,283 P à 0,331 P sont en moyenne de 0,309 P alors que nous proposons 0,3 P. Nous sommes donc sensiblement d'accord.

Jeu. — Le jeu varie de 0,0106 P à 0,0413 P. La moyenne est de 0,0199 P, supérieure à celle de 0,0166 P du système proposé.

Tolérances. — Les tolérances sont un peu plus faibles que nos propositions. Elles varient de 0,0197 P à 0,0689 P, leur moyenne générale est de 0,0472 P + 0,0387 P = 0,043 P au lieu de 0,05 P.

Pénétration. — La conséquence est une pénétration

Digitized by Google

	TYPE DE : 36 mm	24 mm	12 mm	8 mm		MOYENNE (1)	PROPOSÉ
N° des plans de la C. G. E.	12646	12647	12638	12645	12649		
Désignation de la C. G. E., type de...	39,3	26,3	13,5	9,5	9 m/m		
Diamètre moyen K, $\frac{D_l \text{ max.} + d_l \text{ max.}}{2}$ =	37,65	25,35	13,1	8,9	8,5		
id. K proposé	1 1/2 = 38,1	1 = 25,4	1/2 = 12,7	1/3 = 8,467	1/3 = 8,467		
Différence en p. 100 sur diamètre K....	— 1,2 %	— 0,2 %	+ 3,1 %	+ 5,1 %	+ 0,4 %	+ 1,4 %	0
Pas	6,35	3,628	2,822	1,81 au lieu de : 1,814			
Profondeur du filet : $\frac{D_l \text{max.} - d_l \text{max.}}{2} = \frac{D_s \text{min.} - d_s \text{min.}}{2}$ =	1,8	1,15	0,8	0,6	0,6		
id. en fonction du pas P	0,283 P	0,317 P	0,283 P	0,331 P	0,331 P	0,309 P	0,3 P
Jeu sur le rayon : $\frac{D_s \text{min.} - D_l \text{max.}}{2} = \frac{d_s \text{min.} - d_l \text{max.}}{2}$ =	0,075	0,05	0,03	0,04	0,075		
id, en fonction du pas P	0,0118 P	0,0138 P	0,0106 P	0,0221 P	0,0413 P	0,0199 P	0,0166 P
Tolérance sur le rayon : 1° *Culot de lampe.* $\frac{D_l \text{max.} - D_l \text{min.}}{2} = \frac{d_l \text{max.} - d_l \text{min.}}{2}$ =	0,2	0,2			0,1		
id. en fonction du pas P	0,0315 P	0,055 P			0,055 P	0,0472 P	0,05 P
2° *Support de lampe.* $\frac{D_s \text{max.} - D_s \text{min.}}{2} = \frac{d_s \text{max.} - d_s \text{min.}}{2}$ =	0,125	0,25			0,05		
id. en fonction du pas P	0,0197 P	0,0689 P			0,0276 P	0,0387 P	0,05 P
Pénétration minimum sur le rayon : $\frac{D_l \text{ min.} - d_s \text{ max.}}{2}$ =	1,4	0,65				0.375	
id. en fonction du pas P	0,220 P	0,179 P			0,207 P	0,201 P	0.183 P

(1) Ces moyennes sont fictives et ne servent que de termes de comparaison avec le système proposé.

minimum légèrement plus élevée. Elle varie dans ce système de 0,179 P à 0,220 P et donne une moyenne de 0,201 P tandis que nous obtenons 0,183 P.

Forme du filet. — La forme du filet adoptée par la Compagnie générale est obtenue de la manière suivante.

Deux arcs de cercle égaux, se raccordant par tangence et tangents aux diamètres, déterminent un contour dit profil théorique, partageant exactement en deux l'épaisseur du jeu minimum.

Les profils maxima pour les culots de lampes et minima pour les supports de lampes sont concentriques à ce profil théorique. Les rayons de courbure sont par suite plus faibles pour les parties saillantes que pour les parties creuses ou autrement dit les filets sont légèrement plus aigus que les fonds de filet.

Malgré tout, dans leur ensemble, nos propositions offrent une certaine analogie avec les dimensions étudiées par la Compagnie générale d'Électricité.

Nos propositions étant déjà très voisines des conclusions de l'Union des Syndicats de l'Électricité, cette rencontre nous porte à croire que nos déductions sont au moins normales.

Signalons enfin que tous les culots de lampes que nous proposons se visseront sur les supports définis, pour les types 24, 12 et 8 mm, par la Compagnie générale d'Électricité, considérés au point de vue des diamètres.

En ce qui concerne le type de 36 mm, puisque le diamètre D_s minimum des supports admis par la Compagnie générale d'Électricité est de 39,6 mm, les culots de lampes proposés y entreront tant que leur diamètre sera au plus égal à 39,6.

Notre tolérance prévue pour D_l de 39,37 à 40,00 devrait donc, dans ce cas, s'arrêter à 39,6 et nous ne pourrions appliquer notre tolérance en plus du minimum que pour 37 pour 100 de sa valeur.

Pour ce même type de 36 mm, le diamètre de D_s

Digitized by Google

maximum des supports admis par la Compagnie générale d'Électricité étant de 39,85 mm, les culots de lampes proposés y entreront tant que leur diamètre sera au plus égal à 39,85 mm.

Notre tolérance de 39, 37 à 40, pour D_l, devrait alors s'arrêter à 39,85 et elle ne pourrait donc être appliquée en plus du minimum que pour 76 pour 100 de sa valeur.

Ce manque de concordance semble résulter de la tolérance relativement faible (0,0197 P) admise pour le support de lampe de 36 m/m alors que pour le type de 24 mm elle est trois fois et demie plus élevée (0,0689 P).

Pour se raccorder avec ce système, il serait désirable que nos culots de lampes de 36 mm proposés soient construits en se rapprochant plutôt du minimum, mais pour ce type seulement, les autres pouvant se visser dans tous les cas.

Ce minimum ne devrait pas, bien entendu, dépasser les tolérances fixées et contrôlées par les calibres, et il ne devrait être observé que pendant la période de transition.

3° Système de l'Engineering Standards Committee américain (tableau D).— Le Sous-comité des Accessoires électriques, sous la présidence de

Tableau D. — *Engineering Standards Committee (Américain).*

SYMBOLES	DÉSIGNATIONS (Voir fig. 2 et 3).	TYPE MOGUL — TYPE 36 mm — TYPE 1 1/2		TYPE MEDIUM — TYPE 24 mm — TYPE 1		TYPE CANDELBRA — TYPE 12 mm — TYPE 1/2		TYPE MINIATURE — TYPE 8 mm — TYPE 1/3	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
	Culots de lampes.								
d_l	Diamètre au fond du filetage	36,703	36,957	24,511	24,663	10,414	10,541	8,382	8,509
D_l	Diamètre sur le filetage	39,243	39,497	26,187	26,339	11,684	11,811	9,398	9,525
C_l	Longueur de la partie filetée..								
A_l	Hauteur du talon								
	Pas	6,35=4 pas par p.		3,628=7 pas par p.		2,54=10 pas par p.		1,814=14 pas par"	
	Supports de lampes.								
d_s	Diamètre sur le filetage	37,211	37,516	24,867	25,070	10,668	10,820	8,572	8,725
D_s	Diamètre au fond du filetage.	39,751	40,056	26,543	26,746	11,938	12,090	9,588	9,741
C_s	Longueur de la partie filetée..								
B_s	Hauteur de la chemise au-dessus du contact.....								
	Pas	6,35=4 pas par p.		3,628=7 pas par p.		2,54=10 pas par p.		1,814=14 pas par"	

M. Ch. Wordingham, a prié le Comité d'unification des filets spéciaux d'établir un rapport qui nous a été communiqué par l'obligeante intervention de M. R.-V. Picou.

Ce rapport concerne les quatre types de 36 mm, 24 mm, 12 mm, 8 mm, qui y sont désignés sous les noms de *Mogul*, *Medium*, *Candelbra*, *Miniature*.

Les différents types réglementés en Amérique en 1912 ont été revisés par l'Americain Society of Mechanical Engineers et, sur 38 fabricants, 27 ont accepté les nouvelles règles, déjà utilisées par les 11 autres.

On a écarté dans l'examen des types, ceux d'origine allemande dont la profondeur du filet était plus grande.

Les tolérances sont différentes pour les culots de lampes et pour les supports de lampes, et elles sont prévues sur les parties saillantes et sur le fond des filets.

Les relations des divers éléments définissant le filetage en fonction du pas sont indiqués dans le tableau page 44.

Diamètre K. — Nous remarquons que le diamètre moyen K est exactement celui que nous proposons pour les types de 36 et 24 mm, c'est-à-dire 1 pouce 1/2 et 1 pouce.

Toutefois, le diamètre K pour le type de 12 mm est de 11 mm 112, soit 7/16 de pouce au lieu de 1/2 ou 8/16 de pouce, comme nous le proposons. Il en résulte que le culot de lampe de 12 mm et le support de lampe qui en découle pour le système américain sont plus faibles de 12,5 pour 100 que ceux que nous préconisons.

Pour le type de 8 mm, le diamètre moyen K est de 8,953 = 141/400 ou 0,3525 de pouce, soit de 5,7 pour 100 supérieur à 1/3 de pouce ou 8,467. D'autre part, dans ce même type, nous remarquons que le diamètre extérieur D_l maximum de la lampe est égal à 3/8 de pouce ou 9,525 mm et cette valeur semble avoir servi de point de départ.

Pas. — Les pas sont ceux que nous avons proposés, sauf pour le type 12 mm où le pas est de 2,54 mm, c'est-à-dire 10 filets au pouce, au lieu de 2,822 mm (9 filets au pouce) qui semble assez généralement admis pour ce type.

Digitized by Google

DÉSIGNATION DE L'ENGINEERING STANDARDS COMMITTEE (AMERICAIN)	TYPE DE 36 m/m MOGUL	24 m/m MEDIUM	12 m/m CANDELBRA	8 m/m MINIATURE	MOYENNE (1)	PROPOSÉ
Diamètre moyen $K = \frac{D_1 \text{ max.} + d_1 \text{ min.}}{2} =$	38,1	25,4	11,112	8,953		
id. proposé en pouces	1 1/2 = 38,1	1 = 25,4	1/2 = 12,7	1/3 = 8,46		
Différence en p. 100 sur le diamètre K....	0 %	0 %	— 12,5 %	+ 5,7 %	— 1,7 %	0
Pas.....	6,35	3,628	2,54 au lieu de 2,822	1,814		
Profondeur du filet : $\frac{D_1 \text{ max.} - d_1 \text{ max.}}{2} = \frac{D_s \text{ min.} - d_s \text{ min.}}{2} =$	1,27	0,838	0,635	0,508		
id. en fonction du pas P.....	0,20 P	0,231 P	0,25 P	0,28 P	0,240 P	0,3 P
Jeu sur le rayon : $\frac{D_s \text{ min.} - D_1 \text{ max.}}{2} = \frac{d_s \text{ min.} - d_1 \text{ max.}}{2} =$	0,127	0,102	0,0635	0,0315		
id. en fonction du pas P.....	0,02 P	0,0281 P	0,025 P	0,0174 P	0,0226 P	0,0166 P
Tolérance sur le rayon : 1° *Culot de lampe.* $\frac{D_1 \text{ max.} - D_1 \text{ min.}}{2} = \frac{d_1 \text{ max.} - d_1 \text{ min.}}{2} =$	0,127	0,076	0,0635	0,0635		
id. en fonction du pas P.....	0,02 P	0,021 P	0,025 P	0,035 P	0,025 P	0,05 P
2° *Support de lampe.* $\frac{D_s \text{ max.} - D_s \text{ min.}}{2} = \frac{d_s \text{ max.} - d_s \text{ min.}}{2} =$	0,1525	0,1015	0,076	0,0765		
id. en fonction du pas P.....	0,024 P	0,028 P	0,03 P	0,042 P	0,031 P	0,05 P
Pénétration minimum sur le rayon : $\frac{D_1 \text{ min.} - d_s \text{ max.}}{2} =$	0,8635	0,5585	0,432	0,3365		
id. en fonction du pas P.....	0,136 P	0,154 P	0,17 P	0,186 P	0,161 P	0,183 P

(1) Ces moyennes sont fictives et ne servent que de termes de comparaison avec le système proposé.

Nous ne sommes pas à même d'expliquer ces apparentes anomalies.

Profondeur du filet. — La profondeur du filet pour chacun des types de :

	36 mm	24 mm	12 mm	8 mm
est respectivement de :				
	1,27	0,838	0,635	0,508 mm
soit :	1/20	1/30	1/40	1/50 de pouce

La progression semble régulière, mais n'est pas proportionnelle au pas et, d'autre part, la profondeur du filet est plus faible que celle que nous admettons. En effet, en fonction du pas, la profondeur du filet indiquée ci-dessus est de 0,20 P, 0,231 P, 0,25 P, 0,28 P alors que nous proposons une valeur uniforme égale à 0,3 P.

Forme du filet. — Il en résulte une forme de filet extrêmement variable d'un type à l'autre. Alors que pour le type de 36 mm, le filet est très aplati, il devient de plus en plus marqué jusqu'à atteindre presque la forme que nous proposons dans le type de 8 mm.

Jeu. — Le jeu est fixé à :

	0,127 mm	0,102 mm	0,0635 mm	0,0315 mm
soit :	0,005	0,004	0,0025	0,00125 de pouce

c'est-à-dire une progression non proportionnelle au pas, car en fonction de celui-ci les jeux varient de 0,0174 à 0,0281 P et leur valeur moyenne est de 0,0226 P, supérieure à celle de 0,0166 P que nous proposons.

Tolérances. — Les tolérances admises par le système américain sont différentes suivant qu'elles s'appliquent aux culots de lampes ou aux supports de lampes.

Pour les culots de lampes de :	36 mm	24 mm	12 mm	8 mm
la tolérance est de :	0,127 mm	0,076 mm	0,0635 mm	0,0635 mm
soit :	0,005	0,003	0,0025	0,0025 de pouce

Digitized by Google

Pour les supports correspondants la tolérance est de :

	0,1525 mm	0,1015 mm	0,076 mm	0,076 mm
soit :	0,006	0,004	0,003	0,003 de pouce

Ces progressions exprimées en fonction du pas varient de 0,02 P à 0,042 P et leur moyenne donne 0,028 P, inférieure à l'expression 0,05 P que nous avons proposée.

Nous voyons donc que le peu de saillie donné en général au filetage conduit, pour conserver un certain contact périphérique dans le cas extrême (le plus petit culot de lampe dans le plus grand support de lampe), à diminuer les tolérances sur le diamètre. Il en résulte que l'observation de ces règles exige une fabrication plus précise, puisque les causes de rebut augmentent avec le défaut de tolérance.

Pénétration. — Malgré cette rigueur, la pénétration minimum ne semble pas améliorée, car en moyenne elle est de 0,161 P alors que nous proposons 0,183 P.

Nous ne nous expliquons pas cet aplatissement du filet pour les gros diamètres puisque, pour les types de 8 mm, où la déchirure du métal serait, pensons-nous, le plus à craindre en raison de son épaisseur relativement forte par rapport au pas, ce filet a une profondeur de 0,28 P, très voisine de notre proposition de 0,3 P.

Toutefois, nous constatons que tous les éléments sont définis par des valeurs exprimées par des subdivisions exactes du pouce et le système, employé dans les contrées où cette mesure est en vigueur, doit présenter une certaine simplicité numérique.

Si on en excepte le type de 12 mm, nettement plus petit que le nôtre dans le système américain, et ayant d'ailleurs un pas différent, les culots de lampes que nous proposons se visseraient dans les supports de lampes du système américain des types de 24 et 8 mm.

En ce qui concerne le type de 36 mm, les culots de lampes proposées entreraient toujours dans les supports de lampes américains *maxima*.

Pour ce même type de 36 mm, puisque le diamètre D_s minimum des supports de lampes admis par le système américain est de 39,751 mm, les culots de lampes proposés y entreraient tant que leur diamètre sera au plus égal à 39,751 mm.

La tolérance que nous avons prévue pour D_l de 39,37 à 40,00 mm devrait donc s'arrêter à 39,751 mm et ne pourrait être appliquée en plus du minimum que pour 60 pour 100 de sa valeur.

Donc, pour le type de 36 mm seulement, il serait désirable que les culots de lampes proposés soient construits se rapprochant du minimum, les types de 24 et 8 mm pouvant se visser dans tous les cas.

Rappelons que ce minimum, qui devrait toujours respecter les limites fixées et vérifiées par les calibres, pourrait n'être observé que pendant un certain temps, pour permettre le remplacement, par des supports de lampes conformes au système proposé, des supports de lampes actuellement installés.

La forme du filet du système américain, suivant un document qui nous a été communiqué par le Standards Committee britannique, serait déterminée de la même manière que celle que nous proposons, c'est-à-dire par deux arcs de cercle égaux tangents entre eux et tangents aux diamètres D_l et d_l.

Nous ne sommes pas en mesure de savoir quel est le profil qui résulte de l'application des jeux et des tolérances.

4° Système de l'engineering standards committee britannique (tableau E). — Nous devons à la complaisance de M. R.-V. Picou, d'être en possession du rapport sur les mesures des culots de

Tableau E. — *Engineering Standards Committee (Britannique).*

SYMBOLES	DÉSIGNATIONS (Voir fig. 2 et 3).	TYPE GOLIATH TYPE 36 mm TYPE 1 1/2 — Min.	Max.
	Culots de lampes.		
d_l	Diamètre au fond du filetage.	34,417	35,687
D_l	Diamètre sur le filetage....	38,506	39,141
C_l	Longueur de la partie filetée		
A_l	Hauteur du talon.....		
	Pas.....	6,35 = 4 pas p. pouce	
	Supports de lampes.		
d_s	Diamètre sur le filetage	36,601	37,617
D_s	Diamètre au fond du filetage	39,395	40,411
C_s	Longueur de la partie filetée		
F_s	Hauteur de la chemise au-dessus du contact		
	Pas.....	6,35 = 4 pas p. pouce	

Digitized by Google

lampes et supports de lampes faites par le National Physical Laboratory sous les auspices de l'Engineering Standards Committee britannique.

Les propositions faites ne concernent que le type de 36 mm; M. C. Le Maistre, le distingué secrétaire de l'Engineering Standards Committee, nous ayant déclaré que toute l'attention du Comité se portait sur le type Goliath pour terminer au plus tôt son unification, qu'il était urgent d'opérer le plus rapidement possible en ne s'attardant à nulle autre question.

Les dimensions ont été déterminées d'après le principe suivant :

Pour les culots de lampes, les diamètres de base ont été admis égaux aux moyennes des diamètres des échantillons observés. Les tolérances en plus ou en moins sur ces diamètres ont été déterminées de manière à englober la presque totalité des culots de lampes observés.

La même opération a été faite pour les supports de lampes, mais il n'a pas été possible d'admettre dans la limite des tolérances tous les échantillons entre le maximum et le minimum fixés en raison des écarts relativement grands que présentaient ces échantillons.

Bien que plusieurs supports de lampes aient été écartés, il en résulte à la limite entre culots de lampes minima et supports de lampes maxima une pénétration très faible.

M. Le Maistre a bien voulu nous communiquer quelques échantillons parmi ceux qui ont servi à déterminer les données figurant au rapport en notre possession et dont la copie est annexée à notre étude.

Nous avons pu constater l'exactitude des mesures faites sur ces échantillons et mentionnés dans ce rapport.

Pour comparer le système de l'Engineering Standards Committee britannique avec les autres systèmes, nous faisons figurer ci-après les relations des divers éléments en fonction du pas.

DÉSIGNATION DE L'ENGINEERING STANDARDS COMMITTEE BRITANNIQUE			TYPE DE 36 mm GOLIATH	MOYENNE (1)	PROPOSÉ
Diamètre moyen $K = \frac{D_l \text{ max.} + d_l \text{ max.}}{2} =$			37,414		
Diamètre proposé en pouces			1 1/2 = 38,1		
Différence en p. 100 sur le diamètre K			— 1,8 %	— 1,8 %	0
Pas			6,35		
Profondeur du filet	Culot de lampe	$\frac{D_l \text{ max.} - d_l \text{ max.}}{2} =$	1,727		
		en fonction du pas P	0,272 P		
	Support de lampe	$\frac{D_s \text{ min.} - d_s \text{ min.}}{2} =$	1,397	0,246 P	0,3 P
		en fonction du pas P	0,22 P		
Jeu sur le rayon	sur les filets du culot de lampe	$\frac{D_s \text{ min.} - D_l \text{ max.}}{2} =$	0,127		
		en fonction du pas P	0,02 P		
	sur fond de filets du culot de lampe	$\frac{d_s \text{ min.} - d_l \text{ max.}}{2} =$	0,457	0,046 P	0,0166 P
		en fonction du pas P	0,472 P		
Tolérance sur le rayon — Culot de lampe	sur le filet	$\frac{D_l \text{ max.} - D_l \text{ min.}}{2} =$	0,317		
		en fonction du pas P	0,05 P		
	à fond de filet	$\frac{d_l \text{ max.} - d_l \text{ min.}}{2} =$	0,635		
		en fonction du pas P	0,1 P	0,077 P	0,05 P
Tolérance sur le rayon — Support de lampe		$\frac{D_s \text{ max.} - D_s \text{ min.}}{2} = \frac{d_s \text{ max.} - d_s \text{ min.}}{2} =$	0,508		
		en fonction du pas P	0,08 P		
Pénétration minimum sur le rayon		$\frac{D_l \text{ min.} - d_s \text{ max.}}{2} =$	0,445		
		en fonction du pas P	0,07 P	0,07 P	0,183 P

(1) Ces moyennes sont fictives et ne servent que de termes de comparaison avec le système proposé.

Digitized by Google

Diamètre K. — D'après le tableau ci-dessus nous constatons que le diamètre K est légèrement plus faible que celui faisant l'objet de nos propositions.

Pas . — En revanche, le pas est exactement le même que le nôtre.

Profondeur du filet. — La profondeur du filet est différente pour le culot de lampe et le support de lampe; la forme du filet est par suite variable d'un cas à l'autre, cette profondeur est en moyenne plus faible que celle que nous proposons, le filet est donc plus aplati.

Jeu. — Le jeu n'est pas le même sur les saillants et sur les creux du filetage ; il est relativement élevé, et c'est le plus considérable (0,046 P au lieu de 0,0166 P) que nous puissions constater.

Tolérances. — Il y a des tolérances différentes suivant qu'elles s'appliquent au support de lampe ou au culot de lampe. Pour ce dernier il est même prévu deux valeurs distinctes concernant soit le filet, soit le fond de filet. Ces tolérances sont également très fortes en moyenne (0,077 P au lieu de 0,05 P) ; ce sont aussi les plus importantes que nous puissions observer.

Pénétration. — En conséquence, la pénétration minimum du culot de lampe minimum dans le support maximum est très faible. Elle est de 0,07 P soit deux fois et demie moindre que nos propositions.

Le vissage est donc en général très lâche et les chances de foirer plus grandes dans ce système que dans tout autre.

Les considérations ci-dessus semblent inhérentes à l'adoption du principe de tout concilier. Bien que ce but ne soit pas entièrement atteint, puisque quelques échantillons extrêmes ont été écartés, nous pensons qu'il en résulte quelque inconvénient dans son emploi, quoique le principe ne soit appliqué qu'au type de 36 mm où le pas est le plus fort. Nous doutons que cette manière de voir puisse être prolongée jusqu'à atteindre le type de 8 mm où les filets sont bien moins marqués.

Quoi qu'il en soit, les culots de lampes proposés, au point de vue seul des diamètres entreront dans tous les supports de lampes britanniques maxima.

Pour les supports de lampes britanniques maxima, le diamètre D_s maximum est de 39,395 mm, les culots de lampes proposés y entreront donc, tant que leur diamètre D_l sera au plus égal à 39,395 mm.

La tolérance que nous avons prévue variable pour D_l de 39,37 à 40,00 mm devra donc s'arrêter à 39,395 mm; elle ne pourrait donc être appliquée en plus du minimum que pour 4 pour 100 de sa valeur.

Cette fois encore, il est désirable que les culots de lampes de 36 mm proposés soient construits en se rapprochant du minimum, toujours sans dépasser les limites contrôlées par les calibres et pendant le temps nécessaire pour permettre le remplacement des supports de lampes des anciens systèmes.

5° Système V. D. E. (tableau F). — La Compagnie générale d'Électricité a bien voulu nous communiquer sur ce système les renseignements suivants :

« Les initiales V. D. E. signifient : « Verband Deutscher Elektrotechniker » et indiquent l'abréviation sous laquelle est généralement dénommé le

Tableau F. — *Verband deutscher Elektrotechniker. V. D. E.*

SYMBOLES	DÉSIGNATIONS (Voir fig. 2 et 3).	TYPE GOLIATH — TYPE 36 mm — TYPE 1 1/2		TYPE NORMAL — TYPE 24 mm — TYPE 1		TYPE MIGNONNETTE — TYPE 12 mm — TYPE 1/2	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max
	Culots de lampes.						
d_l	Diamètre au fond du filetage		35,85 35,90		24,2 24,25		12,26 12,3
D_l	Diamètre sur le filetage	39,05	39,45 39,50	26,1	26,5 26,55	13,7	13,86 13,9
C_l	Longueur de la partie filetée..	26		14		11	
A_l	Hauteur du talon.....	8	9	7	8	3,5	4,5
	Pas	6,35=4 pas p.pouce		3,628=7 pasp.pouce		2,822=9 pasp.pouce	
	Supports de lampes.						
d_s	Diamètre sur le filetage	36,05 36,00	36,45	24,4 24,35	24,8	12,4 12,36	12,56
D_s	Diamètre au fond du filetage.	39,65 39,60	—	26,7 26,65	—	14,0 13,96	—
C_s	Longueur de la partie filetée..	27	—	15	—	12	—
B_s	Hauteur de la chemise au-dessus du contact	29	32	18	20	12,5	14
	Pas	6,35=4 pasp. pouce		3,628=7 pasp.pouce		2,822=9 pasp.pouce	

Digitized by Google

livre qui donne pour toute l'Allemagne les constantes et les cotes principales concernant les installations électriques et devant être respectées.

» Cette publication est à la fois un mémorandum d'ingénieur, en même temps qu'un résumé des règles imposées en Allemagne, pour toute installation électrique.

» On y trouve non seulement les renseignements techniques les plus importants, mais également les abréviations et les marques que doivent porter les principaux appareils.

» Les prescriptions générales qu'elle contient étaient souvent imposées dans les marchés passés avec les grandes compagnies d'électricité ou de tramways étrangères (belges, hollandaises, suisses, etc..) et on nous a fréquemment demandé de nous y reporter.

» Etant donnée l'importance que jouait cette publication avant la guerre sur le marché européen et dans les pays étrangers, nous avons cru devoir la signaler, car il n'est pas douteux qu'en cas d'exportation française après la guerre, nous aurons à tenir compte que les pays approvisionnés précédemment par l'Allemagne possèdent un matériel conforme à toutes les prescriptions du V. D. E. Dans ces conditions rentrent en première ligne : la Belgique, la Hollande, la Suisse, l'Espagne, la Russie, l'Amérique du Sud et l'Orient. »

Nous partageons l'opinion de la Compagnie générale d'Électricité sur ce point.

Nous allons donc examiner les prescriptions fixées par ce système.

Il concerne les trois types de : 36 mm, 24 mm, 12 mm, qui sont appelés par les noms de : *Goliath*, *Normal*, *Mignon*.

Pour faciliter la comparaison avec les autres systèmes, nous indiquons dans le tableau ci-dessous les relations par rapport au pas des différents éléments de filetage.

DÉSIGNATION DU V. D. E.	TYPE DE 36 m/m GOLIATH	TYPE DE 24 m/m NORMAL	TYPE DE 12 m/m MIGNON	MOYENNE (1)	PROPOSÉ
Diamètre moyen $K = \frac{D_1 \text{ max.} + d_1 \text{ max.}}{2} =$	37,8	25,4	13,1		
id proposé en pouces.....	1 1/2 = 38,1	1 = 25,4	1/2 = 12,7		
Différence p. 100 sur le diamètre K	— 0,8 %	0 %	+ 3,1 %	+ 0,77 %	0
Pas.....	6,35	3,628	2,822		
Profondeur du filet : $\frac{D_1 \text{ max.} - d_1 \text{ max.}}{2} = \frac{D_s \text{ min.} - d_s \text{ min.}}{2} =$	1,8	1,15	0,8		
id. en fonction du pas P	0,283 P	0,317 P	0,283 P	0,294 P	0,3 P
Jeu sur le rayon : $\frac{D_s \text{ min.} - D_1 \text{ max.}}{2} = \frac{d_s \text{ min.} - d_1 \text{ max.}}{2} =$	0,05	0,05	0,03		
id. en fonction du pas P	0,0079 P	0,0138 P	0,0106 P	0,0108 P	0,0166 P
Tolérance sur le rayon : *Culot de lampe et support de lampe* : $\frac{D_1 \text{ max.} - D_1 \text{ min.}}{2} = \frac{d_s \text{ max.} - d_s \text{ min.}}{2} =$	0,225	0,225	0,1		
id. en fonction du pas P	0,0354 P	0,062 P	0,0354 P	0,0443 P	0,05 P
Pénétration minimum sur le rayon : $\frac{D_1 \text{ min.} - d_s \text{ max.}}{2} =$	1,3	0,65	0,57		
id. en fonction du pas P	0,205 P	0,179 P	0,202 P	0,195 P	0,183 P

(1) Ces moyennes sont fictives et ne servent que de termes de comparaison avec le système proposé.

Nous constatons tout d'abord une grande analogie entre les dimensions fixées par ce système et celles du système de l'Union des Syndicats, qui a servi de base à celui que nous proposons.

Cette constatation ne nous étonne pas, puisque, comme nous le disions au début de cette étude, l'Union des Syndicats de l'Électricité s'était préoccupée de la question d'exportation et avait adopté les dimensions moyennes d'échantillons pouvant être utilisés sans modifier les appareils existants dans les pays d'exportation.

Nous croyons donc que nos propositions auraient

Digitized by Google

de grandes chances de pouvoir être employées dans les nombreux pays où le système V. D. E. était en vigueur.

Diamètre K. — Dans ce système, les diamètres K sont en moyenne ceux que nous proposons.

Pas. — Il en est de même pour les pas.

Profondeur du filet. — La profondeur du filet est également très sensiblement celle que nous indiquons.

Jeu. — Le jeu est un peu faible, surtout pour le type de 36 mm où il n'atteint pas les 0,008 du pas au lieu de 0,0166 du pas que nous avons proposé. Signalons en passant que cette tolérance est la plus faible que nous ayons observée, mais nous ne sommes pas à même de nous l'expliquer.

Tolérances. — Les tolérances sont aussi en moyenne plus faibles que nos propositions.

Pénétration. — En conséquence, la pénétration minimum est plus élevée que celle que nous obtenons.

Forme du filet. — La forme du filet est dérivée d'un profil dit idéal, formé de deux arcs égaux, tangents entre eux, et partageant exactement en deux la largeur du jeu minimum compris entre le plus grand culot de lampe et le plus petit support de lampe (voir fig. 4).

Le profil à observer pour le filetage mâle et femelle est obtenu par des courbes concentriques à ce profil idéal.

Remarquons en outre que, dans ce système, les diamètres D_l et d_l des culots de lampes ont deux valeurs maxima. La plus petite indique le diamètre du calibre de vérification neuf et la plus grande celle de ce même calibre après usure.

Inversement, les diamètres D_s et d_s des supports de lampes ont deux valeurs minima, dont la plus grande indique le diamètre du calibre neuf et la plus petite celle du même calibre usé.

Nous craignons que ces deux dimensions pour un même diamètre ne jettent le trouble dans l'esprit du constructeur. D'ailleurs, les calibres doivent être autant que possible trempés ou cémentés pour que leur usure puisse pratiquement être impossible.

Les diamètres des culots de lampes que nous proposons visseraient dans tous les supports de lampes des types 24 et 12 mm prévus par le système V. D. E.

Pour le type de 36 mm, les diamètres des culots de lampes que nous proposons entreraient toujours dans les supports de lampes V. D. E. maxima.

Le diamètre D_s minimum des supports de lampes du type de 36 mm du système V. D. E. est de 39,6 mm. Les culots de lampes proposés y entreraient donc tant que leur diamètre serait au plus égal à 39,6 mm.

Notre tolérance de 39, 37 à 40,00 mm pour D_l devrait alors s'arrêter à 39,6 mm. Elle ne pourrait donc être appliquée en plus du minimum que pour 37 pour 100 de sa valeur.

Nous notons cette fois encore qu'il est désirable que les culots de lampes de 36 mm proposés, soient construits en se rapprochant du minimum permis et vérifié par les calibres, pendant la période nécessaire au renouvellement des supports de lampes en service pour le moment.

(A suivre.)

Ch. ZETTER.

Revues, analyses et informations

Carte en relief de la charge annuelle ; analyse de la charge de pointe et du facteur de charge.

Cette carte en relief est un dispositif destiné à rendre sensible aux yeux l'ensemble de la charge annuelle d'une station centrale. On l'obtient en découpant une feuille de carton suivant le diagramme de chaque charge journalière et en juxtaposant dans l'ordre chronologique tous ces cartons placés verticalement. Sur le cadre qui les maintient, on trace des graduations pour les kilowatts, les heures de la journée et les mois de l'année. La figure 1 est la photographie d'une de ces cartes, relative à la charge de Philadelphie en 1916.

Ce procédé a été déjà décrit par M. Ticier dans la « R. G. E. » du 20 janvier 1917. Un auteur américain (1) lui consacre un article et en tire quelques déductions.

CHARGE DE JOUR. — La carte en relief de la charge annuelle fait nettement ressortir l'uniformité, tout le long de l'année, du contour de la charge de jour, qui commence toujours entre 7 et 8 heures, présente une vallée à midi et fait une chute abrupte à 17 heures environ. Ceci se voit nettement sur la photographie de la figure 2, surtout si l'on supprime par la pensée la charge de nuit aux endroits où elle empiète sur la charge de jour à 5 heures. La charge de jour correspond sensiblement à celle d'un jour de travail moyen.

CHARGE DE NUIT. — La charge de nuit commence et monte rapidement à 20 heures vers le milieu de l'été et entre 16 et 17 heures en hiver ; elle correspond sensiblement à la charge de lumière. Son début dépend absolument de l'heure du coucher du soleil et elle tombe brusquement, peu après avoir atteint son maximum. Après minuit, elle s'établit à une valeur faible et disparaît presque entièrement lorsqu'on éteint l'éclairage public au moment du lever du soleil. En été, on voit le matin une profonde vallée entre la chute abrupte de la charge de nuit et le commencement de la charge de jour, tandis qu'en hiver les deux charges se recouvrent le matin, en comblant cette vallée.

POINTES. — Pendant les mois d'été, il y a trois pointes

(1) Wm. Le Roy ROBERTSON, *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, décembre 1917, t. XXXVI, p. 941-947.

Digitized by Google

distinctes : une vers 8 heures, une vers 17 heures, la troisième vers 20 heures. Quand la saison s'avance, comme le soleil se couche chaque jour plus tôt, la pointe de 20 heures recule vers la pointe de 17 heures et vers la fin de septembre l'année entière et amènera un dédoublement de la grande pointe, qui sera éliminée.

Pour réaliser, à Philadelphie, cette élimination complète de la grande pointe, on estime que les horloges devraient

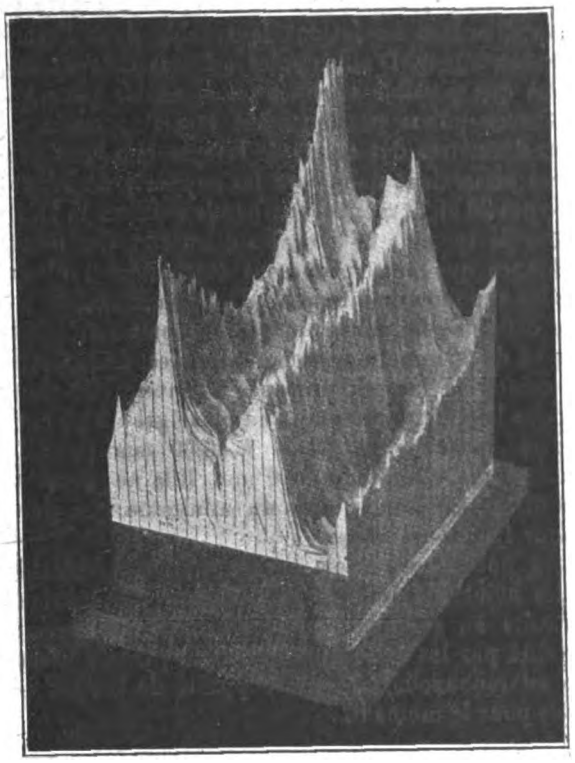


Fig. 1. — Carte en relief de la charge de l'usine génératrice de Philadelphie.

Fig. 2. — Carte en relief de la charge correspondant à une avance de l'heure de 60 m.

es deux pointes se recouvrent, donnant une pointe résultante qui domine de beaucoup les autres et qui croît rapidement en hauteur jusqu'au milieu ou à la fin de décembre, où elle devient la plus grande pointe de l'année. A l'approche des mois de printemps, la pointe résultante diminue et, finalement, vers la fin de mars, se dédouble, formant de nouveau deux pointes séparées. Ce fait était bien connu, mais la carte en relief le présente d'une manière frappante.

Économie de la lumière du jour. — Depuis un an ou plus, douze pays d'Europe ont adopté le système d'avancer l'heure de soixante minutes pendant les mois d'été, de façon à mieux utiliser la lumière du jour. Aux Etats-Unis, les villes de Detroit et de Cleveland ont fait à peu près de même en adoptant l'heure officielle orientale. La Chambre de Commerce des Etats-Unis a recommandé l'avance de l'heure pour le pays tout entier, soit pendant l'année entière, soit pendant l'été seulement.

La carte en relief est fort utile pour étudier l'effet de l'économie de lumière naturelle sur les pointes de charge. L'avance de l'heure produit le même effet que si l'on déplaçait la charge de jour en l'éloignant de la charge de nuit. En regardant la figure 2, on voit que, par ce recul de la charge de jour, la vallée qui se creuse entre les pointes de 17 heures et de 20 heures s'étendra sur une plus longue période pendant l'été ; si le recul est suffisant, cette vallée s'étendra sur

être avancées d'une heure et demie. La figure 3 indique comment les pointes de charge auraient pu être influencées dans cette ville, si l'économie de lumière naturelle avait été adoptée pendant l'année 1916. Il y a naturellement quelque part d'incertitude dans cette prédiction.

Le recul de la charge de jour dans le temps amènerait

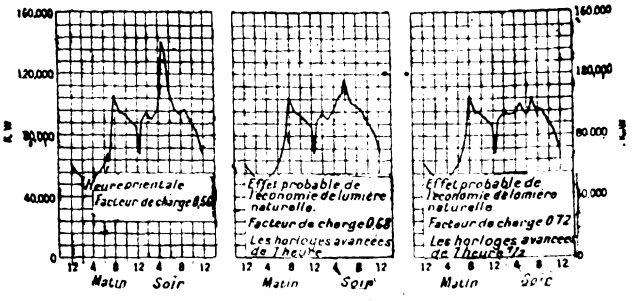


Fig. 3. — Courbes comparatives des charges correspondant à des avances de 1 h. et 1 h. 1/2 des horloges.

aussi un recouvrement plus important de cette charge et de celle des premières heures du matin. Ceci ferait croître la pointe de 8 heures, mais comme la charge du matin est faible, l'accroissement ne serait pas grand. Cependant, si en

Digitized by Google

TABLEAU I. — *Facteurs de charge pour diverses valeurs des charges inférieure et supérieure.*

LIGNE DE SÉPARATION ENTRE LES CHARGES INFÉRIEURE ET SUPÉRIEURE		FACTEUR DE CHARGE POUR LA CHARGE TOTALE (annuel) : 30 pour 100		FACTEUR DE CHARGE POUR LA CHARGE TOTALE (annuel) : 40 pour 100		FACTEUR DE CHARGE POUR LA CHARGE TOTALE (annuel) : 60 pour 100		FACTEUR DE CHARGE POUR LA CHARGE TOTALE (annuel) : 50 pour 100	
charge inférieure en centièmes	charge supérieure en centièmes	charge totale en centièmes	facteur de charge annuel de la charge inférieure en pour 100	facteur de charge annuel de la charge supérieure en pour 100	facteur de charge annuel de la charge inférieure en pour 100	facteur de charge annuel de la charge supérieure en pour 100	facteur de charge annuel de la charge inférieure en pour 100	facteur de charge annuel de la charge supérieure en pour 100	facteur de charge annuel de la charge supérieure en pour 100
100	0	100	30	0	40	0	50	0	60	0
80	20	100	32	0,25	49	0,5	61	1	71	5
60	40	100	50	1	64	2	76	9	86	19
50	50	100	58	2	74	6	85	15	93	27
40	60	100	69	5	82	11	93	23	97	35
20	80	100	91	14	97	26	99	38	100	50
0	100	100	100	30	100	50	100	50	100	60

hiver les heures de bureau commençaient avant le jour, la pointe du matin prendrait des proportions plus grandes.

CHARGE DE BASE ET CHARGE DE POINTE. — FACTEURS DE CHARGE. — La charge totale d'une usine génératrice peut être divisée en deux parties : charge de base, charge supérieure, la ligne de séparation des deux étant affaire d'appréciation. Exemple : figure 4. Après qu'on a adopté une ligne de séparation délimitant ces deux charges, on peut calculer les facteurs de charge annuels séparément pour la charge

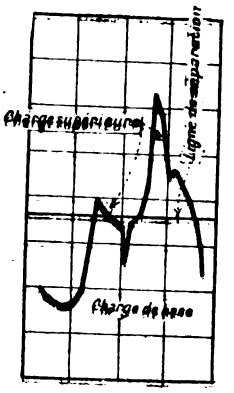


Fig. 4. — Courbe de charge annuelle séparée en charge supérieure et charge de base.

de base et pour la charge supérieure, d'après les 365 courbes de charges journalières. Pour un facteur de charge annuel déterminé de la charge totale, les facteurs de charge calculés pour la section de base et pour la section supérieure ne varieront pas beaucoup avec les diverses stations centrales, car leurs diagrammes de charge se ressemblent beaucoup et il peut se produire une forte variation dans ces diagrammes avant que les facteurs de charge soient affectés.

Le tableau ci-contre donne les facteurs de charge des sections inférieure et supérieure de la charge, correspondant à un certain nombre de lignes de démarcation et répétés pour plusieurs facteurs de charge annuels de la charge totale.

Les chiffres présentés dans cette table sont très instructifs. Prenons par exemple le cas d'une station centrale ayant un facteur de charge annuel de 40 pour 100, le tableau nous montre qu'une fraction égale à 50 pour 100 de la charge, à savoir la charge supérieure, a un facteur annuel de 6 pour 100 seulement ; autrement dit, il y a dans une telle installation un matériel pouvant alimenter la moitié de la charge maximum, qui est inactif pendant 94 pour 100 du temps total. La carte en relief fait apparaître ces faits clairement. La ligne de séparation y devient un plan de séparation, et l'on constate que la partie supérieure de la charge annuelle, celle qui se trouve au-dessus de ce plan, est en effet très faible quand le plan de séparation est à 50 pour 100 du maximum ou plus haut.

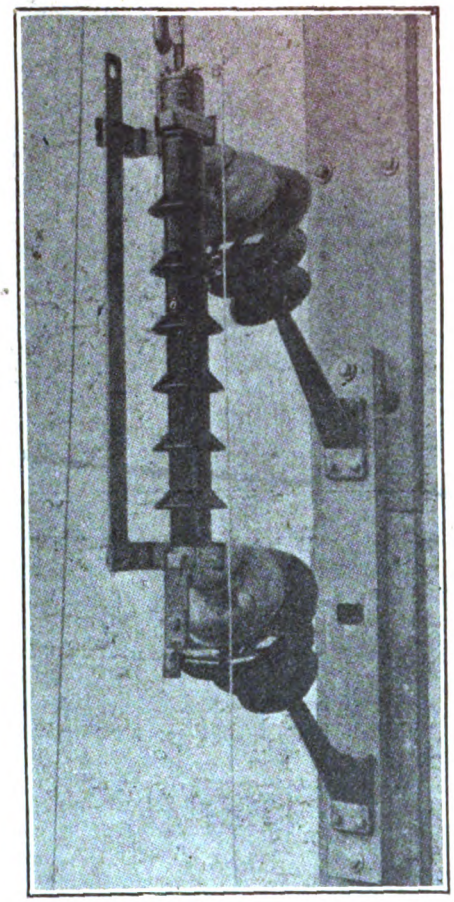
L'auteur, après avoir eu l'idée de cette carte en relief, a appris que M. H.-A. Barre, de la Pacific Light and Power Corporation of Los Angeles (Californie), employait ce même procédé depuis plusieurs années.

P. L.

Digitized by Google

Sectionneur amovible pour haute tension (1).

Ce nouveau sectionneur est destiné à remplacer dans bien des cas les coûteux et encombrants interrupteurs à huile ou à l'air libre. Il consiste dans la combinaison d'un sectionneur ordinaire à couteau et d'un interrupteur à liquide de forme très compacte renfermé dans un tube isolant léger, de longueur et de diamètre correspondant à la tension et à l'intensité du courant à couper. Les extrémités du tube constituant l'interrupteur mobile sont coincées dans des machoires faisant corps avec les bornes du sectionneur. Pour fermer le circuit au moyen de ce tube, il suffit de tirer vers le haut une baguette placée à son extrémité supérieure. Un crochet placé sur le côté maintient l'appareil fermé malgré un ressort tendu à la partie inférieure du tube. Quand ce crochet saute, les contacts inférieurs se séparent et le ressort, en écartant le contact inférieur, permet au liquide anti-arc contenu dans le tube de s'écouler et



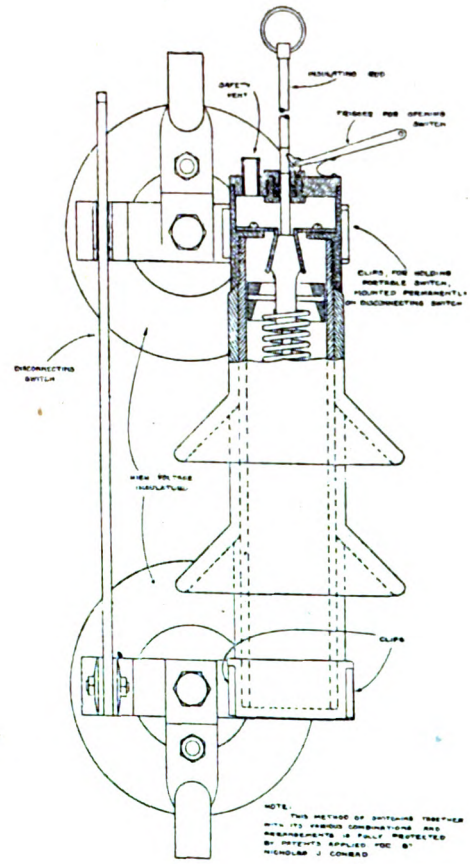


Fig. 1. Photographie d'un sectionneur amovible pour 33 000 v, 100 a, fermé. — Fig. 2. Coupe verticale d'un sectionneur amovible pour 13 200 v, 100 a. Insulating Rod, tige isolante; Trigger for opening switch, levier pour la manœuvre de l'interrupteur; Safety vent, ouverture de sûreté; Clips for holding, etc., machoires faisant corps avec le sectionneur et destinées à recevoir l'interrupteur mobile; Disconnecting Switch, sectionneur; High voltage insulators, isolateurs à haute tension.

d'éteindre l'arc. Un shunt de cuivre largement calculé empêche le ressort de s'échauffer sous l'influence du courant et de se détériorer. Les essais ont montré que l'arc se rompt au bout de une période à une période et demie, c'est-à-dire bien plus rapidement qu'avec la rupture dans l'huile. Le déclanchement du crochet peut être commandé par un relais ou par la fusion d'un coupe-circuit, et devient ainsi automatique.

L'appareil peut être manœuvré soit à la main, soit automatiquement à l'aide de deux ressorts. Il peut être placé à l'extérieur et même sur les poteaux de ligne. Il se fabrique pour toutes tensions de 2 300 v à 110 000 v. Ses principaux avantages sont : prix de revient très bas, simplicité et robustesse. Il est construit par la maison Schweitzer et Conrad, de Chicago.

(1) *Electrical Review*, 27 octobre 1917, t. LXXI, n° 17, p. 742-744, 1 600 mots, 7 fig.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Congrès général du Génie civil (*Suite*)

TRAVAUX DE LA SECTION IV (*Suite*).

L'état actuel de la métallurgie et de l'industrie du cuivre et de ses alliages (1).

Le rapport de MM. Sommaire et Mensier est un des plus importants de ceux qui ont été présentés à la section IV du Congrès du Génie civil. Dans ses 140 pages on trouve une documentation des plus précieuses sur la métallurgie et l'industrie du cuivre, nous allons essayer d'en donner à nos lecteurs les points essentiels, la place nous manquant pour développer complètement cette question du cuivre qui intéresse cependant à tous points de vue les électriciens, nous n'insisterons que sur les parties du rapport s'adressant directement à l'électricité.

I. Métallurgie du cuivre. — La préparation mécanique des minerais qui se faisait autrefois par lavage se fait aujourd'hui, quand le minerai s'y prête, par le flottage. Ce procédé permet d'extraire jusqu'à 96 pour 100 du cuivre de minerai à teneur de moins de 1 pour 100 en rejetant des stériles à 0,1 pour 100. Dans le flottage on met en application le fait qu'une particule de minerai en présence de l'eau est soumise à deux actions : 1° son poids proportionnel au cube de son diamètre, poids qui tend à l'immerger ; 2° tension superficielle de l'eau se traduisant, pour les particules non mouillées, par une résistance à se laisser pénétrer, qui est proportionnelle au carré du diamètre. Si le diamètre de la particule non mouillée est suffisamment faible, l'influence de la tension superficielle l'emporte sur celle du poids et s'oppose à l'immersion de la particule. Pratiquement, on applique ce principe en plaçant le minerai pulvérisé en présence d'huile qui enrobe les particules de sulfure en les rendant non mouillables par l'eau, tandis que les particules de gangue ne subissent aucune action de la part de l'huile et, par conséquent, restent mouillables par l'eau. Lorsque le minerai ainsi préparé est mis en présence de l'eau, le sulfure flotte et la gangue se rassemble au fond de la cuve. Le procédé par flottage s'applique également à la séparation des céments provenant du procédé de lixiviation et cémentation des minerais oxydés ou mixtes d'avec la gangue du fer spongieux employé pour cette opération.

Les minerais sulfurés traités par le procédé par flottage sont ensuite livrés au four à réverbère.

Le traitement du minerai de cuivre par voie humide, qui dans l'avenir ne sera sans doute appliqué qu'aux minerais oxydés ou mixtes, est encore employé pour d'énormes quantités de minerais sulfurés. Voici les grandes lignes de ce traitement. Le minerai est broyé dans des concasseurs puis dans des broyeurs ; entre ces deux sortes d'appareils, on a soin de faire subir un traitement magnétique au minerai pour le débarrasser des morceaux de fer qu'il peut contenir.

Si on a affaire à des minerais oxydés, on les sulfure par une solution diluée de SO^4H^2 ou on les chlorure par solution diluée d'HCl. Si la gangue est trop soluble, on emploie des procédés divers basés sur le fait que le bichlorure de cuivre est soluble dans l'eau pure, tandis que le protochlorure ne l'est pas, mais soluble dans l'eau salée.

Les minerais sulfurés sont, soit sulfatés par les agents atmosphériques, soit soumis à un grillage chlorurant, soit traités par une solution chlorurée. Après ces traitements le minerai est livré à la lixiviation. En passant, signalons que, dans le procédé par solution chlorurée de $CuCl^2$, le CuS ou CuS^2 est transformé en CuCl soluble dans l'eau salée. On régénère le total de $CuCl^2$ en électrolysant la solution, Cu est précipité et $CuCl^2$ régénéré ; cette électrolyse est particulièrement avantageuse, car elle exige seulement la moitié de l'intensité qui serait nécessaire à l'électrolyse des solutions de sulfate et la purification des liqueurs est plus facile ; la force électromotrice nécessaire est de 0,6 v à 0,8 v.

L'extraction du cuivre peut se faire, en sulfate, par cémentation et par électrolyse ; dans ce dernier cas, en dehors du procédé que nous venons d'indiquer, on extrait souvent le cuivre des solutions sulfatées par électrolyse avec anodes insolubles. Les anodes sont en plomb durci, le liquide est brassé énergiquement, la densité de courant est de 105A : m^2 et la tension de 2 v à 2,2 v par cuve. On diminue la consommation d'énergie électrique en injectant de l'acide sulfureux dans le bain. Lorsque le bain contient des nitrates qui dissolvent du cuivre à la cathode, on le purifie par extraction journalière ; lorsqu'il contient des chlorures, on fait passer le bain sur des copeaux de cuivre qui précipitent Cl à l'état de protochlorure, on le dissout dans l'eau salée et précipite le Cu par Fe.

Les rapporteurs, après quelques considérations générales sur les scories et mattes, examine les divers traitements que l'on fait subir aux minerais suivant leur nature, grillage ordinaire, grillage agglomérant, fusion au réverbère des minerais menus grillés, traitement par mattes des minerais en morceaux au watter-jacket. Il

(1) Rapport de MM. Sommaire et Mensier.

Digitized by Google

étudie ensuite les traitements des mattes pour cuivre : traitement au réverbère, traitement au convertisseur, ainsi que les procédés de captation des poussières et fumées des fonderies de cuivre (en particulier le procédé électrique Cottrell).

Le rapport traite ensuite la question de l'affinage électrolytique du cuivre. Cet affinage a pour but d'enlever les dernières traces d'impuretés du cuivre brut, pour produire des cathodes pouvant servir à tous usages et, en particulier, à la fabrication des fils de haute conductibilité et, en même temps, de récupérer les métaux précieux contenus dans ces cuivres.

Quatre éléments règlent l'électrolyse : la composition du bain, la température, la densité de courant et la circulation.

La composition est d'environ 15 pour 100 de sulfate de cuivre et 10 pour 100 d'acide sulfurique libre ; la température est de 35 à 40° C ; la densité de courant est de 200 A : m² et ce chiffre a été fortement dépassé dans les nouvelles usines ; la circulation est maintenue au taux correspondant au renouvellement, environ une fois par heure, du volume de chaque cuve.

Une teneur exagérée en sulfate, une teneur en acide libre trop faible, une température trop élevée, une densité de courant trop faible, une oxydation insuffisante du bain dans l'émulsion, une trop longue file de cuves en séries, favorisent la réduction des sels du bain, l'arsenic à l'état d'acide arsénieux est très nuisible, mais il l'est peu à l'état d'acide arsénique. Le total d'impuretés que peut supporter le bain est de 1 à 1,25 pour 100 quand les plus nuisibles (Bi, Se, Te) sont absentes.

La teneur en cuivre du bain doit être maintenue exacte, elle s'appauvrit quand les anodes sont très impures et s'enrichit lorsqu'elles le sont peu.

Dans le premier cas, on fait passer le bain sur des copeaux de cuivre dans des appareils oxydateurs recevant de l'air et de la vapeur d'eau ; dans le second, on l'appauvrit par des extractions.

Le montage des cuves se fait généralement en dérivation ; on peut le faire en série, ce qui a plusieurs inconvénients : perte de courant entre le bas des électrodes et la couche de boue, production plus forte de cuivre pulvérulent, cuivre obtenu moins pur, réglage difficile pour déterminer les fins de réactions sur les électrodes ; cependant avec le montage en série, les frais d'installation et la consommation d'énergie sont moindres.

Au point de vue économique l'affinage électrolytique n'est applicable avec de fortes densités de courant que si on dispose de force motrice hydraulique ; d'un autre côté, il faut immobiliser une quantité de cuivre importante qui varie en raison inverse de la densité de courant, enfin la dépense de première installation est assez élevée.

Les rapporteurs examinent la question de la fabrication du sulfate de cuivre et étudient dans un long chapitre la transformation du cuivre brut en planches, barres, fils et tubes ; un autre chapitre est consacré à la fusion et transformation des alliages de cuivre en planches, barres, fils et tubes. Les alliages étudiés sont : 1° les laitons (alliages de cuivre et de zinc parfois modifiés par une petite proportion d'un ou deux autres métaux) ; 2° les bronzes, cuivre allié à de l'étain (bronzes proprement dits, mécaniques ou fondus), ou à d'autres corps tels que : aluminium (bronze d'aluminium), manganèse (bronze au manganèse), etc. ; 3° les alliages blancs dans lesquels le cuivre est allié principalement à du nickel, avec souvent un troisième métal, tel le zinc, constituant avec le cuivre et le nickel les maillechorts divers.

MM. Sommaire et Mensier consacrent ensuite un chapitre à des considérations générales sur les cahiers des charges, et un autre chapitre à exposer des méthodes permettant de dégager les résultats industriels faussés par les variations du cours des matières premières ; ils passent enfin à l'exposé économique de l'industrie du cuivre, qu'ils divisent en quatre parties, la première est consacrée à l'exposé de la situation économique mondiale entre 1907 et 1913 inclus ; la deuxième étudie la situation économique des principaux pays producteurs ou transformateurs pendant la même période ; la troisième est consacrée à l'étude de la production et de la consommation de cuivre de 1914 à 1916 ; la quatrième est relative à l'industrie française.

Nous résumerons très brièvement les trois premières parties ne donnant dans les tableaux des deux premières parties que les chiffres relatifs à 1907-1910 et à 1913 et nous insisterons un peu plus sur la quatrième qui se rapporte à l'industrie française.

I. Situation économique mondiale de 1907 a 1913. — Nous ne donnerons que les résumés de deux tableaux dressés par les auteurs du rapport.

Tableau I. — *Production du cuivre brut provenant de minerais importés ou indigènes ou de produits intermédiaires importés, de mattes précipités, etc.*

PAYS	1907 tonnes	1910 tonnes	1913 tonnes
Europe :			
Angleterre	70 900	71 000	72 100
Allemagne	31 900	38 000	41 100
Russie	14 900	22 600	34 100
Espagne	9 900	17 400	23 600
France	7 800	12 900	12 000
Serbie	1 800	5 100	6 400
Autriche-Hongrie	1 100	3 300	4 100
Italie	1 000	1 800	2 300
Autres pays européens	2 700	7 700	10 600
Total Europe	141 900	178 800	186 500
Amérique :			
Etats-Unis	414 300	527 700	589 100
Amérique britannique	14 000	13 600	13 800
Autres pays américains	69 900	82 900	90 000
Total Amérique	498 200	623 400	692 900
Asie :			
Japon	36 400	50 100	77 200
Australie	32 500	37 900	41 800
Afrique		1 000	7 500
Total général	712 000	891 000	1 005 900

Digitized by Google

La consommation mondiale pendant les mêmes années est résumée dans le tableau II.

TABLEAU II. — *Consommation mondiale du cuivre brut.*

PAYS	1907 tonnes	1910 tonnes	1913 tonnes
Europe :			
Allemagne	150 000	212 500	259 300
Angleterre	106 100	146 000	140 300
France	65 300	85 700	103 600
Russie	17 600	28 600	40 200
Autriche-Hongrie	26 600	33 500	39 200
Italie	25 800	22 500	31 200
Belgique	9 500	13 000	15 090
Pays-Bas	1 000	1 000	1 000
Autres pays européens	9 700	10 400	13 300
Europe consommation	411 600	553 200	643 100
Amérique :			
Etats-Unis	227 000	339 900	348 100
Amérique britannique	2 000	3 000	3 000
Amérique consommation	229 000	342 900	351 100
Asie, Australie :			
Production du Japon et de l'Australie	68 900	88 000	119 000
Importation d'Europe	1 400	500	1 000
Importation des Etats-Unis	4 500		80
Total	74 800	88 560	120 100
Exportations en Europe et en Amérique	51 800	67 800	69 800
Asie, Australie et Afrique consommation	23 000	20 700	50 300
Consommation mondiale	663 600	916 800	1 044 500

II. SITUATION ÉCONOMIQUE DES DIFFÉRENTS PAYS PENDANT LA PÉRIODE DE 1907 A 1914. — Les tableaux suivants montrent cette situation.

États-Unis.

TABLEAU III. — *Production, importation, exportation et consommation du cuivre brut.*

		1907 tonnes	1910 tonnes	1913 tonnes
Minerais Cuivre contenu	consommation	398 800	492 700	557 400
	importations	27 500	38 700	49 700
	exportations	12 000	3 700	18 000
Cuivre métal.	production	414 300	520 700	589 100
	importations	82 500	117 600	136 100
	exportations	236 800	321 300	394 200
	consommation	227 000	333 000	337 300

TABLEAU IV. — *Production du cuivre électrolytique aux Etats-Unis.*

	1907 tonnes	1910 tonnes	1913 tonnes
Production environ	368 000	522 000	637 000

Allemagne.

TABLEAU V. — *Industrie du cuivre en Allemagne.*

	1907 tonnes	1910 tonnes	1913 tonnes
Production de minerais	771 227	908 110	?
Importation de minerais	124 116	181 551	225 392
Production de cuivre-métal provenant des minerais étrangers et indigènes	31 946	38 004	41 100
Exportation de cuivre-métal	6 112	7 063	7 208
Consommation	149 950	212 492	259 300

Angleterre.

TABLEAU VI. — *Industrie du cuivre en Angleterre.*

	1907 tonnes	1910 tonnes	1913 tonnes
Production minière (cuivre contenu)	680	460	300
Importation de minerais, mattes, précipités (cuivre contenu)	72 100	70 700	53 300
Exportation de minerais, mattes, précipités (cuivre contenu)	1 900	200	1 500
Production métallurgique	70 900	71 000	52 100
Importation de cuivre métal	81 400	88 800	106 400
Exportation de cuivre métal	42 800	43 000	34 700
Consommation	106 100	146 000	140 300

France.

TABLEAU VII. — *Production, importation, exportation et consommation du cuivre brut.*

	1907 tonnes	1910 tonnes	1913 tonnes
Production	7 800	12 900	12 000
Importation	62 800	77 112	94 863
Exportation	4 900	4 501	4 402
Consommation	65 700	85 500	102 400

TABLEAU VIII. — *Importation de cuivre brut suivant les pays d'origine.*

PAYS	1907 tonnes	1910 tonnes	1913 tonnes
Etats-Unis	40 500	51 100	70 200
Mexique	6 900	5 200	
Chili	1 000	1 600	
Angleterre	4 000	4 700	6 600
Japon	7 700	8 600	
Australie	700	1 500	
Autres pays	2 000	4 400	18 100
Total environ	62 800	77 100	94 900

Digitized by Google

Autriche-Hongrie.

TABLEAU IX.

	1907 tonnes	1910 tonnes	1913 tonnes
Production	1 066	2 279	4 132
Importations	26 181	32 217	36 451
Exportations	619	977	1 379
Consommation	26 600	33 500	39 200

Italie.

TABLEAU X.

	1907 tonnes	1910 tonnes	1913 tonnes
Production	4 024	1 766	2 400
Importations	22 071	21 567	30 280
Exportations	314	837	1 465
Consommation	25 800	22 500	31 200

Russie.

TABLEAU XI.

	1907 tonnes	1910 tonnes	1913 tonnes
Production	14 800	22 600	34 300
Importations	4 400	6 500	6 100
Exportations	1 600	500	200
Consommation	17 600	28 600	40 200

Industrie du sulfate de cuivre (sauf la France).

États-Unis.

TABLEAU XII. — *Production de sulfate de cuivre.*

	1907 tonnes	1910 tonnes	1913 tonnes
Cuivre contenu	5 100	3 100	6 200

Allemagne.

TABLEAU XIII. — *Productions, importations, exportations et consommation de sulfate de cuivre.*

DÉSIGNATION	1907 tonnes	1910 tonnes	1913 tonnes
Production	5 284	5 209	5 682
Importation	4 519	3 952	3 866
Total	9 803	9 161	9 548
Exportation	2 015	2 107	4 013
Consommation environ	7 800	7 100	5 500
Teneur en cuivre	1 950	1 780	1 375

Angleterre.

TABLEAU XIV. — *Exportation de sulfate de cuivre (il n'y a pas d'importations).*

DÉSIGNATION	1907 tonnes	1910 tonnes	1913 tonnes
Exportation	46 000	43 400	76 900
Teneur en cuivre	11 500	10 900	19 200

Autriche-Hongrie.

TABLEAU XV. — *Production, importations, exportations et consommation de sulfate de cuivre.*

DÉSIGNATION	1907 tonnes	1910 tonnes	1913 tonnes
Production	11 000	11 800	15 400
Importations	3 981	3 445	6 937
Exportations	11	83	172
Consommation	14 970	15 160	32 170
Teneur en cuivre	3 700	3 300	8 040

Italie.

TABLEAU XVI. — *Production, importations, exportations et consommation de sulfate de cuivre.*

DÉSIGNATION	1907 tonnes	1910 tonnes	1913 tonnes
Production	45 264	36 236	?
Importations	15 979	13 583	30 450
Exportations	827	670	522
Consommation	60 400	49 150	?
Teneur en cuivre	15 100	12 300	?

III. RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES SUR LES ANNÉES 1914, 1915 ET 1916. — La production du cuivre dans le monde pendant ces trois années est résumée dans le tableau XVII.

TABLEAU XVII.

PAYS	1914 tonnes	1915 tonnes	1916 tonnes
Etats-Unis	525 529	646 212	880 750
Mexique	36 377	30 969	55 160
Canada	34 027	47 202	53 263
Cuba	6 251	8 836	9 311
Australie	37 592	32 512	35 000
Pérou	23 647	32 410	41 625
Chili	40 876	47 142	66 500
Bolivie	1 306	3 000	4 000
Japon	72 938	75 000	90 000
Russie	31 938	16 000	16 000
Allemagne	30 480	35 000	35 000
Afrique	24 135	27 000	35 900
Espagne et Portugal	37 099	35 000	50 000
Autres pays	25 176	25 000	25 000
Totaux	927 371	1 061 283	1 397 509

Les exportations de cuivre à l'état brut des États-Unis pendant les mêmes années ont été les suivantes :

Digitized by Google

TABLEAU XVIII. — *Exportations du cuivre brut par les États-Unis.*

PAYS	1913 tonnes	1914 tonnes	1915 tonnes	1916 tonnes
Autriche	15 788	14 030		
Belgique	2 827	2 922		
Chine et Japon	81	1 941	121	72
Danemark		4 013	2 465	3 471
Angleterre	56 573	88 957	82 281	80 310
France	66 879	67 387	104 079	152 487
Allemagne	147 857	89 867		
Hollande	78 363	59 883	1 705	2 745
Italie	19 179	26 485	45 420	51 917
Suède et Norvège		8 787	20 277	10 854
Russie	41	432	20 783	26 640
Autres pays	1 347	1 288	3 634	4 052
Total	388 935	365 992	280 765	332 548

Du tableau XVIII on peut tirer quelles ont été les importations de cuivre américain dans les pays de l'entente, dans les pays ennemis et dans les pays neutres en 1913 et en 1916, on obtient le tableau XIX.

TABLEAU XIX.

		1913 tonnes	1916 tonnes
Entente	Angleterre	56 573	80 310
	Belgique	2 827	néant
	France	66 879	152 487
	Italie	19 179	51 917
	Russie	41.	26 640
Total entente		145 499	311 354
Pays ennemis	Allemagne	147 857	néant
	Autriche	15 788	néant
Total pays ennemis		163 645	néant
Pays neutres	Danemark	néant	3 471
	Hollande	78 363	2 735
	Suède et Norvège	néant	10 854
Total pays neutres		78 363	17 070

IV. — MÉTALLURGIE DU CUIVRE EN FRANCE. — La France, avant la guerre, était le troisième grand consommateur de cuivre en Europe, sa consommation était de 103600 t, tandis que sa production en métal brut n'était que de 12000 t. La production de minerai de cuivre en France est insignifiante; en 1912, 242 t pour la France et 123 t pour l'Algérie.

Le tableau XX donne les importations et exportations de minerais et demi-produits de 1911 à 1916.

TABLEAU XX. — *Importations et exportations de minerais et demi-produits en France de 1911 à 1916.*

	1911 tonnes	1912 tonnes	1913 tonnes	1914 tonnes	1915 tonnes	1916 tonnes
Importations	24 585	19 671	9 653	16 717	2 607	1 592
Exportations	8 335	6 374	10 153	5 865	974	755

La faiblesse des chiffres de 1915 et 1916 est due à ce que nos deux plus importantes usines, l'usine de la Compagnie française des métaux à Givet et celle de la Société des Fonderies et Laminoirs de Biache-Saint-Vaast sont entre les mains de l'ennemi.

Une partie des minerais importés contenant de l'argent était traitée par électrolyse pour en séparer le métal précieux.

Le tableau XXI donne des renseignements sur les importations et exportations du cuivre métallique en France de 1911 à 1916.

La métallurgie française du cuivre utilise beaucoup les limailles et les vieux métaux qu'elle remet en circulation après leur avoir fait subir un traitement convenable; le tableau XXII contient des renseignements intéressants à ce sujet.

Les rapporteurs donnent ensuite une liste complète des produits ouvrés en cuivre et en alliages de cuivre fabriqués en France avec la désignation des usines françaises qui les produisent.

La production de l'ensemble de ces usines en 1913 a été de 112000 t environ de produits de cuivre ou de laiton dont 87000 t consommées en France et 25000 t exportées.

Le tableau XXIII indique les importations et exportations de produits en cuivre ou en laiton ouvrés en 1911, 1912 et 1913.

TABLEAU XXI. — *Importations et exportations du cuivre métallique en France de 1911 à 1916.*

	1911 tonnes	1912 tonnes	1913 tonnes	1914 tonnes	1915 tonnes	1916 tonnes
Importations d'Angleterre	4 955	6 054	6 595	4 411	4 015	8 529
des États-Unis	58 616	61 949	70 223	62 851	103 891	152 919
d'autres pays	20 970	20 829	18 043	11 259	4 094	4 468
Total des importations	84 541	88 832	94 861	78 521	112 000	165 916
Exportations	2 835	3 092	4 402	5 865	974	755
Différence en faveur des importations	81 706	85 740	90 459	72 656	111 036	165 151

Digitized by Google

TABLEAU XXII. — *Importations et exportations en France de limailles et vieux métaux.*

	1911 tonnes	1912 tonnes	1913 tonnes	1914 tonnes	1915 tonnes	1916 tonnes
Importations	47 340	42 457	39 772	9 025	7 039	14 474
Exportations	2 160	3 622	2 706	1 814	1 767	1 146
Différence en faveur des importations	45 180	38 835	37 066	7 211	5 272	13 328

TABLEAU XXIII. — *Importations et exportations en France de produits ouvrés en cuivre ou en laiton.*

CUIVRE PUR OU ALLIÉ	1911		1912		1913	
	importations tonnes	exportations tonnes	importations tonnes	exportations tonnes	importations tonnes	exportations tonnes
Laminé ou battu { en barres	335	2 805	231	5 422	239	4 875
Laminé ou battu { en planches	923	4 958	1 084	4 760	980	5 302
En fils de toutes dimensions	1 375	9 848	1 265	13 100	2 425	14 674
Total	2 633	17 611	2 850	23 282	3 644	25 051

La guerre, comme nous l'avons dit plus haut, nous a privés de nos deux usines les plus importantes ; malgré cela nos industriels, par un effort magnifique, sont arrivés à satisfaire tous les besoins de la Défense nationale et même à fournir à nos Alliés. Des usines ont été créées, d'autres ont augmenté considérablement leur outillage et leur personnel, malgré cela l'importation des produits ouvrés a augmenté considérablement tandis que l'exportation a diminué, comme le montre le tableau XXIV.

TABLEAU XXIV. — *Importations et exportations en France des produits ouvrés en cuivre en 1914, 1915 et 1916.*

CUIVRE PUR OU ALLIÉ	1914		1915		1916	
	importations tonnes	exportations tonnes	importations tonnes	exportations tonnes	importations tonnes	exportations tonnes
Laminé ou battu { en barres	155	2 097	1 037	690	8 784	2 837
Laminé ou battu { en planches	935	4 130	3 430	803	17 043	469
En fils de toutes dimensions	1 392	9 207	2 629	1 593	9 020	1 006
Total	2 482	16 034	7 096	3 086	34 827	4 312

Actuellement la production mensuelle de nos usines dépasse leur production annuelle d'avant la guerre; il faudra donc après la guerre qu'elles écoulent au dehors le surplus de leur fabrication et pour cela diminuer le plus possible les prix de revient. Pour le sulfate de cuivre la production française avant la guerre était de 55000 t à 60000 t; le tableau XV donne des renseignements sur son importation et son exportation.

TABLEAU XXV. — *Importations et exportations du sulfate de cuivre en France.*

	1911 tonnes	1912 tonnes	1913 tonnes	1914 tonnes	1915 tonnes	1916 tonnes
Importation	17 758	16 861	21 575	24 070	33 868	20 913
Exportation	6 533	6 904	5 312	6 067	3 886	4 818

En 1914 et en 1915 la production de sulfate de cuivre a été déficitaire; en 1916 l'importation a diminué, et en 1917 il n'a pas été nécessaire d'importer grâce à l'activité de nos industriels.

Les rapporteurs étudient ensuite les cours du cuivre de 1911 à 1917 qui ont atteint depuis la guerre une valeur très élevée.

VŒUX. — Comme conclusion au rapport de MM. Sommaire et Mensier, la section IV du Congrès du Génie civil a émis les vœux suivants :

1° Que l'industrie française doit s'organiser pour produire entièrement elle-même le matériel nécessaire à ses usines.

2° *Standardisation.* — *a*) Que, en vue de la standardisation des formes et des dimensions, il importe que les industriels qui consomment des demi-produits les

Digitized by Google

demandent sous un certain nombre de formes et de dimensions types, aussi peu nombreuses que possible ;

b) Que, en vue de la standardisation des alliages de cuivre, il faudrait que les consommateurs rapportent leurs demandes à quelques types seulement, aussi bien pour les alliages binaires que pour les alliages ternaires ; ceux-ci seraient désignés par leurs caractéristiques techniques.

3° Que soient étudiées une organisation d'un corps de contrôle et une unification des cahiers des charges.

4° Que soit faite une détermination rationnelle des plus-values commerciales concernant les produits hors des dimensions courantes.

5° Que des modifications soient introduites dans la classification et la nomenclature des tarifs douaniers.

6° Que soient étudiées les mesures à prendre en vue du développement de l'exportation pour utiliser le matériel de laitonnerie installé pendant la guerre.

(*A suivre.*)

Assemblées générales

Société parisienne pour l'Industrie des Chemins de fer et des Tramways électriques.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 25 JUIN 1918.

L'exercice 1917 a subi, comme les trois précédents, les conséquences de la guerre universelle. Elle pèse lourdement sur la Société qui a une grande partie des entreprises auxquelles elle est intéressée, située dans les territoires envahis par l'ennemi. L'effondrement de la Russie a aggravé cette situation.

Pour parer à ces préjudices, le Conseil a proposé de consacrer les bénéfices de l'exercice et les soldes reportés des années précédentes au compte amortissements.

Le Conseil rend compte aux actionnaires des résultats de l'exercice 1917 des différentes sociétés dont les titres composent son portefeuille :

Société d'électricité de Paris (1).

Tramways de Paris et du département de la Seine.

Chemin de fer métropolitain de Paris (2).

Chemins de fer économiques du Nord. — Le siège social d'Anzin et le réseau de Valenciennes qui sont de beaucoup les plus importants dans l'actif de la Compagnie sont demeurés sous l'occupation ennemie. Le réseau du Pas-de-Calais est entamé par l'invasion ; l'exploitation du surplus s'est poursuivie, de même que celle des réseaux de l'Isère et de la Haute-Savoie, d'une manière satisfaisante. Des relèvements de tarifs ont compensé l'accroissement des dépenses.

Chemin de fer de la banlieue de Reims. — Les lignes étant en territoire envahi ou dans la zone des armées combattantes, il n'avait pu être dressé que des comptes provisoires, mais l'État ayant définitivement assuré, par la loi de finances du 30 décembre 1917, qu'il prenait à sa charge les frais de reconstitution des voies ferrées d'intérêt local détruites ou endommagées par les faits de guerre, il a pu être établi un bilan et un compte de profits et pertes, et réparti aux actions un dividende de 9,50 fr.

Chemins de fer vicinaux. — Le réseau concédé est de 830 km dont 671 km en exploitation, les travaux des lignes nouvelles sont suspendus pour la durée de la guerre. Les recettes du trafic se montent pour 1917 à 2 493 510,08 fr et le bénéfice à 637 061,77 fr, légèrement supérieur à celui de l'année 1916.

Des conventions intervenues avec les départements de la Haute-Saône et du Jura ont accordé des relèvements de frais accessoires.

Le dividende a été maintenu à 18,50 fr par action de 250 fr.

Chemins de fer du Calvados. — Les recettes ont atteint 788 189 fr, les plages balnéaires du Calvados ayant repris leur activité. Mais les dépenses progressent plus vite que les recettes et c'est par un déficit de 47 860 fr que se chiffrent les résultats de l'exercice. Le solde débiteur est ainsi porté à 116 187 fr. La Compagnie espère que les pouvoirs publics lui accorderont une compensation pour ces dommages ; elle a déjà obtenu certains relèvements de tarifs.

The Cairo electric Railways and Heliopolis cases Company. — La situation peut être envisagée sous un jour favorable en raison de la prospérité économique de l'Egypte. La population d'Héliopolis augmente constamment, toutes les habitations sont occupées, les loyers et prêts hypothécaires rentrent régulièrement. Les services électriques développent leurs recettes.

Les produits et revenus nets se montent à 1 849 728,93 fr et les dépenses à 977 632,88 fr y compris les charges financières, intérêts et amortissement des obligations s'élevant à 590 100 fr.

Le crédit de la Société se compose du solde de l'exercice précédent, 2 459 587,67 fr, et des produits de l'exercice 1917, 845 648,07 fr. Les frais généraux et amortissements s'élèvent à 3 232 332,40 fr ; le solde à reporter à nouveau est donc de 72 903,34 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Actionnaires	6 556 687,50
Portefeuille-titres	41 056 649,64
Immeuble	1 200 000 »
Mobilier	1 »
Caisse, banquiers et débiteurs divers	2 754 688,04
Participations et entreprises	467 239,21
Compte d'ordre :	
Titres à libérer	4 375 687,50
Actions de cautionnement	150 000 »
	56 560 952,89

Passif.

	fr
Capital	50 000 000 »
Réserve légale	1 661 313,13
A reporter	51 661 313,13

(1) Voir *R. G. E.*, 26 janvier 1917, t. III, p. 155.

(2) Le compte rendu de ces deux sociétés sera donné dans les colonnes de notre Revue.

Digitized by Google

Report....	51 601 313,13
Créditeurs divers	105 728,52
Coupons restant à payer	195 320,40
Compte d'ordre :	
Versements à effectuer sur titres	4 375 687,50
Déposants	150 000 »
Profits et pertes. Solde	72 903,34
	56 560 952,89

Société hydro-électrique de Fure et Morge et de Vizille.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 29 AVRIL 1918.

Après prélèvement de 10 699,73 fr pour amortissements, les bénéfices nets pour l'exercice 1917 s'élèvent à 380 038,03 fr sur lesquels la Société a versé 19 001,90 fr à la réserve légale, 5 pour 100 de dividende aux actions et un intérêt supplémentaire de 1/2 pour 100, 25 921,61 fr aux attributions statutaires et 100 000 fr à la réserve spéciale.

Le solde reporté à nouveau s'élève à 28 067,02 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Frais de premier établissement	1 »
Fonds de commerce (Beaumont)	302 394,39
Terrains et chutes	1 380 646,38
Immeubles industriels	539 475,28
Installations hydrauliques	3 146 322,71
Travaux de défense	7 044,15
Usine :	
de Champ	925 862,69
de Loula	169 069,60
de Jouchy	268 292,95
de Beaumont	247 000 »
Sous-stations de Vizille et de la Galochère	115 645,84
Groupe-vapeur	536 721,49
Petit matériel et outillage	33 474,84
Lignes de transport et matériel de réseau	2 251 475,55
Mobilier	8 088,40
Marchandises et charbon en magasin	68 354,65
Voies ferrées du Dauphiné	162 378,71
Prime de remboursement des obligations	310 750 »
Portefeuille	436 700 »
Caisse	4 673,60
Banques et débiteurs divers	706 911,38
Impôts sur actions	24 380,51
	11 646 264,32

Passif.

	fr
Capital actions	3 764 500 »
Obligations :	
F. M. V. 500 fr à 5 pour 100	5 063 500 »
Vizille 300 fr à 4 pour 100	176 400 »
Beaumont 500 fr à 5 pour 100	857 500 »
Obligations à rembourser	295 200 »
Coupons à payer	382 973,77
Fournisseurs et créditeurs divers	401 536,31
Enregistrement	11 863,80
Réserve légale	208 052,69
Profits et pertes. Bénéfices de l'exercice 1917	484 737,75
	11 646 264,32

Compagnie générale parisienne de tramways.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 21 AVRIL 1918.

Depuis 1914 les bénéfices ont été considérablement réduits, ils n'atteignent cette année que 236 773 fr. Ce résultat est dû, non pas à une diminution du trafic, mais à la hausse des matières premières et à l'augmentation des salaires qui ont presque doublé.

Malgré toutes les démarches tentées par la Compagnie auprès des pouvoirs publics pour obtenir une revision des contrats et un relèvement de tarif, aucun résultat favorable n'a été acquis.

La requête d'instance devant le Conseil de préfecture de la Seine est toujours en suspens.

Durant cet exercice le nombre des voyageurs transportés a été de 82 791 615, en augmentation de 5 889 893, les recettes de 9 663 166 fr sont de 730 368 fr plus élevées que celles de 1916.

Le nombre de kilomètres parcourus a été de 8 667 139, en diminution de 140 496.

La recette par kilomètre-voiture, qui était de 1 014 fr en 1916, a atteint 1 115 fr en 1917.

Les recettes hors trafic ont atteint 430 751 fr.

Le bénéfice total est de 1 029 738 fr, en diminution de plus de moitié sur l'exercice précédent.

Le solde à reporter est de 36 627,64 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Immeubles	9 858 600,48
Voies ferrées, dépendances et dépenses diverses.	24 583 554,15
Canalisations électriques	3 442 331,94
Cavalerie	19 169,81
Matériel roulant, matériel fixe et outillage	12 448 548,07
Mobilier	175 444,76
Compte de réforme de matériel désaffecté	2 887 011,94
Dépenses exceptionnelles de réfection des voies et du matériel	1 173 239,51
Approvisionnements divers	2 182 479,85
Caisse et banquiers	688 974,47
Portefeuille-cautionnement	5 938 676 »
Dépenses relatives aux lignes nouvelles et à la transformation générale	10 501 175,32
Divers comptes du personnel	4 613,12
Débiteurs divers	5 553 174,36
	79 456 993,78

Passif.

	fr
Capital social	39 387 250 »
Obligations 4 pour 100	19 151 178,38
Réserve statutaire	1 225 136,30
Amortissement du capital	5 612 750 »
Réserve d'amortissement par remboursement d'obligations	1 209 223,17
Fonds d'amortissement	1 940 390,19
Provision spéciale	1 354 988,09
Provision. Règlement de comptes litigieux	1 349 447,55
Provision pour réfection des voies et du matériel.	2 351 821,66
Droits de stationnement	1 137 229,56
Personnel. Divers comptes	27 843,50
Divers créditeurs	3 986 767,44
Coupons à payer	463 840,30
Obligations à rembourser	222 508 »
Profits et pertes. Solde en excédent de l'exercice 1917	36 627,64
	79 456 993,78

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Une intéressante décision du tribunal des conflits en matière de contravention de voirie

L'auteur de cet article fait connaître une décision du tribunal des conflits en matière de contravention de voirie. Dans le cas étudié, il s'agit d'une enseigne lumineuse; mais la décision du tribunal des conflits aurait été identiquement la même si l'occupation de la voie publique avait été faite par des poteaux, consoles, etc., servant de supports à une ligne de transport d'énergie électrique. Nous croyons donc rendre service à ceux de nos lecteurs qui établissent des lignes électriques, en leur faisant connaître la décision du tribunal des conflits, qu'ils trouveront dans l'article ci-dessous.

L'article que l'on va lire a été inspiré par une difficulté juridique qui est née à l'occasion d'une enseigne lumineuse éclairée par des lampes électriques; mais ce n'est point par ce côté qu'il se rattache aux études que nous présentons aux électriciens, toutes les fois que l'occasion le permet; il s'agit, en réalité, de ces contraventions de voirie si fréquentes en matière d'occupation de la *voie publique* au moyen d'un fil, poteau, console, en un mot d'une installation quelconque; à ce sujet, on ne saurait trop chercher une documentation bien exacte et nous ne pourrions trouver une meilleure occasion que dans l'étude d'un arrêt du tribunal des conflits rendu dans des circonstances assez bizarres qu'il convient tout d'abord de se rappeler (décision du 19 mai 1917 reproduite dans la *Gazette des Tribunaux* du 6 juillet 1917).

Le 19 janvier 1914, la Société du cinématographe Lutetia-Wagram, représentée par M. Fournier son directeur, se voyait dresser une contravention pour avoir placé au-devant de l'immeuble qu'elle occupe, avenue de Wagram n° 31, une enseigne lumineuse de saillie extraréglementaire; M. Fournier est immédiatement condamné par le tribunal de simple police (deux fois, une fois par défaut et une fois par opposition aux dates des 11 novembre, 9 décembre 1914, à 1 fr d'amende et à la suppression de son enseigne lumineuse; il fait appel de la décision, devant le tribunal correctionnel (qui juge, en second degré, les affaires soumises au tribunal de paix siégeant comme tribunal de simple police) et il entend le tribunal commettre un expert avec mission de constater en fait, *si l'ouvrage incriminé est incorporé au gros œuvre de la construction ou simplement scellé à celui-ci*. L'expert fait son rapport et conclut que l'enseigne est scellée dans le mur; aussitôt le tribunal fait le raisonnement suivant : « Tout ce qui est scellé dans un mur est incorporé à ce mur; je me trouve donc en présence d'une saillie fixe, qui est une anticipation permanente sur le domaine public; or, les rues de Paris font partie de la « grande voirie »; donc, c'est le Conseil de préfecture qui, compétent pour tout ce qui touche aux anticipations sur le domaine public de l'État, doit juger la question qui est soulevée par le procès-verbal. »

On voudra bien remarquer que s'il s'était agi, au lieu d'une enseigne lumineuse, d'un potelet fixé sans autorisation dans le mur d'une maison, pour soutenir les fils électriques, la décision du tribunal aurait été de tous points semblable.

Battue de ce côté, l'Administration de l'Hôtel de Ville de Paris dirigea ses batteries devant le Conseil de préfecture qui, le 3 juillet 1916, admet la théorie *complètement opposée*. Une installation scellée dans un mur peut parfaitement se desceller; ce n'est donc pas une installation fixe incorporée au gros œuvre de la maison; il faut donc la considérer comme une enseigne mobile; le Conseil de préfecture n'étant compétent que pour les anticipations de la voie, les dépôts sur le sol public, ou les détériorations, ne peut que se déclarer incompétent.

Or, quand il y a double conflit d'incompétence, la procédure doit être suivie, comme dans le cas inverse, quand il y a double conflit de compétence; le tribunal des conflits doit être saisi (1).

Disons tout de suite que la décision extrêmement intéressante que l'on va lire a admis que si l'enseigne lumineuse est scellée par des tiges en fer, elle n'est pas incorporée radicalement au mur, elle n'en constitue pas une partie intégrante, comme le ferait un avancement de la maçonnerie qui ne pourrait être démoli qu'avec le mur lui-même; le tribunal des conflits a donc considéré

(1) Le décret du 26 octobre 1849, contenant règlement d'administration publique et déterminant les formes de procéder du tribunal des conflits, déclare dans ses articles 17 et 18 : « Lorsque l'autorité administrative et l'autorité judiciaire se sont respectivement déclarées incompétentes, sur la même question, le recours devant le tribunal des conflits, pour faire régler la compétence, est exercé directement par les parties intéressées; il est formé par requête signée d'un avocat au Conseil d'État et à la Cour de Cassation. Lorsque l'affaire intéresse directement l'État, le recours peut être formé par le ministre dans les attributions duquel se trouve placé le service public que l'affaire concerne.

Digitized by Google

que le tribunal correctionnel avait mal jugé quand il avait décidé que la saillie était *fixe* dans le sens légal du mot; il s'agit d'une saillie aisément démontable par rapport au mur, qui peut fort bien exister sans elle.

Ceci étant posé en fait, le tribunal des conflits a très heureusement rappelé les principes suivants :

1° Les rues de Paris ont toujours fait partie de la grande voirie sous l'ancienne législation, et elles ont été en quelque sorte confirmées encore dans leur situation ancienne par cette disposition formelle contenue dans l'article premier du décret du 26 mars 1852 : « Les rues de Paris continueront d'être soumises au régime de la grande voirie (1). »

2° Mais dire qu'une voie est classée dans cette catégorie, ce n'est pas dire par là même que tout procès-verbal dressé pour l'installation faite sans autorisation, amènera fatalement le délinquant devant le Conseil de préfecture; la juridiction administrative est très souvent compétente, il est vrai, mais cette compétence cesse dès que l'on ne se trouve plus dans la sphère d'application du décret du 29 floréal an X (art. 1er et 4).

Or, quelles sont les contraventions que réprime l'article premier de ce décret? On peut les diviser en deux catégories : d'une part celles qui portent atteinte à la largeur de la voie elle-même (parmi celles-ci on peut citer au premier chef les constructions qui avancent dans le sol, empiètent à leur base sur le terrain public, en un mot les avancements permanents des murs qui constituent bien certainement la réduction par excellence de la voie publique; les dépôts de fumier indiqués également par l'article qui, tout en ayant moins de persistance et d'inconvénients, intéressent également le maintien de la largeur; d'autre part, celles qui détériorent la route ou ses dépendances, les arbres, les talus, ouvrages d'art qui s'incorporent à elle; toutes ces contraventions peuvent être constatées concurremment par les maires et les adjoints, les ingénieurs des ponts, les conducteurs, les commissaires de police et la gendarmerie (art 2 du même décret); il sera statué définitivement en Conseil de préfecture; les arrêtés seront exécutés sans visa ni mandement des tribunaux, nonobstant et sauf recours (art. 4 du même décret).

Est-il besoin de faire remarquer qu'une enseigne lumineuse n'est pas un rétrécissement de la voie publique, c'est-à-dire de l'assiette de la voie sur laquelle on marche? Qu'elle pouvait d'autant moins l'être qu'au dire de l'expert elle pouvait être enlevée et descellée et enfin qu'elle ne diminuait pas la largeur de la rue comme l'aurait fait un dépôt d'immondices?

Alors quel reproche pouvait-on faire à cette enseigne? C'était simplement de constituer une contravention à un arrêté pris par la Ville de Paris interdisant des enseignes supérieures à une dimension donnée; or, ces dimensions sont imposées dans l'intérêt de la commodité du passage et tout ce qui regarde, non plus l'empiètement de la voie, mais la sécurité du passage doit être réglementé par l'*autorité municipale*. Ce principe a été affirmé pour la première fois dans notre législation par la loi des 16 et 24 août 1790 (titre II, art. 3 et 4 : si on ne cite plus guère aujourd'hui ces articles, c'est qu'ils ont été remplacés par des lois plus nouvelles, et l'un d'eux l'article 3, devenu formellement inutile, a même été expressément abrogé par l'article 168 de la loi du 5 avril 1884.

Mais l'article 471 du Code pénal s'y rapporte encore, en déclarant que c'est commettre une contravention passible d'un franc ou 5 fr que « de ne pas se conformer aux arrêtés publiés par l'autorité municipale en vertu des articles 3 et 4 de la loi des 16-24 août 1790, titre II et de l'article 46 de la loi des 19-22 juillet 1791, titre premier »; probablement pour respecter le texte intégral de l'article 471 du Code pénal, le Tribunal des conflits proclame que, du moment qu'il s'agissait d'un arrêté relatif à la commodité et à la sécurité du passage, cet arrêté rentrait dans les pouvoirs de l'autorité municipale définis par la loi des 16-24 août 1790 et que sa violation était simplement justiciable des tribunaux de simple police, l'empiètement de la voie étant seul réservé à la justice administrative; voici d'ailleurs le texte même de la décision rendue après le rapport de M. Baudenet et les conclusions de M. Blondel, commissaire du gouvernement :

Considérant, d'une part, que le Tribunal de première instance du département de la Seine, jugeant en matière de police correctionnelle, sur appel d'un jugement du Tribunal de simple police de la ville de Paris, a décidé, à la date du 15 novembre 1915, qu'il n'appartenait pas à l'autorité judiciaire de statuer sur le procès-verbal de contravention dressé contre la Société du Cinématographe Lutetia-Wagram, pour avoir posé, sans permission, au-devant de la façade de l'immeuble qu'elle occupe avenue de Wagram, une enseigne lumineuse de saillie extraréglementaire; que, d'autre part, le Conseil de préfecture du département de la Seine, à qui a été déféré le même procès-verbal, s'est également déclaré incompétent par arrêté du 3 juillet 1916; que l'une des deux juridictions saisies était compétente, ainsi qu'il sera décidé ci-après; qu'il résulte, dès lors, de la double déclaration qui vient d'être relatée, un conflit négatif et qu'il y a lieu de régler la compétence;

Au fond :

Considérant que, si les rues de Paris n'ont pas cessé d'être comprises dans la grande voirie, comme elles l'étaient sous l'ancienne législation, et si, aux termes de l'article premier du décret du 26 mars 1852, elles continuent à être soumises à ce régime, le Conseil de préfecture n'a compétence, d'après les articles premier et 4 de la loi du 29 floréal an X, pour réprimer les contraventions de voirie commises dans lesdites rues, qu'autant qu'elles consistent en anticipations, dépôts, dégradations et autres faits de même

(1) C'est ce décret qui contient aussi un article 2 qui a été d'une très grande utilité pour l'embellissement de Paris. Dans tout projet d'expropriation pour l'élargissement, le redressement ou la formation des rues de Paris, l'Administration aura la faculté de comprendre la totalité des immeubles atteints, lorsqu'elle jugera que les parties restantes ne sont pas d'une étendue ou d'une forme qui permette d'y élever des constructions salubres. Elle pourra partiellement comprendre dans l'expropriation les immeubles en dehors des alignements, lorsque leur acquisition sera nécessaire pour la suppression d'anciennes voies publiques, jugées inutiles.

Digitized by Google

nature pouvant porter atteinte à la largeur de la voie ou en compromettre la conservation; que, au contraire, lorsque les faits incriminés intéressent la sûreté et la commodité du passage, objets confiés tant pour la répression que pour l'administration aux autorités municipales par les articles premier et 3 du titre XI de la loi des 16-24 août 1790, ces infractions ont le caractère de contraventions de petite voirie et doivent être déférées aux tribunaux de police, par application des articles susmentionnés de la loi de 1790, combinés avec l'article 471 du Code pénal et les articles 137 et 138 du Code d'instruction criminelle;

Considérant qu'il résulte du rapport d'expertise ci-dessus visé que l'enseigne lumineuse dont s'agit, placée perpendiculairement à la façade d'un immeuble en bordure de l'avenue de Wagram, est maintenue dans cette position par des tiges de fer scellées dans la pierre, mais qu'elle n'est pas incorporée au gros œuvre de la construction et ne fait pas partie intégrante du mur de face; que, dans ces conditions, le fait relevé au procès-verbal n'a pas le caractère d'une contravention à la législation de l'alignement et n'est pas de nature à porter atteinte à la conservation de la voie publique, mais ne pourrait être retenu que comme une infraction aux dispositions de l'article 33 du décret du 13 août 1902, édictées dans le but d'assurer la sécurité et la commodité du passage; que ce fait constituerait donc une contravention de petite voirie dont la répression appartient à l'autorité judiciaire; qu'ainsi c'est à tort que le Tribunal de police correctionnelle a décidé que ladite autorité était incompétente pour statuer sur le procès-verbal;

Décide :

Article premier. — Est déclaré non avenu le jugement du Tribunal de première instance du département de la Seine, jugeant en matière de police correctionnelle, en date du 15 novembre 1915.

Art. 2. — La cause est renvoyée devant ledit Tribunal pour être statué sur ce qu'il appartiendra sur le procès-verbal de contravention, en date du 19 janvier 1914.

Cette décision qui prend une très grande importance à cause du courant électrique dont les conducteurs sont suspendus à tous les murs, dont les lumières avant la guerre resplendissaient aux façades des maisons de la capitale et dont enfin nos modestes campagnes connaissent tous les bienfaits, n'est pas nouvelle; mais elle avait été rarement affirmée d'une façon aussi claire : le Conseil d'Etat avait déjà admis le même système au sujet des enseignes non lumineuses le 4 mai 1870 (Dalloz, 1871, III, 62) : « Le fait d'avoir établi des bannes à la devanture d'une boutique en saillie sur l'alignement d'une route nationale, contrairement aux prescriptions d'un arrêté préfectoral, ne constitue pas une contravention de grande voirie, et, par suite, il n'appartient pas au Conseil de préfecture d'en connaître (affaire Briday). » La Cour de Cassation a jugé de même le 20 décembre 1878 (affaire Astier-Dieulafoy, Dalloz, 1879, I, 191) : « Il appartient au préfet de régler tout ce qui concerne l'alignement des bâtiments élevés le long et joignant les rues qui servent de traverse aux routes nationales; mais la réglementation par le préfet de cet alignement n'affranchit pas le propriétaire d'un bâtiment élevé le long d'une de ces rues de l'obligation de se conformer à tous autres égards aux règlements de l'autorité municipale sur la police des constructions; et les infractions à de pareils règlements constituent des contraventions de petite voirie de la compétence de simple police. En conséquence, le juge de police ne peut se déclarer incompétent pour statuer sur les poursuites dirigées contre le propriétaire d'une maison riveraine d'une voie publique qui sert de traverse à une route nationale, lorsque ce propriétaire, après avoir été autorisé par le préfet à établir des balcons faisant saillie, a élevé sans aucune autorisation une construction en fer et en verre, contrairement aux prescriptions d'un arrêté municipal interdisant tout avant-corps. »

Paul Bougault,
Avocat à la Cour de Lyon.

Législation, jurisprudence, réglementation

Quelques mots sur la loi du 29 juin 1918 portant fixation du budget ordinaire des services civils de l'exercice 1918.

Le « Journal officiel » du 30 juin 1918 publie, p. 5626, la loi portant fixation du budget ordinaire des services civils de l'exercice 1918. Nous avons pensé qu'il serait utile à nos lecteurs que nous leur fassions connaître quelques-unes des dispositions de cette loi.

L'*article 2* de la loi fixe les taux de l'impôt général sur le revenu applicable, à compter du 1er janvier 1918, au revenu taxable, c'est-à-dire au revenu net annuel défini par l'article 10 de la loi du 15 juillet 1914, défalcation faite des déductions prévues aux articles 12 et 14 de la même loi. Ces taux sont les suivants :

1° Revenu taxable ne dépassant pas 5000 fr, 1,50 pour 100;

2° Revenu taxable compris entre 5000 fr et 50000 fr, 1,50 à 16 pour 100 (avec progression de 1 centime par 100 fr);

3° Revenu taxable compris entre 150000 fr et 550000 fr, 16 pour 100 à 20 pour 100 (avec progression de 1 centime par 1000 fr ou fraction de 1000 fr;

4° Revenu taxable supérieur à 550000 fr, 20 pour 100.

Toute fraction du revenu taxable est négligée lorsqu'elle est inférieure à 100 fr.

Sur l'impôt ainsi obtenu, chaque contribuable a droit à des réductions pour charges de famille. Quand le revenu taxable est inférieur à 10000 fr, la réduction d'impôt est de 7,50 pour 100 par personne à la charge du contribuable jusqu'à la deuxième et de 15 pour 100 par personne à partir de la troisième sans que la réduction puisse être inférieure aux trois quarts de l'impôt. Quand le revenu taxable est supérieur à 10000 fr, la réduction est de 5 pour 100 pour chacune des deux premières personnes et de 10 pour 100

Digitized by Google

par personne à partir de la troisième sans que la réduction totale puisse excéder la moitié de l'impôt ni, en tout cas, 2 000 fr par personne à la charge du contribuable.

Les descendants mobilisés, soldats, caporaux et sous-officiers devenus majeurs ou cours de la guerre sont considérés comme personne à la charge du contribuable jusqu'à la fin des hostilités.

L'*article 7* dispose que, à partir du premier jour du décret prévu ci-après, les poids, mesures et instruments de pesage et de mesurage, neufs ou rajustés, soumis au contrôle des vérificateurs des poids et mesures, acquitteront une taxe de vérification première dont le taux sera établi par décret rendu après avis du Bureau national des Poids et Mesures. Des réductions pourront être prévues en faveur des instruments destinés à être exportés à l'étranger, dans les colonies françaises ou les pays de protectorat, ainsi que pour ceux qui auraient été refusés au contrôle.

D'après l'*article 16*, tout contrat d'assurance sur la vie ou de rente viagère, passé par les sociétés, compagnies d'assurances et tous autres assureurs, ainsi que tout acte ayant exclusivement pour objet la formation, la modification ou la résiliation amiable de ces contrats, est soumis à une taxe annuelle et obligatoire, moyennant le paiement de laquelle la formalité de l'enregistrement sera donnée gratis toutes les fois qu'elle sera requise. Cette taxe est fixée à 1,25 pour 100, sans décimes, du total des versements faits chaque année à ces sociétés, compagnies et assureurs.

Ne sont pas assujettis à la taxe : 1° les contrats enregistrés avant le 1er juillet 1918 et les contrats exempts du droit d'enregistrement d'après les lois en vigueur; 2° les sommes reçues dans les agences à l'étranger pour les contrats souscrits dans lesdites agences par des personnes domiciliées à l'étranger, sauf enregistrement au comptant de ces contrats en cas d'usage en France; 3° les contrats de réassurances, lorsque la taxe est payée par l'assureur primitif.

L'*article 17* applique, à partir du 1er juillet 1918, les dispositions de l'article 16 aux sociétés, compagnies d'assurances et tous autres assureurs contre les accidents corporels ou les accidents et risques matériels. Le taux de la taxe annuelle et obligatoire représentative des droits d'enregistrement est fixé à 1,25 pour 100 sans addition de décimes, du total des versements faits chaque année à ces sociétés, compagnies et autres assureurs.

L'*article 18* fixe les formalités et taxes auxquelles sont tenus les Français, domiciliés en France, qui souscrivent à l'étranger une assurance sur la vie, un contrat de rente viagère ou une assurance contre les accidents corporels ou contre les accidents matériels auprès d'une compagnie étrangère.

L'*article 19* modifie comme il suit, à partir du 1er août 1918, l'article 8, paragraphe premier de la loi du 13 brumaire, an VII.

Droit de timbre en raison de la dimension du papier : la feuille de grand registre, 6 fr; la feuille de grand papier, 4 fr; la feuille de moyen papier, 3 fr; la feuille de petit papier, 2 fr; la demi-feuille de petit papier, 1 fr. Ces droits ne sont pas sujets aux décimes.

L'*article 20* dispose, entre autres, que le taux de la taxe annuelle et obligatoire d'abonnement au timbre, à laquelle les contrats d'assurances contre l'incendie sont soumis par l'article 8 de la loi du 29 décembre 1884, est élevé à 7 centimes par 1 000 fr du total des sommes assurées pour les assurances à primes et à 5 centimes par 1 000 fr pour les assurances mutuelles, sans addition de décimes.

D'après l'*article 21*, les dispositions des alinéas 1, 5, 6, 7 de l'article 8 de la loi du 29 décembre 1884 s'appliqueront aux sociétés, compagnies d'assurances et tous autres assureurs contre les accidents corporels ou les accidents ou risques matériels. Le taux de la taxe annuelle et obligatoire d'abonnement au timbre est fixé à 4 fr par 1 000 fr, sans addition de décimes, du total des versements faits chaque année aux sociétés, compagnies et autres assureurs.

Les dispositions des articles 20 et 21 sont applicables à partir du 1er juillet 1918.

L'*article 23* dispose : « Les payements effectués par l'État, les départements, les communes et les établissements publics ne sont pas assujettis aux taxes établies par les articles 19 à 23 de la loi du 31 décembre 1917 et restent soumis à la législation antérieure. Un règlement d'administration publique déterminera les conditions d'application de la présente loi.

L'*article 30* nous fait connaître que sur les chemins de fer d'intérêt général l'impôt sur le prix des places de voyageurs et sur le prix du transport des finances, chiens et bagages (droit d'enregistrement compris) est élevé à 25 pour 100 et à 50 pour 100 en ce qui concerne les suppléments payés pour les places de luxe.

Sur les voies ferrées d'intérêt local, le même impôt est perçu au taux de 10 pour 100 en remplacement de l'impôt prévu par l'article 28, paragraphe 2 de la loi du 26 janvier 1892. Toutefois, les concessions sur le réseau desquelles le prix des places ne dépasse pas 1 fr pourront, sur leur demande, être maintenues au droit fixe.

Les chemins de fer électriques souterrains ou aériens de Paris restent soumis à l'impôt en vigueur.

Cet impôt ne sera pas applicable aux abonnements ouvriers.

L'*article 32* établit un impôt de 10 pour 100 sur le prix total des transports de marchandises (toutes taxes accessoires comprises) par chemin de fer d'intérêt général ou voie ferrée d'intérêt local.

Cet impôt est réduit à 5 pour 100 pour certaines marchandises transportées, soit en grande, soit en petite vitesse.

L'*article 33* porte à 20 centimes pour les colis de plus de 5 kg le droit de timbre de 10 centimes, auquel les bulletins d'expédition des colis postaux sont assujettis par la loi du 3 mars 1881.

L'*article 34* fixe uniformément à 25 centimes, y compris le droit de la décharge donnée par le destinataire, le droit de timbre des récépissés, bulletins d'expédition ou autres pièces en tenant lieu, délivrés par les administrations de voies ferrées d'intérêt général ou local pour chacun des transports effectués en grande ou en petite vitesse.

Le droit de timbre des récépissés, bulletins d'expédition ou autres pièces en tenant lieu, délivrés par les administrations des transports par tramways, n'est pas modifié.

Une même expédition ne peut comprendre que le chargement d'un seul wagon, à moins qu'il ne s'agisse d'envois indivisibles, ou qu'il n'existe, pour certains trafics, des prescriptions particulières.

Enfin, l'*article 35* soumet à un droit de timbre de 10 centimes les bulletins de bagages délivrés aux voyageurs par les administrations des voies ferrées d'intérêt général ou local.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR :
J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF :
Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. — TOME IV. — N° 3. — 20 JUILLET 1918.

Chronique. — Le Comité franco-américain. — La Commission permanente de Standardisation. — Bibliographie : L'aluminium dans l'industrie; métal pur, alliages d aluminium, par Jean ESCARD; Chimie et Industrie, p. 65-66.

Section scientifique et technique. — Calcul pratique des lignes de transmission électriques par les fonctions hyperboliques des variables imaginaires, par Marius LATOUR et Georges VIARD, p. 67. — Longueur d'onde et d'affaiblissement des circuits téléphoniques, par POMEY, p. 72.

Section industrielle. — Projet d'unification des filetages des culots de lampes et supports de lampes à vis Edison (*suite*), par Ch. ZETTER, p. 73. — Note sur le déphasage dans les réseaux, p. 84. — Revues, analyses et informations : Utilisation des courants alternatifs industriels dans les bureaux télégraphiques, p. 85. — Notes pratiques : Modèle de fusible enfermé, p. 86.

Section économique et financière. — De quelques matières premières nécessaires à l'industrie électrique : le tungstène, par Désiré PECTOR, p. 87. — Revues, analyses et informations : Le préapprentissage, p. 94. — Assemblées générales : Energie électrique du Littoral méditerranéen, p. 95; Société des Forces du Fier, p. 96.

Le Comité franco-américain. — Le Comité franco-américain, créé par l'Union des Syndicats de l'Électricité, a offert le 2 juillet aux principaux officiers du bureau technique de l'armée américaine, qui sont des ingénieurs électriciens distingués des États-Unis, un déjeuner intime auquel assistaient :

MM. le commandant Jackson, professeur à l'École de Technologie de Boston et ancien président de « l'American Institute of Electrical Engineers »; le commandant Atwood, chargé des études hydrauliques au bureau technique de l'armée américaine ; et le capitaine Cudebec ingénieur en chef du service des constructions électriques de « l'Electric Bond and Schare C° » à New-York ; MM. de Courville et D. Berthelot, vice-présidents de l'Union des Syndicats de l'Électricité, commandant Cahen, chef du service des forces motrices au ministère de l'Armement; Brylinski, président du Comité Électrotechnique français ; Larnaude, président de la Société française des Électriciens; P. Janet, directeur du Laboratoire central d'Électricité : Bizet, ancien vice-président de l'Union des Syndicats de l'Électricité ; Legouez, membre de la Chambre de Commerce de Paris; commandant R. Sée, membre du comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité ; Rateau, ancien professeur à l'École des mines de Paris, président du Conseil d'administration de la Société des appareils Rateau; Blondin, directeur de la « Revue générale de l'Électricité » ; capitaine Pesson-Didion attaché à la mission militaire française près l'armée américaine ; Tribot-Laspière, secrétaire général de l'Union des Syndicats de l'Électricité.

Les conversations échangées au cours de ce déjeuner ont attesté d'abord la plus complète sympathie et ont permis ensuite de prévoir pour l'avenir une collaboration étroite et cordiale entre les industries des deux républiques alliées.

Le Comité franco-américain a été heureux de témoigner, par son accueil le plus cordial, quels sentiments de sympathique et mutuelle confiance animent les ingénieurs français à l'égard de leurs collègues américains.

La Commission permanente de Standardisation. — Tel est le nom d'un nouvel organisme officiel créé par décret présidentiel du 10 juin dernier.

Le rapport du ministre du Commerce et de l'Industrie qui précède le décret, après avoir fait ressortir l'intérêt capital que présente pour l'avenir de notre industrie nationale une étude approfondie et une application aussi large que possible de l'unification, rappelle que certaines unifications ont déjà été réalisées en France (filetage des vis mécaniques et des tuyaux à gaz, chaînes d'automobiles, etc.) ; que d'autres unifications sont actuellement étudiées par divers groupements français, mais qu'il manquait jusqu'ici un organe susceptible de coordonner tous ces efforts.

D'après le décret, la Commission permanente de Standardisation « a pour mission d'étudier toutes les mesures susceptibles d'assurer l'unification des types dans la construction mécanique et métallique, de grouper toutes les décisions propres à assurer ce résultat ». Elle est rattachée au Comité des Arts et Manufactures « dont elle est une émanation directe et reçoit de ce Comité tous les renseignements qu'il possède du fait des études qu'il a entreprises ». De plus, les deux commissions techniques instituées par les décrets des 9 janvier et

Digitized by Google

23 avril 1918 pour l'unification des cahiers des charges des produits métallurgiques et des matériaux de construction « seront jointes à la présente Commission pour constituer un organisme d'ensemble ayant pour but l'unification des conditions de fabrication et des conditions de réception des matières premières et des produits manufacturés nécessaires à la construction ».

La Commission est composée de 19 membres dont 9 sont des représentants des ministères [Guerre, Commerce et Industrie (2), Armement, Marine, Travaux publics, Blocus et Régions libérées, Colonies, Travail et Prévoyance sociale], 3 sont des délégués du Comité consultatif des Arts et Manufactures, et 7 sont des délégués de sociétés savantes et techniques [Académie des Sciences (1), Société d'encouragement pour l'Industrie nationale (2), Société des Ingénieurs civils de France (2), Société française des Électriciens (1), Société de l'Industrie minérale (1)]. Ces membres sont nommés pour deux ans par le ministre du Commerce et de l'Industrie, qui nomme en outre : 1 président (qui peut ne pas être choisi parmi les membres de la Commission), 2 vice-présidents et 2 secrétaires, ces derniers ayant voix consultative).

Le décret prévoit aussi la constitution d'un bureau technique composé du personnel nécessaire pour la préparation des travaux, les enquêtes, etc. De plus, il spécifie que les Sous-Commissions émanant de la Commission pourront s'adjoindre à titre consultatif les représentants des groupements industriels et des syndicats quelles jugeront nécessaires pour obtenir au préalable l'adhésion de la majorité des intéressés aux unifications projetées.

Les propositions votées par la Commission seront communiquées aux ministres compétents pour qu'il soit statué par décret sur leur application dans l'exécution des travaux qui relèvent directement de chaque département ministériel. Les Comités consultatifs de chaque ministère pourront en être saisis auparavant ; s'ils font opposition à ces propositions, celles-ci seront soumises à une nouvelle étude et, en cas de conflit permanent, le ministre prendra une décision qui sera transmise à la Commission.

Bibliographie : L'Aluminium dans l'Industrie ; Métal pur, Alliages d'aluminium, par Jean Escard (1). — Depuis 1914 la production de l'aluminium a considérablement augmenté en raison de l'emploi qui est fait de ce métal et de ses alliages dans la construction du matériel de guerre. Aussi se préoccupe-t-on dès actuellement de la recherche des débouchés nouveaux que pourra trouver l'aluminium lorsque les fabrications de guerre auront cessé. La publication de l'ouvrage de M. Escard vient donc à l'heure propice.

(1) Un vol., 25 cm × 16 cm, 272 pages, 81 fig. H. Dunod et Pinat, éditeurs. Prix (majoration comprise), broché 14, 40 fr.

La première partie de cette étude est consacrée aux procédés de fabrication, aux matières premières, à la production et la consommation ; la seconde traite des propriétés physiques, mécaniques et chimiques de l'aluminium et des procédés de soudure ; dans la troisième sont passées en revue les applications de l'aluminium dans les industries de la métallurgie, de l'électricité et de la mécanique, ainsi que diverses autres applications ; les autres parties se rapportent aux nombreux alliages que l'on obtient avec l'aluminium : bronze, laiton et maillechorts à l'aluminium, alliages avec le zinc, le magnésium, avec les métaux rares, etc.

Suivant son habitude, l'auteur s'est efforcé d'être aussi complet et aussi précis que possible ; il a ainsi apporté une contribution importante à la vulgarisation de nos connaissances sur l'aluminium et ses alliages.

Bibliographie : Chimie et Industrie. — Sous ce titre vient de paraître une nouvelle publication, organe de la Société de Chimie industrielle.

La partie technique du premier numéro renferme quatre articles dont deux ont un intérêt particulier pour nos lecteurs : Les idées modernes sur les aciers par W. Broniewski, et l'utilisation du goudron de houille, par E. Noelting. La seconde partie, consacrée à la documentation, donne une analyse des principaux articles publiés dans les journaux français et étrangers, classés sous des rubriques dont quelques-unes, comme Installation et aménagement de l'usine, Combustibles, Chauffage Eclairage, Eaux, Installation et aménagement du laboratoire, Minerais, Métaux, Métallurgie, Electrométallurgie, ont une portée qui dépasse le domaine de la Chimie ; chaque analyse est précédée d'un nombre d'indexation d'après les règles de la classification décimale internationale qui permet de la faire ranger par n'importe quel employé et de la retrouver non moins commodément. Quant à la troisième partie, consacrée à l'organisation économique, elle s'adresse à tout industriel ainsi qu'on pourra en juger par les titres suivants des articles qui s'y trouvent rassemblés : L'organisation économique de la production industrielle, par R. Masse ; Nouveaux préparatifs d'après-guerre dans l'industrie allemande, par P. Petit ; L'évolution de l'organisation industrielle, par C. de Fréminville ; La question des consortiums, par E. Lambert ; Trois attitudes en matière sociale, par R. Worms ; La législation et l'avenir économique de la France, par E. Chauvin.

Le second numéro est exclusivement consacré à l'étude de l'industrie allemande pendant la guerre et du programme qu'elle compte mettre en œuvre dès la cessation des hostilités, étude due à la plume de MM. Pierre Jaureguy, H.-H. Froment, R.-E. Stephen ; elle est divisée en trois parties respectivement intitulée : Hier, Aujourd'hui, Demain.

Ajoutons que ces deux numéros sont édités avec un luxe inaccoutumé par ce temps où les restrictions sur le papier viennent s'ajouter aux hauts prix des matières premières et de la main-d'œuvre. La forme aussi bien le fond méritent donc complète approbation. Toutes nos félicitations au rédacteur en chef, M. C. Matignon, professeur au Collège de France, ainsi qu'à l'administrateur de « Chimie et Industrie », M. Jean Gérard.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Calcul pratique des lignes de transmission électriques par les fonctions hyperboliques des variables imaginaires

Dans l'article ci-dessous, MM. Marius Latour et Georges Viard, après avoir rappelé rapidement le calcul d'une ligne de transmission au moyen de variables imaginaires, font la description d'un nouveau graphique, imaginé par M. Raymon S. Brown, qui permet de faire rapidement le calcul exact d'une ligne de transmission d'énergie en tenant compte de la résistance, de l'inductance, de la capacité et de la perditance de cette ligne. Le procédé de M. Raymon S. Brown, quoique basé sur les propriétés des fonctions hyperboliques de variables imaginaires, est très pratique et très rapide, son emploi est courant aux Etats-Unis pour le calcul et les lignes téléphoniques et de transmission d'énergie électrique.

Étant donnée une ligne de transmission électrique, qu'il s'agisse d'une ligne industrielle de transport de force ou d'une ligne téléphonique, le problème général à résoudre est de déterminer la tension et le courant en un point quelconque de la ligne d'après la connaissance de la tension et du courant en un point donné. La solution de ce problème s'écrit et s'interprète facilement avec l'emploi des fonctions hyperboliques de variables imaginaires.

M. A.-E. Kennelly, à qui revient par ailleurs le mérite d'avoir, avant Steinmetz, fait usage du calcul par les quantités imaginaires et d'avoir développé les méthodes d'Oliver Heaviside, a dressé des tables donnant les valeurs des lignes trigonométriques hyperboliques de variables imaginaires; ces tables restent d'un grand secours dans les calculs relatifs aux lignes de transmission. La méthode de calcul par tables et atlas Kennelly n'est cependant pas encore très usitée en France.

Plus récemment, M. C.-O. Mailloux nous a fait connaître une méthode de calcul graphique due à M. Raymon S. Brown, basée également sur la connaissance des lignes hyperboliques de variables imaginaires qui nous a paru particulièrement simple et rapide; elle mérite certainement de retenir l'attention de tous ceux qui s'intéressent à des calculs et à des applications numériques relatifs à des transmissions électriques (1).

Établissons d'abord les formules qui donnent les valeurs de la tension et du courant en un point quelconque d'une ligne de transmission.

Considérons à cet effet une ligne débitant un courant I_R sous une tension V_R au poste d'arrivée ou poste récepteur d'impédance Z_R.

Désignons par R (ohms) et par L (henrys) la résistance et le coefficient de self-induction de la ligne par unité de longueur.

Désignons par C (farads) et par G (mhos) la capacité et la conductance de fuite ou perditance entre les deux conducteurs de la ligne par unité de longueur.

Soit, en régime permanent, V (la tension entre deux points M N de la ligne (voir fig. 1) situés à une distance l du poste récepteur, I l'intensité en ces points. La pulsation des tensions et courants en jeu est ω. En passant de M,N aux points immédiatement voisins M',N' situés à une distance $(l + dl)$ du poste récepteur, la tension augmente de $I(R + iL\omega)$ et le courant de $V(G + iC\omega)$. Ceci est exprimé par les équations

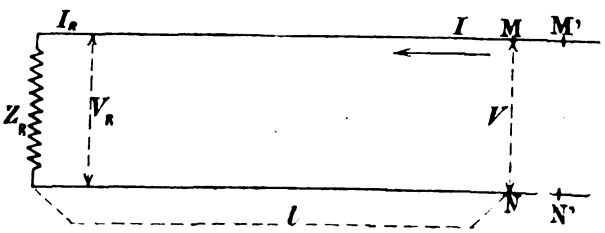


Fig. 1.

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{dV}{dl} = (R + iL\omega)\, I, \\ \dfrac{dI}{dl} = (G + iC\omega)\, V. \end{cases}$$

L'emploi des variables imaginaires se prête à des applications plus étendues et à des formules plus condensées, qui ont un grand intérêt, surtout pour les transmissions téléphoniques.

(1) En ce qui concerne plus spécialement les transports d'énergie, M. Blondel, à qui l'emploi des imaginaires est par ailleurs très familier, a exposé sous des notations réelles les calculs rigoureux ou approchés des lignes et a imaginé des épures vectorielles qui ont l'avantage de parler aux yeux. Voir :

L'Eclairage électrique, 20 et 27 octobre, 10 et 24 novembre 1894, t. I, p. 241, 312, 393 et 493.

L'Eclairage électrique, 27 octobre, 3 et 17 novembre, 1er décembre 1906, t. XLIX, p. 121, 161, 241 et 321.

La Lumière électrique, 28 mars 9 mai 1908, t. I (2e série), p. 395 t. II, p. 167 et 231.

La Lumière électrique, 28 août et 4 septembre 1909. t. VII (2e série), p. 259 et 291.

La Lumière électrique, 18 et 25 septembre, 23 et 30 octobre et 25 décembre 1909, t. VII et t. VIII (2e série), p. 355, 387, 99, 131 et 387.

Digitized by Google

Il vient, après dérivation

$$\frac{d^2V}{dl^2} = (R + iL\omega)(G + iC\omega)V. \tag{2}$$

Faisons le changement de variable

$$l\sqrt{(R + iL\omega)(G + iC\omega)} = \theta,$$

et posons

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + iL\omega}{G + iC\omega}}.$$

Les équations (1) et (2) deviennent

$$\begin{cases} \dfrac{dV}{d\theta} = Z_0 I, \\ \dfrac{dI}{d\theta} = \dfrac{1}{Z_0} V, \end{cases} \tag{1'}$$

$$\frac{d^2V}{d\theta^2} = V. \tag{2'}$$

L'intégrale générale de l'équation (2') peut s'écrire

$$V = A \operatorname{ch}(\theta + \varphi); \tag{3}$$

A et φ sont deux constantes à déterminer par les conditions initiales.

V étant exprimé suivant (3), il résulte de (1')

$$I = \frac{A}{Z_0} \operatorname{sh}(\theta + \varphi). \tag{4}$$

D'où la valeur de l'impédance vectorielle

$$Z = Z_0 \operatorname{cth}(\theta + \varphi). \tag{5}$$

Pour déterminer les constantes A et φ, faisons l et par suite θ égal à o, il vient

$$V_R = A \operatorname{ch}\varphi, \quad I_R = \frac{A}{Z_0} \operatorname{sh}\varphi,$$

d'où

$$\operatorname{th}\varphi = \frac{Z_0}{Z_R}, \quad \varphi = \operatorname{arc\,th}\frac{Z_0}{Z_R}, \tag{6}$$

$$A = \frac{V_R}{\operatorname{ch}\varphi} = \frac{Z_0 I_R}{\operatorname{sh}\varphi}. \tag{7}$$

Ainsi, après avoir posé

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + iL\omega}{G + iC\omega}}, \quad \theta = l\sqrt{(R + iL\omega)(G + iC\omega)}$$

et déterminé $\varphi = \operatorname{arc\,th}\dfrac{Z_0}{Z_R}$, l'état de la ligne en tous ses points est défini par les simples équations suivantes :

$$\begin{cases} V = V_R \dfrac{\operatorname{ch}(\theta + \varphi)}{\operatorname{ch}\varphi}, \\ I = I_R \dfrac{\operatorname{sh}(\theta + \varphi)}{\operatorname{sh}\varphi}, \\ Z = Z_0 \operatorname{cth}(\theta + \varphi). \end{cases} \tag{8}$$

On appelle Z_0 l'*impédance naturelle ou caractéristique* de la ligne : Z_0 a bien, en effet, les dimensions d'une impédance. M. Kennelly dénomme θ l'*angle de la ligne* : θ est, en effet, un nombre, une quantité sans dimensions qui intervient comme un angle hyperbolique dans les équations. En réalité, comme on peut écrire

$$\theta = \frac{Rl + iLl\omega}{Z_0},$$

θ est égal au rapport de l'impédance totale de la ligne à son impédance caractéristique.

Au point de vue des applications numériques on dira que

$$Z_0 = \sqrt{\frac{Rl + iLl\omega}{Gl + iCl\omega}},$$

correspond à la racine carrée du quotient de l'impédance vectorielle totale par l'admittance vectorielle totale et que

$$\theta = \sqrt{(Rl + iLl\omega)(Gl + iCl\omega)},$$

correspond au produit de l'impédance vectorielle totale par l'admittance vectorielle totale.

L'expression

$$\frac{\theta}{l} = \sqrt{(R + iL\omega)(G + iC\omega)},$$

s'appelle la *constante de propagation* de la ligne.

Les équations données plus haut permettent de considérer le cas où la ligne reste à circuit ouvert au poste récepteur, $I_R = o$, aussi bien que le cas où la ligne est mise en court-circuit au poste récepteur, $V_R = o$.

Dans le premier cas, on a

$$\varphi = \operatorname{arc\,th} o, \quad \text{soit} \quad \varphi = o.$$

D'où

$$V = V_R \operatorname{ch}\theta,$$
$$Z = Z_0 \operatorname{cth}\theta,$$
$$I = \frac{V_R}{Z_0} \operatorname{sh}\theta.$$

Dans le deuxième cas

$$\varphi = \operatorname{arc\,th}\infty, \quad \text{soit} \quad \varphi = \pm i\frac{\pi}{2}.$$

D'où

$$I = I_R \operatorname{ch}\theta,$$
$$Z = Z_0 \operatorname{th}\theta,$$
$$V = Z_0 I_R \operatorname{sh}\theta.$$

En se reportant à l'expression générale de

$$Z = Z_0 \operatorname{cth}(\theta + \varphi),$$

on remarque que, comme la cotangente tend vers l'unité pour un angle hyperbolique indéfiniment crois-

Digitized by Google

sant, Z tend vers Z_0 pour θ croissant. En particulier, dans le cas où la relation connue des lignes téléphoniques sans déformation $\frac{R}{G} = \frac{L}{C}$ est vérifiée, cette impédance limite se réduit à $\sqrt{\frac{L}{C}}$ pour toutes les fréquences.

Si on prend, comme origine, des points de la ligne à partir desquels Z a atteint cette impédance Z_0, ce qui revient à faire $\varphi = \infty$, les équations donnant la tension et le courant se ramènent à

$$\frac{V}{V_R} = \frac{I}{I_R} = \operatorname{ch}\theta + \operatorname{sh}\theta = e^{\theta}.$$

* * *

Nous allons exposer maintenant la méthode de calcul graphique de M. Raymon S. Brown.

Soit une feuille sur laquelle sont indiqués des axes de coordonnées Ox et Oy (voir fig. 2). A chaque point $(x + iy)$ du plan correspond une valeur de $\operatorname{th}(x + iy)$ et de $\operatorname{ch}(x + iy)$. Imaginons tracées sur la feuille trois familles de courbes :

1° Les courbes de niveau de module $\operatorname{th}(x + iy)$;

2° Les courbes de niveau d'argument $\operatorname{th}(x + iy)$;

3° Les courbes de niveau de module $\operatorname{ch}(x + iy)$.

Nous obtenons ainsi la feuille de M. Brown pour calculs numériques relatifs aux lignes de transmission.

M. Brown appelle les courbes orthogonales relatives au module et à l'argument de la tangente, les coordonnées et les courbes relatives au module du cosinus, les courbes d'atténuation (1).

Sur notre figure, nous avons représenté les courbes de niveau de module $\operatorname{ch}(x + iy)$ en traits pointillés. Dans la feuille véritable, afin de ne pas surcharger le dessin avec trois sortes de courbes, cette troisième famille de courbes de module $\operatorname{ch}(x + iy)$ est donnée sur le verso de la feuille en traits pleins et les courbes sont vues par transparence en tournant la feuille vers la lumière. Pour la commodité de la reproduction nous n'avons également représenté sur notre figure qu'un nombre restreint de courbes de chaque sorte et nous avons réduit d'ailleurs de moitié l'échelle du dessin mis dans le commerce.

Les courbes de niveau sont données de $-i\frac{\pi}{4}$ à $+i\frac{\pi}{4}$. En réalité, on remarque que la même feuille de courbes peut représenter les courbes de niveau de $\operatorname{cth}(x + iy)$ et de $\operatorname{sh}(x + iy)$ au lieu des courbes de niveau de $\operatorname{th}(x + iy)$ et de $\operatorname{ch}(x + iy)$ pour des intervalles de $-3i\frac{\pi}{4}$ à $-i\frac{\pi}{4}$ ou de $i\frac{\pi}{4}$ à $3i\frac{\pi}{4}$. On a, en effet,

$$\operatorname{cth}\left(\alpha \pm i\frac{\pi}{2}\right) = \operatorname{th}\alpha,$$

$$\operatorname{ch}\left(\alpha \pm i\frac{\pi}{2}\right) = \pm j \operatorname{sh}\alpha.$$

La périodicité de la tangente et du module du cosinus est π, mais si on s'accommode de prendre éventuellement la cotangente et le sinus à leur place, cette périodicité se ramène bien à $\frac{\pi}{2}$.

Sur l'axe des x, la représentation des courbes est arrêtée à $\frac{3\pi}{4} = 2{,}37$, mais cette limitation est arbitraire. On remarquera seulement dans la pratique qu'une représentation plus étendue des courbes serait sans intérêt.

Voyons comment on utilise la feuille de M. Brown.

Rappelons les égalités que nous avons données plus haut

$$\operatorname{th}\varphi = \frac{Z_0}{Z_R},$$

$$V = V_R \frac{\operatorname{ch}(\theta + \varphi)}{\operatorname{ch}\varphi},$$

$$I = I_R \frac{\operatorname{sh}(\theta - \varphi)}{\operatorname{sh}\varphi},$$

$$Z = Z_0 \operatorname{th}(\theta + \varphi).$$

Mettons le quotient $\frac{Z_0}{Z_R}$ donné sous la forme module argument. Cherchons sur le dessin le point M dont la tangente a bien cette valeur. A titre d'exemple numérique nous avons pris pour module de $\frac{Z_0}{Z_R}$ la valeur 0,5 et pour son argument $-20°$. Le point M ainsi déterminé représente dans le plan des imaginaires l'angle φ. [On observe immédiatement que, dans le cas du circuit ouvert, $Z_R = \infty$, le point M tombe à l'origine.]

θ étant mis sous la forme $(a + ib)$, traçons un vecteur MP égal à θ. Faisons les lectures du module du cosinus en M et en P.

(1) Les équations des courbes de niveau de module $\operatorname{th}(x + iy)$ et d'argument $\operatorname{th}(x + iy)$ sont respectivement

$$\frac{\operatorname{th}^2 x + \operatorname{th}^2 y}{1 + \operatorname{th}^2 x \operatorname{tg}^2 y} = \text{constante},$$

$$\frac{\operatorname{tg} y}{1 + \operatorname{tg}^2 x} \frac{1 - \operatorname{th}^2 x}{\operatorname{th} x} = \text{constante}.$$

ce qui donne pour les dérivées

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{\operatorname{th} x}{\operatorname{tg} y} \frac{1 - \operatorname{tg}^2 y}{1 + \operatorname{th}^2 x}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\operatorname{tg} y}{\operatorname{th} x} \frac{1 + \operatorname{th}^2 x}{1 - \operatorname{tg}^2 y}.$$

Les deux systèmes de courbes sont bien comme on le voit orthogonales l'une et l'autre.

Digitized by Google

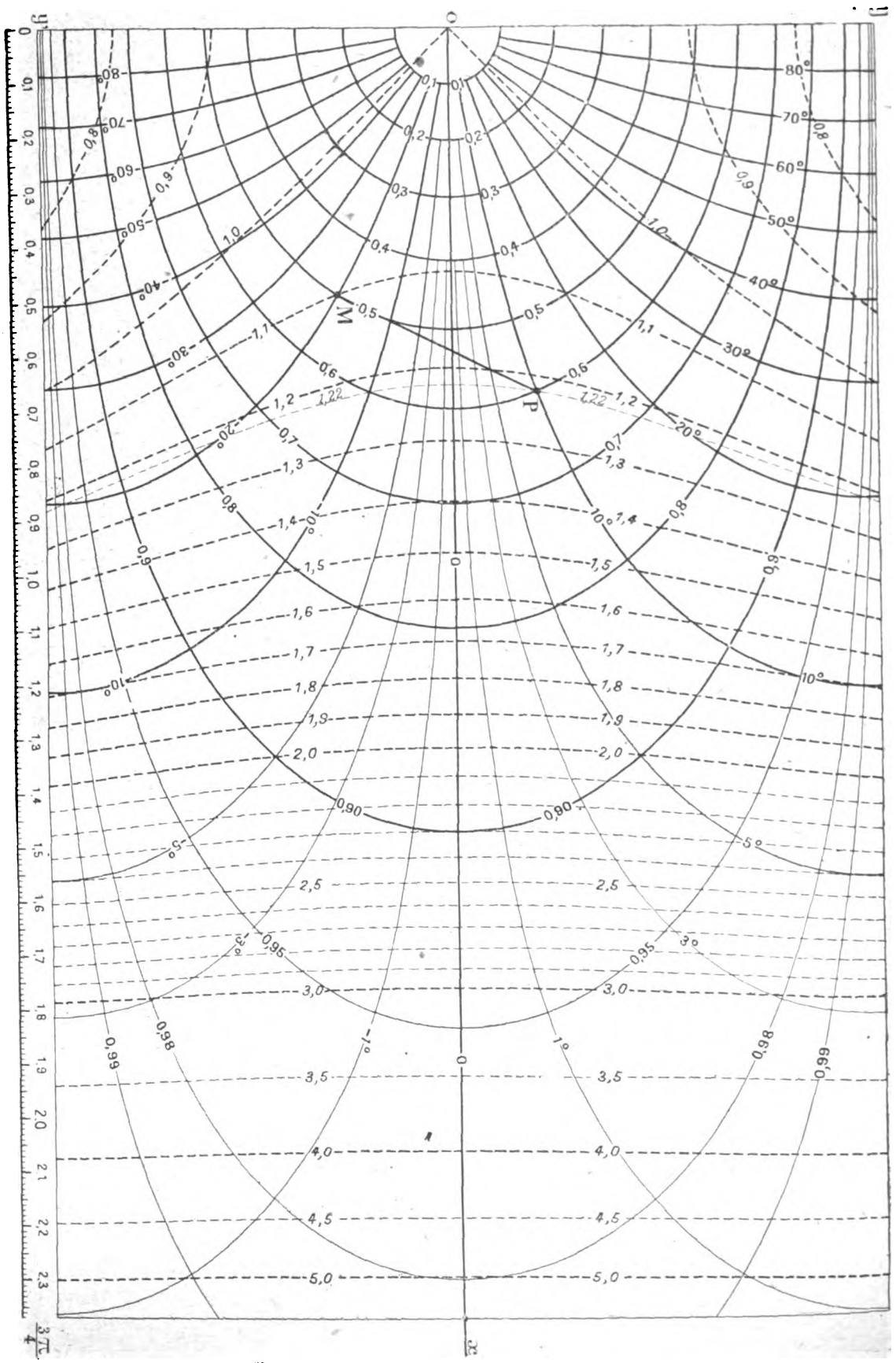


Fig. 2. — Graphique de M. Raymon S. Brown pour le calcul des lignes électriques de transmission au moyen de fonctions hyperboliques de variables imaginaires.

Digitized by Google

Nous avons aussitôt

$$\frac{V_{\text{eff}}}{V_{\text{R eff}}} = \frac{\text{module ch (P)}}{\text{module ch (M)}} = \frac{1,22}{1,1}$$

(d'après l'exemple numérique choisi).

Nous avons, d'autre part, d'après th (P), la valeur de Z puisque $Z = Z_0 \operatorname{cth} (\theta + \varphi)$.

La valeur de I s'en déduit.

Dans le cas des lignes téléphoniques longues le point P peut tomber en dehors du cadre de la feuille. Assemblons alors plusieurs feuilles 1, 2, 3, etc., comme représenté sur la figure 3.

D'après ce que nous avons dit plus haut, les feuilles à numéros impairs donnent les courbes relatives à la tangente et au cosinus et les feuilles à numéros pairs donnent les courbes relatives à la cotangente et au sinus.

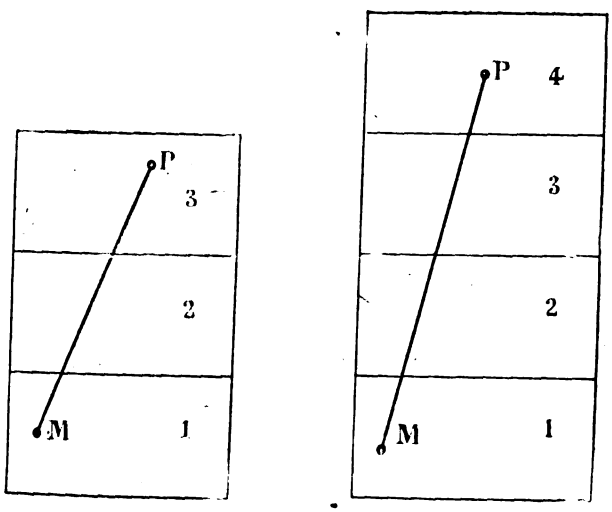


Fig. 3.

Si le point P tombe sur une feuille à numéro impair, on fera donc le calcul et les lectures comme précédemment.

Si le point P tombe sur une feuille à numéro pair, on appliquera la formule

$$I = \frac{I_R}{Z_0} \frac{\operatorname{sh} (\theta + \varphi)}{\operatorname{ch} \varphi},$$

qui se déduit de l'expression de I donnée plus haut en remplaçant

$$I_R \quad \text{par} \quad \frac{I_R}{Z_R} = \frac{I_R}{Z_0} \operatorname{th} \varphi.$$

Comme on lit sur les feuilles à numéros pairs les modules des sinus au lieu et place des modules des cosinus, on pourra faire directement la lecture de $\frac{\operatorname{sh} (\theta + \varphi)}{\operatorname{ch} \varphi}$. D'autre part, on aura directement la valeur de

$$Z = Z_0 \operatorname{cth} (\theta + \varphi).$$

Remarquons, d'ailleurs, qu'on peut faire tous les calculs avec une seule feuille. En effet, θ étant sous la forme $(a + ib)$, désignons par k le plus grand nombre entier de fois que b contient $\frac{\pi}{2}$. On ramènera le point P dans le cadre de la feuille donnée en faisant

$$\theta = a + i \left(b - k \frac{\pi}{2} \right).$$

Suivant la parité de k on saura si les courbes de la feuille se rapportent à la tangente et au cosinus ou bien à la cotangente et au sinus.

Pour que le point M tombe dans le cadre de la feuille, nous avons supposé que le module de th φ, soit le module de $\frac{Z_R}{Z_0}$, était plus petit que 1. Si ce module est plus grand que 1, on interprète les courbes de la feuille comme se rapportant à la cotangente et au sinus et le point origine représente le point $\pm i \frac{\pi}{2}$ au lieu du point o.

On détermine le point M dont la cotangente est $\frac{Z_R}{Z_0}$ et on applique la formule

$$I = I_R \frac{\operatorname{sh} (\theta + \varphi)}{\operatorname{sh} \varphi},$$

Il pourrait enfin arriver que le point P tombe trop à droite. Dans ce cas, on a avec une approximation suffisante

$$\operatorname{ch} (x + iy) = \operatorname{sh} (x + iy) = 0,5\, e^x,$$

$$\operatorname{th} (x + iy) = 1.$$

Il en serait de même pour M.

Ainsi donc la feuille de M. Brown permet de faire tous les calculs de lignes de transmission avec une grande facilité.

Elle couvre tous les cas usuels même lorsqu'il s'agit de lignes téléphoniques très longues, puisque l'affaiblissement total de la ligne considérée (partie réelle de θ) peut aller jusqu'à 2,37.

Marius LATOUR. Georges VIARD.

Digitized by Google

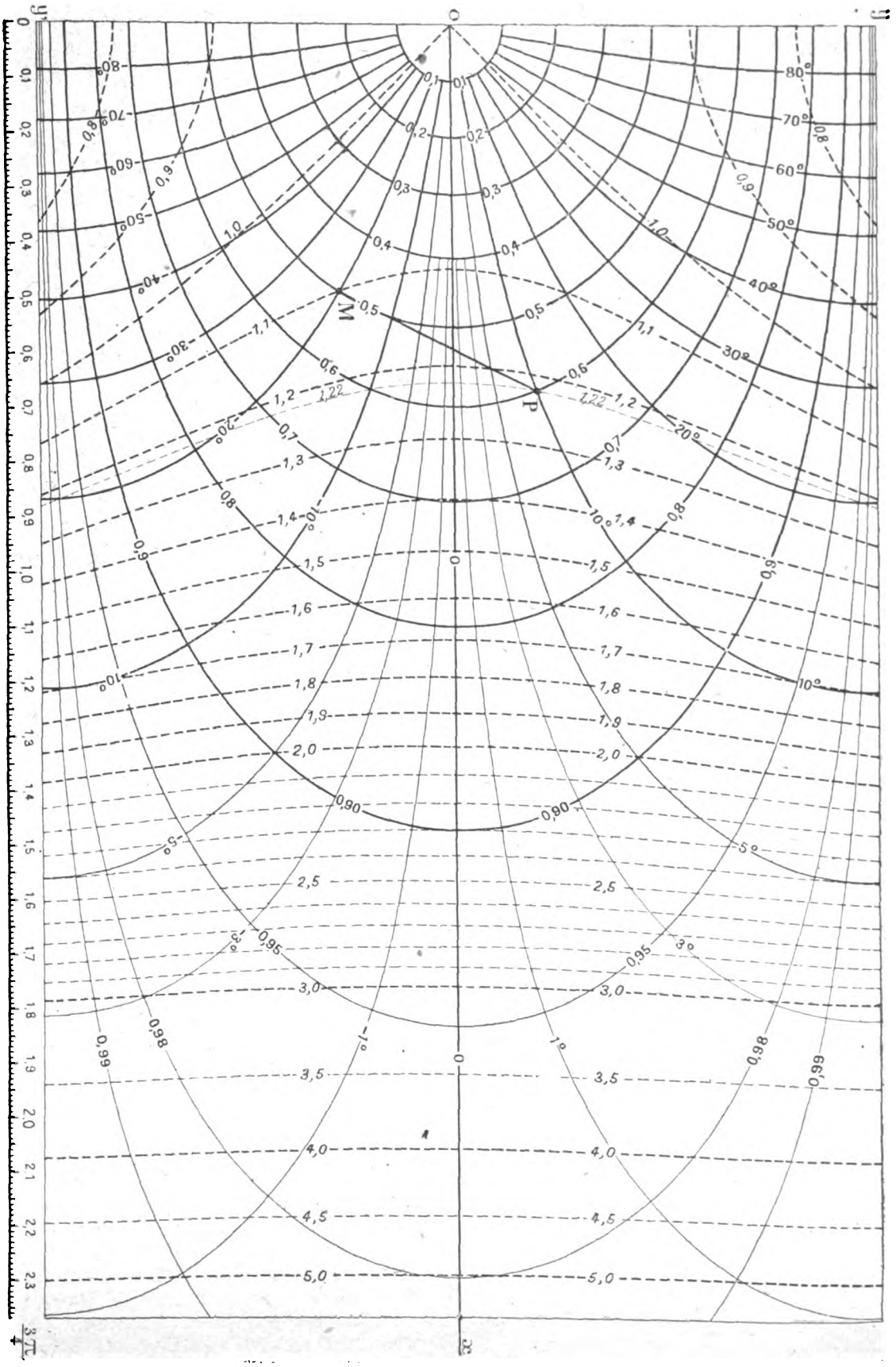


Fig. 2. — Graphique de M. Raymon S. Brown pour le calcul des lignes électriques de transmission au moyen de fonctions hyperboliques de variables imaginaires.

Digitized by Google

Nous avons aussitôt

$$\frac{V_{\text{eff}}}{V_{\text{R eff}}} = \frac{\text{module ch (P)}}{\text{module ch (M)}} = \frac{1,22}{1,1}$$

(d'après l'exemple numérique choisi).

Nous avons, d'autre part, d'après th (P), la valeur de Z puisque $Z = Z_0 \operatorname{cth} (\theta + \varphi)$.

La valeur de I s'en déduit.

Dans le cas des lignes téléphoniques longues le point P peut tomber en dehors du cadre de la feuille. Assemblons alors plusieurs feuilles 1, 2, 3, etc., comme représenté sur la figure 3.

D'après ce que nous avons dit plus haut, les feuilles à numéros impairs donnent les courbes relatives à la tangente et au cosinus et les feuilles à numéros pairs donnent les courbes relatives à la cotangente et au sinus.

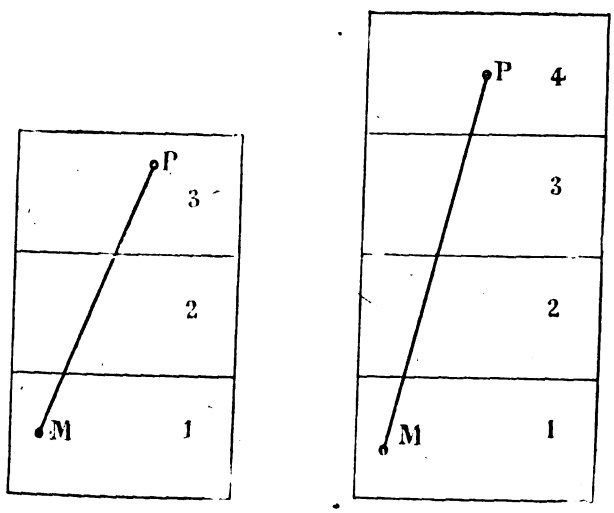


Fig. 3.

Si le point P tombe sur une feuille à numéro impair, on fera donc le calcul et les lectures comme précédemment.

Si le point P tombe sur une feuille à numéro pair, on appliquera la formule

$$I = \frac{I_R}{Z_0} \frac{\operatorname{sh} (\theta + \varphi)}{\operatorname{ch} \varphi},$$

qui se déduit de l'expression de I donnée plus haut en remplaçant

$$I_R \quad \text{par} \quad \frac{I_R}{Z_R} = \frac{I_R}{Z_0} \operatorname{th} \varphi.$$

Comme on lit sur les feuilles à numéros pairs les modules des sinus au lieu et place des modules des cosinus, on pourra faire directement la lecture de $\frac{\operatorname{sh} (\theta + \varphi)}{\operatorname{ch} \varphi}$. D'autre part, on aura directement la valeur de

$$Z = Z_0 \operatorname{cth} (\theta + \varphi).$$

Remarquons, d'ailleurs, qu'on peut faire tous les calculs avec une seule feuille. En effet, θ étant sous la forme $(a + ib)$, désignons par k le plus grand nombre entier de fois que b contient $\frac{\pi}{2}$. On ramènera le point P dans le cadre de la feuille donnée en faisant

$$\theta = a + i \left(b - k \frac{\pi}{2} \right).$$

Suivant la parité de k on saura si les courbes de la feuille se rapportent à la tangente et au cosinus ou bien à la cotangente et au sinus.

Pour que le point M tombe dans le cadre de la feuille, nous avons supposé que le module de th φ, soit le module de $\frac{Z_R}{Z_0}$, était plus petit que 1. Si ce module est plus grand que 1, on interprète les courbes de la feuille comme se rapportant à la cotangente et au sinus et le point origine représente le point $\pm i \frac{\pi}{2}$ au lieu du point o.

On détermine le point M dont la cotangente est $\frac{Z_R}{Z_0}$ et on applique la formule

$$I = I_R \frac{\operatorname{sh} (\theta + \varphi)}{\operatorname{sh} \varphi},$$

Il pourrait enfin arriver que le point P tombe trop à droite. Dans ce cas, on a avec une approximation suffisante

$$\operatorname{ch} (x + iy) = \operatorname{sh} (x + iy) = 0,5\, e^x,$$
$$\operatorname{th} (x + iy) = 1.$$

Il en serait de même pour M.

Ainsi donc la feuille de M. Brown permet de faire tous les calculs de lignes de transmission avec une grande facilité.

Elle couvre tous les cas usuels même lorsqu'il s'agit de lignes téléphoniques très longues, puisque l'affaiblissement total de la ligne considérée (partie réelle de θ) peut aller jusqu'à 2,3.

Marius LATOUR. Georges VIARD.

Digitized by Google

Longueur d'onde et affaiblissement des circuits téléphoniques

L'auteur se propose de mettre sous forme rationnelle l'expression de la constante β d'affaiblissement d'un circuit téléphonique.

La formule donnée par Breisig dans sa « Theoretishe Telegraphie » (p. 305) étant incorrecte, je me propose de donner ci-après une formule exacte.

Soient :

ω la pulsation ;

R, L, A, C la résistance, l'inductance, l'inverse de la résistance d'isolement et la capacité du circuit par unité de longueur.

Soit β la constante d'affaiblissement.

On a

$$\beta^2 = -\frac{1}{2}(\omega^2 CL - AR) + \frac{1}{2}\sqrt{(\omega^2 C^2 + A^2)(\omega^2 L^2 + R^2)}.$$

Je vais développer cette expression dans l'hypothèse de A et R petits respectivement vis-à-vis de C et de L.

Je pose

$$t = \frac{AR}{\omega^2 CL}, \quad \sqrt{x} = A\sqrt{\frac{L}{C}}, \quad \sqrt{y} = R\sqrt{\frac{C}{L}} \begin{cases} 2z = -\left(\sqrt{\frac{x}{y}} + \sqrt{\frac{y}{x}}\right) \\ 2z = -\left(\frac{AL}{CR} + \frac{CR}{AL}\right), \end{cases}$$

il vient

$$\beta^2 = \frac{\omega^2 CL}{2}\left(-1 + t + \sqrt{1 - 2zt + t^2}\right).$$

Or Serret (« Algèbre supérieure », p. 479, éd. 1866) donne le développement par la formule de Lagrange de la racine voisine de z de l'équation

$$z = \alpha + t\frac{z^2 - 1}{2}.$$

et obtient la formule

$$-\left(-1 + \sqrt{1 - 2zt + t^2}\right) = zt + \frac{z^2 - 1}{2}t^2 + \frac{d\left(\frac{z^2-1}{2}\right)^2}{dz}\frac{t^3}{1,2} + \cdots + \frac{d^{n-1}\left(\frac{z^2-1}{2}\right)^n}{d^{n-1}z}\frac{t^{n+1}}{n!} + \cdots$$

On a donc

$$\beta^2 = \frac{\omega^2 CL}{2}\left(t(1-z) - \frac{z^2-1}{2}t^2 - \frac{t^3}{2}\frac{d\left(\frac{z^2-1}{2}\right)^2}{dz} + \cdots\right).$$

En calculant les dérivées, on obtient

$$\beta^2 = \frac{\omega^2 CL}{2}(1-z)t\left[1 + \frac{z+1}{2}t\left(1 + zt + \frac{3z^2-1}{4}t^2 + \cdots\right)\right],$$

et j'ai

$$\beta^2 = \left(\frac{A}{2}\sqrt{\frac{L}{C}} + \frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}\right)^2(1 + \Delta),$$

avec

$$\Delta = -\frac{1}{4\omega^2}\left(\frac{A}{C} - \frac{R}{L}\right)^2\left[1 - \frac{1}{2\omega^2}\left(\frac{A^2}{C^2} + \frac{R^2}{L^2}\right) + \frac{1}{16\omega^4}\left(5\frac{A^4}{C^4} + 5\frac{R^4}{L^4} + 6\frac{A^2R^2}{C^2L^2}\right) + \cdots\right].$$

La constante de propagation se développerait par la formule

$$\alpha^2 = \beta^2 + \omega^2 CL + AR.$$

qui ramène α^2 à β^2.

J.-B. Pomey,
Ingénieur en chef des Télégraphes.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Projet d'unification des filetages des culots de lampes et supports de lampes à vis Edison (*Suite*)

L'unification des filetages Edison du type Goliath ayant entraîné l'étude des dimensions à donner non seulement à ce type, mais encore à tous les types existants et même ceux à venir, le rapporteur compare avec les dimensions qu'il a déterminées celles des différents systèmes plus ou moins en vigueur dans les appareils actuellement employés. Les différences ainsi constatées ayant semblé peu importantes et l'adoption du système proposé paraissant amener un minimum de perturbations par sa substitution aux anciennes dimensions, il a été examiné comment des appareils construits suivant les données du système proposé s'adapteraient à des échantillons de provenances diverses. Cet ensemble de comparaisons ferait considérer comme acceptables les propositions du rapport, qui ont été résumées dans les conclusions.

VI. — Comparaison des systèmes précédents entre eux et avec le système proposé (Tableau H).

Les proportions des éléments de filetage par rapport au pas étant déterminées pour chacun des systèmes, nous pouvons maintenant comparer ces systèmes.

Les moyennes que nous avons trouvées sont récapitulées dans le tableau ci-après.

Comparaison des divers systèmes.

	MOYENNE (1) DANS CHACUN DES SYSTÈMES					MOYENNE (2) des 16 types des systèmes précédents	PROPOSÉ
	UNION DES SYNDICATS	C. G. E.	AMÉRICAIN	BRITANNIQUE	V. D. E.		
Diamètre K — Différence p. 100 avec le diamètre K proposé	+ 1,6 %	+ 1,4 %	— 1,7 %	— 1,8 %	+ 0,77 %	+ 0,35 %	0
Pas. Nombre de pas différents de ceux proposés	1	1	1				
Pas. Différence p. 100 avec les pas proposés	+ 2,2 %	— 0,2 %	— 10 %				
Profondeur moyenne du filet par rapport au pas	0,308 P	0,309 P	0,240 P	0,246 P	0,294 P	0,283 P	0,3 P
Jeu sur le rayon par rapport au pas	0,0171 P	0,0199 P	0,0226 P	0,046 P	0,0188 P	0,0215 P	0,0166 P
Tolérance sur le rayon par rapport au pas	0,05 P	0,043 P	0,028 P	0,077 P	0,0443 P	0,043 P	0,05 P
Pénétration minimum sur le rayon par rapport au pas	0,19 P	0,201 P	0,161 P	0,07 P	0,195 P	0,177 P	0,183 P

(1) Ces moyennes sont fictives et ne servent que de termes de comparaison avec le système proposé.
(2) Cette moyenne n'est pas celle des cinq nombres représentant la moyenne (1) dans chacun des systèmes, mais celle des nombres concernant chacun des 16 types décrits par les systèmes précédemment examinés.

En examinant le tableau H p. 76 pour la comparaison de tous les systèmes, nous voyons que chacun d'eux ne détermine pas les quatre types de 36, 24, 12 et 8 mm.

L'Union des Syndicats fixe des données pour les		3	types de :	24 mm, 12 mm et 8 mm.
Compagnie générale d'Électricité	id.	5	id.	36 mm, 24 mm, 12 mm et 2 de 8 mm.
Standards Committee américain	id.	4	id.	36 mm, 24 mm, 12 mm et 8 mm.
Standards Committee britannique	id.	1	id.	36 mm.
V. D. E	id.	3	id.	36 mm, 24 mm et 12 mm.
Il y a donc en tout		16	types définis par les cinq systèmes ci-dessus.	

Digitized by Google

Diamètre K. — Sur les seize types fixés, quatre ont un diamètre *K* conforme à celui que nous proposons et ce sont les suivants :

Type de 24 mm du système de l'Union des Syndicats.
id. 24 et 36 mm du système américain.
id. 24 mm id. V. D. E.

Les douze autres offrent des différences variables ; cinq sont plus petits et sept sont plus grands que ce que nous proposons. Les différences les plus grandes se remarquent dans le système américain pour les types de 12 et 8 mm.

Nous observons, d'après le tableau ci-dessus, que ces différences se compensent et qu'en moyenne les diamètres *K* sont exacts.

Pas. — Sur les seize types définis, treize ont un pas conforme à ceux que nous proposons. Parmi les trois autres, le premier (type de 8 mm de l'Union des Syndicats) est trop élevé de 2,2 pour 100 et le deuxième type de 8 mm (C. G. E.) trop faible de 0,2 pour 100. La seule différence de pas vraiment sensible, et probablement voulue (10 pour 100 en moins), est celle qui se remarque pour le type de 12 mm américain.

Nous croyons pouvoir conclure que sur ce point l'accord est à peu près général.

Profondeur du filet. — La profondeur du filet que nous proposons est légèrement supérieure à la moyenne.

Jeu. — Le jeu que nous admettons est un peu inférieur à la moyenne, c'est que cette moyenne est influencée par la valeur très élevée des jeux admis par le système britannique. Si les résultats de ce système étaient négligés, la moyenne tomberait pour les autres systèmes à 0,0183 *P* alors que nous proposons 0,0166 *P*.

Tolérances. — Nous augmentons très légèrement les tolérances.

Pénétration minimum. — La pénétration que nous proposons se trouve légèrement augmentée par rapport à la moyenne.

Mais en somme, toutes ces diminutions ou augmentations ne se chiffrent que par centièmes de millimètre et ce sont à peine des nuances.

D'où vient donc, si en moyenne il y a si peu de différence entre les systèmes employés et celui que nous proposons, que le tout n'est pas absolument interchangeable et d'où proviennent les ennuis qu'il s'agit de supprimer?

Cela tient à ce que dans ces moyennes sont noyées une quantité d'écarts en plus ou en moins des relations de base. Une quantité de cas particuliers, nivelés par les calculs précédents, n'en existent pas moins, source intarissable de discordances et conséquence inévitable d'un manque de corrélation entre les divers éléments par rapport à une donnée fixe.

Remarquons les écarts indiqués par le tableau suivant dans les deux colonnes Maximum et Minimum, constatés pour chacun de ces éléments de filetages.

	MAXIMUM CONSTATÉ			MINIMUM CONSTATÉ		
		types	systèmes		types	systèmes
Diam. *K* — Différence p. 100 avec le diamètre proposé.	+ 5,7 %	8 mm	Américain	— 12,5 %	12 mm	Américain
Pas — Différence p. 100 avec le pas exact.....	+ 2,2 %	8	Un. Synd.	— 10 %	12	id.
Profondeur moyenne du filet par rapport au pas	0,331 *P*	8	C. G. E	0,20 *P*	36	id.
Jeu sur le rayon par rapport au pas	0,072 *P*	36	Britann.	0,0079 *P*	36	V. D. E.
Tolérance sur le rayon par rapport au pas.....	0,1 *P*	36	id.	0,0197 *P*	36	C. G. E.
Pénétration minimum sur le rayon par rapport au pas.	0,22 *P*	36	C. G. E.	0,07 *P*	36	Britann.

Si on en exceptait le type de 12 mm du système américain, trop nettement détaché du même type des autres systèmes pour que cela n'ait pas été fait à dessein, le minimum constaté serait, pour *K*, de —1,8 pour 100 (type de 36 mm du système britannique) et pour le pas de — 0,2 pour 100 (type de 8 mm du système C. G. E.).

Nous notons que le type de 12 mm américain étant mis à part, les écarts sont peu considérables pour les diamètres et les pas.

Mais, en revanche, quelle divergence de vues dans la profondeur des filets. La plus grande profondeur constatée est de une fois et demie la plus petite profondeur observée ; ce qui n'est rien auprès de l'appréciation des jeux où, pour le même type de 36 mm, on admet 9 fois plus de jeu dans un système que dans un autre. Pour ce même type, un système admet 5 fois plus de tolérance qu'un autre, et un autre, encore admet 3 fois moins de pénétration que le précédent. Les plus grandes irrégularités semblent se rencontrer sur ce type de 36 mm, pourtant le dernier venu, et qui n'a pu profiter de l'expérience acquise pour les trois autres parce que les proportions de ceux-ci n'avaient pas suffisamment de régularité entre elles.

De là, la nécessité absolue, à notre avis, d'un système basé sur des relations connues, dérivées d'une donnée fondamentale comme le pas, et qui puisse être étendu à toute création nouvelle ; faute de quoi tout est remis en question chaque fois qu'on crée un type et l'unification semble ne pouvoir être considérée comme terminée.

Examinons maintenant comment les culots de lampes définis dans chaque système se comportent

Digitized by Google

en face des supports de lampes des autres systèmes, en supposant exacts les pas et formes des filets (voir tableau H, page 76).

Nous allons indiquer ci-dessous les exceptions seulement, c'est-à-dire les cas où les échantillons ne satisfont pas aux règles d'un des systèmes examinés. Dans tous les autres cas, on obtiendrait l'interchangeabilité.

Union des Syndicats. — Il n'y a pas de type de 36 mm.

Pour le type de 24 mm, les culots de lampes conformes aux prescriptions de ce système entrent partout s'ils sont minima, les culots de lampes maxima sont un peu trop grands pour les supports de lampes du système américain.

Pour le type de 12 mm les culots de lampes sont trop grands pour les supports de lampes américains et pour une partie des supports de lampes du système proposé.

Pour le type de 8 mm les culots de lampes minima vissent partout, les maxima ne vissent pas sur une partie des supports de lampes du système proposé.

Compagnie générale d'électricité. — Les culots de lampes de 36 mm maxima n'entrent pas dans tous les supports de lampes britanniques.

Les culots de lampes 24 mm vissent dans tous les supports de lampes des autres systèmes.

Les culots de lampes de 12 mm ne vissent pas dans les supports de lampes américains et les culots de lampes maxima de 12 mm ne vissent pas dans les supports de lampes du système proposé.

Les culots de lampes de 9,5 mm n'entrent pas dans les supports de lampes 8 mm de l'Union des Syndicats et du système proposé.

Standards committee americain. — Les culots de lampes de 36 mm n'entrent pas dans les supports de lampes V. D. E., ni C. G. E., ni dans une partie des supports de lampes des systèmes britanniques et proposés.

Les culots de lampes de 24 mm n'entrent pas dans une partie des supports de lampes V. D. E., C. G. E., Union des Syndicats et proposés.

Les culots de lampes de 12 mm n'entrent pas dans une partie des supports de lampes de tous les autres systèmes.

Les culots de lampes de 8 mm ne vissent pas dans es supports de lampes des systèmes de l'Union des Syndicats, C. G. E. et proposés.

Standards committee britannique. — Les culots de lampes de 36 mm vissent dans les supports de lampes des autres systèmes.

Il n'y a pas de prescription pour les types de 24, 12 et 8 mm.

V. D. E. — Les culots de lampes de 36 mm maxima n'entrent pas dans tous les supports de lampes britanniques.

Les culots de lampes de 24 mm maxima n'entrent pas dans tous les supports de lampes américains.

Les culots de lampes de 12 mm n'entrent pas dans les supports de lampes américains ni dans tous les supports de lampes du système proposé.

Il n'y a pas de prescriptions pour le type de 8 mm.

Système proposé. — Les culots de lampes de 36 mm maxima n'entrent pas dans tous les supports de lampes britanniques, V. D. E., C. G. E. et américains, les culots de lampes minima vissent dans tous les systèmes.

Les culots de lampes de 24 mm vissent dans tous les supports de lampes.

Les culots de 12 mm ne vissent pas dans les supports de lampes américains.

Les culots de lampes de 8 mm vissent dans tous les supports de lampes des autres systèmes.

Nous constatons que la corrélation entre les systèmes n'est pas absolue.

Si nous examinons comment les supports de lampes définis dans chaque système se comportent vis-à-vis des culots de lampes des autres systèmes, toujours en supposant exacts les pas et formes de filets, nous faisons les constatations suivantes :

Union des Syndicats. — Il n'y a pas de support de lampe de 36 mm.

Les supports de lampes de 24 mm ne reçoivent pas tous les culots de lampes américains.

Les supports de lampes de 12 mm se laissent traverser sans visser par tous les culots de lampes américains.

Les supports de lampes de 8 mm n'admettent pas les culots de lampes de 9,5 mm de la C. G. E., ni les culots de lampes du système américain.

Compagnie générale d'Électricité. — Les supports de lampes de 36 mm n'admettent pas les culots de lampes américains, ni tous les culots de lampes du système proposé.

Les supports de lampes de 24 mm n'admettent pas les culots de lampes américains.

Les supports de lampes de 12 mm se laissent traverser sans visser par tous les culots de lampes américains.

Les supports de lampes de 9 mm ne reçoivent pas les culots de lampes américains.

Standards committee américain. — Les supports de lampes de 36 mm ne reçoivent pas les culots de lampes maxima du système proposé.

Les supports de lampes de 24 mm ne reçoivent pas tous les culots de lampes de l'Union des Syndicats et de V. D. E.

Les supports de lampes de 12 mm ne reçoivent aucun culot de lampe des autres systèmes.

Digitized by Google

TABLEAU II. — *Comparaison des systèmes entre eux et avec le système proposé*

TYPES DE	SYMBOLES	DÉSIGNATIONS (Voir fig. 2 et 3)	UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ		COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ		ENGINEERING STANDARDS COMMITTEE (AMÉRICAIN)		ENGINEERING STANDARDS COMMITTEE (BRITANNIQUE)		V. D. E.		SYSTÈME PROPOSÉ	
			Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
					Type Goliath Type 39,3		*Type Mogul*		*Type Goliath*		*Type Goliath*		*Type* 36 mm	
36 mm		*Culots de lampes.*												
	d_1	Diamètre au fond du filetage..			35,45	35,85	36,703	36,957	34,417	35,687	—	35,85 35,90	35,56	36,19
	D_1	Diamètre sur le filetage.....			39,05	39,45	39,243	39,497	38,506	39,141	39,05	39,45 39,50	39,37	40,00
	C_1	Longueur de la partie filetée..			26	—					26	—	26	
	A_1	Hauteur du talon			8	9					8	9	8	9
		Pas.....			6,35 = 4 filets au pouce		6,35 = 4 pas par pouce		6,35 = 4 pas par pouce.		6,35 = 4 pas par pouce.		6,35 = 4 pas par pouce	
		Supports de lampes.												
	d_s	Diamètre sur le filetage.....			36,00	36,52	37,211	37,516	36,601	37,617	36,05 36,00	36,45	36,41	37,04
	D_s	Diamètre au fond du filetage..			39,60	39,85	39,751	40,056	39,395	40,411	39,65 39,60	—	40,22	40,85
	C_s	Longueur de la partie filetée..			27	—					27	—	27	
	B_s	Hauteur de la chemise au-dessus du contact.....			29	32					29	32	29	32
		Pas			6,35 = 4 filets au pouce.		6,35 = 4 pas par pouce.		6,35 = 4 pas par pouce.		6,35 = 4 pas par pouce.		6,35 = 4 pas par pouce.	
			Type courant		*Type normal Type* 26,3		*Type Médium*				*Type Normal*		*Type* 24 m/m	
24 mm		*Culots de lampes.*												
	d_1	Diamètre au fond du filetage..	—	24,2 à 24,25	23,8	24,2	24,511	24,663				24,2 24,25	23,95	24,31
	D_1	Diamètre sur le filetage.....	26,1	26,5 à 26,55	26,1	26,5	26,187	26,339			26,1	26,5 26,55	26,13	26 49
	C_1	Longueur de la partie filetée..	14	—	14	—					14	—	14	—
	A_1	Hauteur du talon	7	8	7	8					7	8	7	8
		Pas.....	3,628 = 7 pas par pouce.		3,628 = 7 filets au pouce.		3,628 = 7 pas par pouce.				3,628 = 7 pas par pouce.		3,628 = 7 pas par pouce.	

Digitized by Google

24 mm	d	Diamètre sur le filetage	24,35 à 24,4	24,8	24,3	24,8	24,867	25,070			24,4 24,35	24,8	24,43	24,79
	D_s	Diamètre au fond du filetage	26,65 à 26,7	—	26,6	27,1	26,543	26,746			26,7 26,65	—	26,61	26,97
	C_s	Longueur de la partie filetée	15	—	15	—					15	—	15	—
	B_s	Hauteur de la chemise au-dessus du contact	18	20	18	20					18	20	18	20
		Pas	3,628 = 7 pas par pouce.		3.628 = 7 filets au pouce.		3 628 = 7 pas par pouce.				3,628 = 7 pas par pouce.		3.628 = 7 pas par pouce.	
12 mm		*Culots de lampes.*	*Type Réduit*		*Type Réduit Type 13,5*		*Type Candelbra*				*Type Mignon*		*Type 12 mm*	
	d_l	Diamètre au fond du filetage	—	12,26 à 12,3	—	12,30	10,414	10,541			12,26 12,3		11,57	11,85
	D_l	Diamètre sur le filetage	13,7	13,86 à 13,9	—	13,90	11,684	11,811			13,7 13,86 13,9		13,26	13,54
	C_l	Longueur de la partie filetée	11	—	13	—					11	—	11	—
	A_l	Hauteur du talon	3,5	4,5	3,5	4,5					3,5	4,5	3,5	4,5
		Pas	2,822 = 9 pas par pouce.		2,822 = 9 filets au pouce.		2,54 = 10 pas par pouce.				2,822 = 9 pas par pouce.		2,822 = 9 pas par pouce.	
		Supports de lampes.												
	d_s	Diamètre au fond du filetage	12,4 à 12,36	12,56	12,36	—	10,668	10,820			12,4 12,36	12,56	11,95	12,23
	D_s	Diamètre sur le filetage	14 à 13,96	—	13,96	—	11,938	12,090			14,0 13,96	—	13,64	13,92
	C_s	Longueur de la partie filetée	12	—	12	—					12	—	12	—
	B_s	Hauteur de la chemise au-dessus du contact	12,5	14	12	14					12,5	14	12,5	14
		Pas	2,822 = 9 pas par pouce.		2,822 = 9 filets au pouce.		2,54 = 10 pas par pouce.				2,822 = 9 pas par pouce.		2,822 = 9 pas par pouce.	
8 mm		*Culots de lampes.*	*Type Mignonnette*		*Type Mignonnette Type 9,5*		*Type 9*		*Type Miniature*				*Type 8 mm*	
	d_l	Diamètre au fond du filetage	—	8	Min. —	Max. 8,3	Min. 7,7	Max. 7,9	8,382	8,509			7,74	7,92
	D_l	Diamètre sur le filetage	9	9,2	—	9,5	8,9	9,1	9,398	9,525			8,83	9,01
	C_l	Longueur de la partie filetée	8	—	8	—	8	—					8	—
	A_l	Hauteur du talon	1,8	2,3	1,8	2,3	1,8	2,3					1,8	2,3
		Pas	1,85		1,81 = 14 fil. au pouce.		1,81 = 14 fil. au pouce.		1,814 = 14 pas par pouce.				1,814 = 14 pas par pouce.	
		Supports de lampes.												
	d_s	Diamètre sur le filetage	8,1	8,3	8,38	—	8,05	8,15	8,572	8,725			7,98	8,16
	D_s	Diamètre au fond du filetage	9,3	9,35	9,58	—	9,25	9,35	9,588	9,741			9,07	9,25
	C_s	Longueur de la partie filetée	6	—	6	—	6	—					8,5	—
	B_s	Hauteur de la chemise au-dessus du contact	8	9	8	9	8	9					9	9,5
		Pas	1,85		1,81 = 14 fil. au pouce.		1,81 = 14 fil. au pouce.		1,814 = 14 pas par pouce.				1,814 = 14 pas par pouce	

Digitized by Google

Les supports de lampes de 8 mm admettent tous les culots de lampes des autres systèmes.

STANDARDS COMMITTEE BRITANNIQUE. — Les supports de lampes de 36 mm n'admettent pas les culots de lampes maxima de C. G. E., américains, V. D. E. et proposés.

Il n'y a pas de prescriptions pour les types de 24, 12 et 8 mm.

V. D. E. — Les supports de lampes de 36 mm n'admettent pas les culots de lampes américains, ni les culots de lampes maxima du système proposé.

Les supports de lampes de 24 mm n'admettent pas les culots de lampes américains.

Les supports de lampes de 12 mm ne reçoivent pas les culots de lampes américains.

Il n'y a pas de prescriptions pour le type de 8 mm.

SYSTÈME PROPOSÉ. — Les supports de lampes de 36 mm n'admettent pas tous les culots de lampes américains.

Les supports de lampes de 24 mm n'admettent pas tous les culots de lampes américains.

Les supports de lampes de 12 mm n'admettent pas tous les culots de lampes de l'Union des Syndicats, ni les culots de lampes américains et V. D. E.

Les supports de lampes de 8 mm ne reçoivent pas tous les culots de lampes de l'Union des Syndicats, ni les culots de lampes de 9,5 mm C. G. E et américains.

Nous avons vainement cherché un compromis réalisant l'accord, même s'il n'était pas absolument complet, de toutes les prescriptions en présence.

La question, comme on le voit, est assez touffue, et toute concession dans un but de conciliation provoque un déplacement dans l'appareil connexe, mâle ou femelle, créant un inconvénient qui n'existait pas pour faire cesser celui qui existait ailleurs.

C'est ce qui nous a conduit à faire de nouvelles propositions, qui n'auraient de valeur qu'autant qu'elles auraient des chances d'être les plus employées. Leur emploi ne pouvant s'étendre que si l'application en est rationnelle et facile, nous avons recherché la régularité et la simplification des éléments qui constituent le filetage.

Nous allons examiner comment nos propositions pourraient se comporter si l'usage devait en être fait pendant que les données des autres systèmes seraient en vigueur.

Nous avons vu, au cours de l'examen des différents systèmes, que si l'on excepte le type de 12 mm américain, qui se différencie nettement du même type dans les autres systèmes :

Tous les culots de lampes que nous proposons, du maximum au minimum, entreraient dans tous les supports maxima et minima des autres systèmes pour les types de 24, 12 et 8 mm, sans traverser librement dans aucun cas, à condition bien entendu que les pas soient exacts et que la forme du filet soit convenable, ce qui est en général le cas.

Tous les culots de lampes que nous proposons pour le type de 36 mm entreraient dans les supports maxima des autres systèmes et il est à supposer que les supports rencontrés par nos culots de lampes s'approcheraient des maxima, car c'est l'intérêt des constructeurs de faire de grands supports pour admettre le plus grand nombre de lampes possible, toujours en restant dans la limite des tolérances.

Cependant, puisque les autres systèmes prévoient des supports minima, il est évident que nos culots de lampes sont exposés à rencontrer ces minima.

Dans ce cas, tous nos culots de lampes continueraient à visser tant que leur diamètre D_l ne dépasserait pas 39,395 mm. Ce diamètre qui est celui indiqué pour D_l minimum du système britannique, est le plus faible qui soit imposé par tous les systèmes.

Signalons du reste, qu'il est de l'intérêt des constructeurs de faire de petits culots de lampes pour obtenir la pénétration dans la plupart des cas, étant bien entendu que le minimum fixé et vérifié par les calibres ne doit jamais être dépassé et que toutes les autres conditions doivent être observées.

Donc, il serait désirable, pour faciliter la transition avec le matériel existant que, pour le type de 36 mm, nos culots de lampes soient construits très voisins du minimum.

Tout en restant dans les limites imposées et qu'on vérifiera au moyen de calibres pour que les tolérances ne soient jamais dépassées, nous pouvons construire des culots de lampes minima et des supports maxima, ainsi d'ailleurs qu'il est d'usage dans tous les filetages où il est prévu des tolérances, et d'accord avec l'intérêt commercial.

Tous les culots de lampes fabriqués dans ces conditions visseraient alors dans les supports de tous les systèmes précédemment décrits, sauf pour le type de 12 mm américain, à condition que les pas soient exacts et que le filet soit de forme arrondie, ce qui est très généralement le cas.

VII. — **Comparaison des divers échantillons d'usage courant avec les précédents systèmes, y compris le système proposé.** — Ayant examiné les différents systèmes en vigueur, il nous a paru utile de les confronter avec les produits actuels de la fabrication et surtout avec les appareils déjà en service.

Pour cela nous avons recherché quelle pouvait être la provenance de ces appareils avant et après 1914, et les renseignements que nous avons obtenus sont relatés ci-après :

AMÉRIQUE. — Les échantillons que nous comptions obtenir, grâce à l'intervention de M. R.-V. Picou, président du Comité Électrotechnique Français, se trouvaient selon toute probabilité sur l' « Anconia » qui a été torpillé et nous ne pouvons, en conséquence,

Digitized by Google

fournir aucune précision sur les appareils employés en Amérique.

Angleterre. — Les culots de lampes et supports de lampes sont tous fabriqués en Angleterre, et nous avons vu que, pour les types de 36 mm, l'Engineering Standards Committee britannique s'était servi d'échantillons anglais pour déterminer les données du système qu'il préconise.

Italie. — La « Societa Italiana per le lampade Z » a bien voulu nous informer qu'avant 1914, la fabrication des culots de lampes et supports de lampes était assez réduite en Italie, la plus grande partie de la consommation était fournie par l'Allemagne, en raison des bas prix consentis.

Actuellement, l'Italie fabrique ce matériel autant que peut le permettre le manque de pièces de porcelaine qu'on est obligé de remplacer souvent par d'autres produits isolants, fibre, etc...

On a même essayé de substituer aux coquilles en laiton les coquilles en fer laitonisé, mais la rouille qui s'y introduit parfois peut rendre difficile l'adaptation des culots de lampes sur les supports de lampes.

La marine royale italienne possède des étalons de filetages correspondant au vieux type Edison original, qui était légèrement plus fort en diamètre que le type Edison allemand.

Espagne. — Sur l'obligeante demande de M. Legouez, président de la Commission de Standardisation de l'Union des Syndicats de l'Électricité, M. Cassart nous a communiqué les renseignements suivants provenant de la maison Luis Escola, de Barcelone.

Les culots de lampes et supports de lampes à vis se fabriquent en Espagne depuis 1914, sauf les types de 36 mm et 8 mm. Les types de 36 mm viennent en général des Etats-Unis d'Amérique, quant au type de 8 mm, il paraît peu employé et, par conséquent, il est difficile de savoir où il se fabrique.

Il semble, d'après la maison Escola, que le filetage des échantillons venant d'Espagne est différent de celui employé en France, au point que cette maison a dû rectifier ses types pour une importante fourniture qu'elle a faite à une maison française.

Portugal. — M. Collart, de Lisbonne, nous a informé par le complaisant intermédiaire de M. Neu, ingénieur-conseil, que pour les culots de lampes et supports de lampes à vis, les fournisseurs allemands avaient, en Portugal, une prédominance marquée, bien qu'il y eût des importations françaises et hollandaises.

Actuellement la principale provenance est l'Amérique, puis la Hollande, l'interchangeabilité laisse à désirer, les culots de lampes se vissent avec difficulté et on constate des différences dans les pas.

Nous avons réuni 35 échantillons de culots de lampes et 27 échantillons de supports, soit en tout 62 pièces de diverses provenances et qui nous ont été fournies par des maisons ci-dessous, auxquelles nous désirons avant tout exprimer nos remerciements

Culots de lampes.

Compagnie générale d'Électricité.
L'Éclairage électrique.
Larnaude.
Société Lacarrière.
Compagnie française Thomson-Houston.
Osram Lamp Works.
Société des Agrafes françaises.
Delaporte.
Petit.
Brenot.
Sloog.

Supports de lampes.

Compagnie générale d'Électricité.
L'Éclairage électrique.
Compagnie française Thomson-Houston.
Philips.
Paquet et Vial.
Escola (de Barcelone).
Edison et Swan United (de Londres).
British Thomson-Houston Co (de Londres).

Ayant mesuré les échantillons que ces maisons ont bien voulu nous confier, nous avons d'abord recherché aux prescriptions de quel système ces échantillons pouvaient satisfaire.

En premier lieu, mentionnons que sur les 62 échantillons recueillis, 30 ont des pas légèrement différents de ceux que nous proposons et qui sont généralement admis.

Ces différences étant pour la plupart peu importantes, nous avons néanmoins comparé tous les échantillons, abstraction faite du pas.

En ce qui concerne les culots de lampes, nous avons fait les constatations suivantes, en ne comparant seulement que les diamètres.

Sur 4	échantillons	du type	36 mm	2 satisfont au système britannique. 1 satisfait aux 3 systèmes, britannique, C. G. E. et V. D. E.
id. 12	id.	id.	24 mm	1 id. aux 3 systèmes, Union Syndicats, C. G. E. et V. D. E. 1 id. au système américain.
id. 10	id.	id.	12 mm	1 id. au système C. G. E. 1 id. aux 2 systèmes, Union Syndicats et V. D. E.
id. 9	id.	id.	8 mm	aucun ne satisfait à un système quelconque.

Donc, sur 35 échantillons de culots de lampes, 7, c'est-à-dire 20 pour 100 peuvent être considérés, en ce qui concerne les diamètres, comme conformes à un des systèmes précédemment décrits ; les 28 autres

Digitized by Google

échantillons s'écartent plus ou moins des prescriptions.

Sur 11 échantillons du type	36 mm	{ 4 satisfont au système britannique.		
		{ 1 satisfait aux 2 systèmes, britannique et américain.		
id. 8	id.	id.	24 mm	1 id. au système américain.
id. 5	id.	id.	12 mm	aucun ne satisfait à un système quelconque.
id. 3	id.	id.	8 mm	aucun ne satisfait à un système quelconque.

Donc sur 27 échantillons de supports de lampes, 6, c'est-à-dire un peu plus de 22 pour 100, peuvent être considérés, au point de vue des diamètres, comme rentrant dans un des systèmes précédemment décrits. Les 21 autres échantillons ne donnent satisfaction à aucune des prescriptions en vigueur.

Au total, nous voyons que sur $35 + 27 = 62$ échantillons observés, $7 + 6 = 13$, soit 21 pour 100, sont conformes aux prescriptions d'un des systèmes précédemment décrits.

En général, les culots de lampes qui s'écartent des prescriptions ont des diamètres trop petits ou des filetages trop peu profonds. Les supports de lampes ont au contraire des diamètres trop grands et aussi des filets trop peu marqués.

Nous remarquons que la presque totalité des échantillons non conformes vissent plus ou moins l'un sur l'autre, mais souvent les jeux sont vraiment exagérés.

Si nous recherchons maintenant parmi les échantillons satisfaisant à un système, quels sont les systèmes les plus observés, nous arrivons aux conclusions suivantes :

Pour les culots de lampes :

Le système britannique est observé dans		..	3 cas
id.	C. G. E.	id. ..	3 id.
id.	V. D. E.	id. ..	3 id.
id.	Union des Syndicats	..	2 id.
id.	américain	id. ..	1 id.

Pour les supports de lampes :

Le système britannique est observé dans		..	5 cas
id.	américain	id. ..	2 id.
		So't ..	19 cas

sur les 62 échantillons observés.

Tous les cas en faveur du système britannique concernent le type de 36 mm, ce sont au total les plus nombreux, et nous n'en sommes pas étonné connaissant les jeux et tolérances relativement considérables de ce système. Nous avons du reste, au moment de son examen, signalé les inconvénients que cette manière de voir semblait pouvoir amener.

Comme, d'autre part, les systèmes respectés ne sont pas toujours absolument ceux qu'on s'attendait à constater, nous sommes tenté d'attribuer une partie des autres cas au hasard, ce qui semble indiquer qu'en général, sur les échantillons examinés, les données des différents systèmes sont peu observées.

Enfin, nous pensons pouvoir remarquer une tendance à faire des petits culots de lampes, d'une part, et de trop grands supports, d'autre part.

De plus, nous croyons constater l'habitude de faire des filets peu prononcés et peu profonds, sans doute pour pouvoir employer du laiton de qualité plus ordinaire, ou diminuer les opérations de recuit.

Ces deux causes d'erreur, en s'ajoutant, s'exercent fâcheusement au détriment de l'adhésion mécanique et du contact électrique qui demeurent toujours le seul but de tout filetage.

Nous espérons avoir montré que le système proposé ramènerait ces deux éléments à de plus justes proportions.

Examinons maintenant comment nos propositions se présenteraient devant les échantillons examinés.

Ainsi que nous l'avons déjà exposé, et usant du droit que nous avons d'utiliser les tolérances que nous avons prévues, nous allons comparer avec les échantillons les culots de lampes minima et les supports de lampes maxima dont nous avons proposé les dimensions.

En ne considérant que les diamètres, nous constatons que :

Sur 4 échantillons, culot de lampe	36 mm	4		entreraient dans nos supports maxima.
id. 12	id.	24 mm	10	id.
			2	ont un diamètre d_1 trop grand.
id. 10	id.	12 mm	6	entreraient dans nos supports maxima.
			4	ont un diamètre d_1 trop grand.
id. 9	id.	8 mm	2	entreraient dans nos supports maxima.
			7	ont un diamètre d_1 trop grand.
Sur 35 échantillons, il y a donc			22	échantillons de lampes entrant dans nos supports maxima.
			13	échantillons de lampes n'y entrant pas.

D'autre part :

Sur 11 échantillons supp. de lampe	36 mm	9		admettraient nos culots de lampes minima.
			2	ont un diamètre D_2 trop petit.
id. 8	id.	24 mm	8	admettraient nos culots de lampes minima.
id. 5	id.	12 mm	5	id.
id. 3	id.	8 mm	2	id.
			1	serait trop grand et traverserait sans visser.
Sur 27 échantillons, il y a donc			24	échantillons de supports admettant nos culots de lampes min.
			3	id. ne les admettant pas.

Digitized by Google

En résumé, sur 35 + 27 = 62 échantillons, il y en aurait 22 + 24 = 46, soit 74 pour 100 auxquels le système que nous proposons conviendrait au point de vue des diamètres, et 13 + 3 = 16 échantillons, soit 26 pour 100 auxquels le système que nous proposons ne conviendrait pas au point de vue des diamètres.

En résumé, nous constatons un certain manque de concordance que nous attribuons à deux causes.

1° A l'absence presque entière de calibres officiels de vérification, et au manque de précision et de fini des quelques calibres vendus dans le commerce.

2° Au manque de régularité et au défaut de proportions des diverses dimensions imposées pour chaque type.

Tous les systèmes présentent des exceptions si diverses qu'ils peuvent arriver à paraître découler d'inexplicables caprices, ou résulter de la consécration d'erreurs de pratique, que chacun, avec les meilleures intentions, s'est efforcé de redresser par endroit, augmentant ainsi la confusion.

VIII. — **Modèles en laiton des filetages du système proposé.** — Nous avons dit que, sur 62 échantillons, 30 ont des pas légèrement différents que ceux que nous proposons.

Sur 4 échantillons culot de lampe, 36 mm	4		entreraient dans nos supports maxima.
id. 12 id. 24 mm	10		id.
		2	n'entreraient pas.
id. 10 id. 12 mm	2		entreraient dans nos supports maxima.
		8	n'entreraient pas.
id. 9 id. 8 mm	1		entreraient dans nos supports maxima.
		8	n'entreraient pas.
Sur 35 échantillons, il y a donc.....	17		échantillons culots de lampes entrant dans nos supports maxima.
		18	échantillons de culots de lampes n'y entrant pas.

D'autre part :

Sur 11 échantillons supp. de lampe 36 mm	8		admettraient nos culots de lampes minima.
id. 8 id. 24 mm	8	3	ne les admettraient pas.
id. 5 id. 12 mm	5		admettraient nos culots de lampes minima.
id. 3 id. 8 mm	2		id.
			id.
Sur 27 échantillons.....	23	1	serait trop grand et traverserait sans visser.
			échantillons de supports de lampes admettraient nos culots de lampes minima.
		4	ne les admettraient pas.

En résumé, sur 35 + 27 = 62 échantillons, il y en aurait 17 + 23 = 40 échantillons, soit 65 pour 100 auxquels le système que nous proposons conviendrait à tous les points de vue, et 18 + 4 = 22 échantillons, soit 35 pour 100 auxquels le système que nous proposons ne conviendrait pas, pour une cause quelconque : diamètres, ou pas, ou forme du filet.

Nous pouvons remarquer que les culots de lampes du système proposé donneraient satisfaction à 25 sur 27 échantillons de supports de lampes en notre possession et, en conséquence, nos culots de lampes donneraient satisfaction à 85 p. 100 des supports de lampes examinés, mais non à la totalité.

Bien que ces différences soient peu sensibles, nous avons voulu nous rendre compte, pour le système que nous proposons, de l'influence que ces différences pourraient avoir.

Nous avons donc construit des modèles de filetages proposés, mâle et femelle pour chacun des types de 36, 24, 12 et 8 mm, maxima et minima pour chacun des mâles et femelles. Nous avons en outre donné à ces modèles le pas et la forme du filet que nous avons déterminés, ainsi que les longueurs exactes des parties filetées, hauteur de la chemise au-dessus du contact, hauteur du talon du culot de lampe ; en un mot toutes les dimensions maxima et minima que nous avons proposées.

La comparaison du système proposé avec les échantillons en notre possession devient ainsi très facile et, de plus, il devient possible de se rendre exactement compte de l'importance pour les cas les plus extrêmes des jeux et tolérances que nous avons déterminés.

Enfin, les comparaisons pourront être faites instantanément avec tous les échantillons qui pourraient nous être soumis par la suite.

En comparant, à l'aide de nos modèles, toutes les données proposées avec les échantillons qui nous ont été confiés, nous constatons que :

IX. — **Conclusion (Tableau G).** — Nous avons l'honneur de proposer à la Commission d'adopter le système caractérisé par les données suivantes :

Les types désignés sous le nom de types à vis Edison sont actuellement au nombre de quatre qui se distinguent entre eux :

Soit par le diamètre approximatif à fond de filet des culots de lampes et sur le filet des supports de lampes, donnant ainsi :

Les types Edison de : 36 mm, 24 mm, 12 mm, 8 mm.

Soit par le diamètre moyen, en pouces, pris sur le milieu de la profondeur du filet des culots de lampes, donnant ainsi :

Digitized by Google

échantillons s'écartent plus ou moins des prescriptions.

Sur 11 échantillons du type	36 mm	4 satisfont au système britannique.	
		1 satisfait aux 2 systèmes, britannique et américain.	
id. 8 id.	id. 24 mm	1 id. au système américain.	
id. 5 id.	id. 12 mm	aucun ne satisfait à un système quelconque.	
id. 3 id.	id. 8 mm	aucun ne satisfait à un système quelconque.	

Donc sur 27 échantillons de supports de lampes, 6, c'est-à-dire un peu plus de 22 pour 100, peuvent être considérés, au point de vue des diamètres, comme rentrant dans un des systèmes précédemment décrits. Les 21 autres échantillons ne donnent satisfaction à aucune des prescriptions en vigueur.

Au total, nous voyons que sur 35 + 27 = 62 échantillons observés, 7 + 6 = 13, soit 21 pour 100, sont conformes aux prescriptions d'un des systèmes précédemment décrits.

En général, les culots de lampes qui s'écartent des prescriptions ont des diamètres trop petits ou des filetages trop peu profonds. Les supports de lampes ont au contraire des diamètres trop grands et aussi des filets trop peu marqués.

Nous remarquons que la presque totalité des échantillons non conformes vissent plus ou moins l'un sur l'autre, mais souvent les jeux sont vraiment exagérés.

Si nous recherchons maintenant parmi les échantillons satisfaisant à un système, quels sont les systèmes les plus observés, nous arrivons aux conclusions suivantes :

Pour les culots de lampes :

Le système britannique est observé	dans..		3 cas
id.	C. G. E.	id. ..	3 id.
id.	V. D. E.	id. ..	3 id.
id.	Union des Syndicats	..	2 id.
id.	américain	id. ..	1 id.

Pour les supports de lampes :

Le système britannique est observé	dans..		5 cas
id.	américain	id. ..	2 id.
		Soit..	19 cas

sur les 62 échantillons observés.

Tous les cas en faveur du système britannique concernent le type de 36 mm, ce sont au total les plus

Au sujet des supports de lampes, la comparaison des diamètres donne les résultats suivants :

Sur 4 échantillons, culot de lampe	36 mm	4		entreraient dans nos supports maxima.
id. 12 id.	24 mm	10		id.
			2	ont un diamètre d_1 trop grand.
id. 10 id.	12 mm	6		entreraient dans nos supports maxima.
			4	ont un diamètre d_1 trop grand.
id. 9 id.	8 mm	2		entreraient dans nos supports maxima.
			7	ont un diamètre d_1 trop grand.
Sur 35 échantillons, il y a donc		22		échantillons de lampes entrant dans nos supports maxima.
			13	échantillons de lampes n'y entrant pas.
D'autre part :				
Sur 11 échantillons supp. de lampe	36 mm	9		admettraient nos culots de lampes minima.
			2	ont un diamètre D_3 trop petit.
id. 8 id.	24 mm	8		admettraient nos culots de lampes minima.
id. 5 id.	12 mm	5		id.
id. 3 id.	8 mm	2		id.
			1	serait trop grand et traverserait sans visser.
Sur 27 échantillons, il y a donc		24		échantillons de supports admettant nos culots de lampes min.
			3	id. ne les admettant pas.

nombreux, et nous n'en sommes pas étonné connaissant les jeux et tolérances relativement considérables de ce système. Nous avons du reste, au moment de son examen, signalé les inconvénients que cette manière de voir semblait pouvoir amener.

Comme, d'autre part, les systèmes respectés ne sont pas toujours absolument ceux qu'on s'attendait à constater, nous sommes tenté d'attribuer une partie des autres cas au hasard, ce qui semble indiquer qu'en général, sur les échantillons examinés, les données des différents systèmes sont peu observées.

Enfin, nous pensons pouvoir remarquer une tendance à faire des petits culots de lampes, d'une part, et de trop grands supports, d'autre part.

De plus, nous croyons constater l'habitude de faire des filets peu prononcés et peu profonds, sans doute pour pouvoir employer du laiton de qualité plus ordinaire, ou diminuer les opérations de recuit.

Ces deux causes d'erreur, en s'ajoutant, s'exercent fâcheusement au détriment de l'adhésion mécanique et du contact électrique qui demeurent toujours le seul but de tout filetage.

Nous espérons avoir montré que le système proposé ramènerait ces deux éléments à de plus justes proportions.

Examinons maintenant comment nos propositions se présenteraient devant les échantillons examinés.

Ainsi que nous l'avons déjà exposé, et usant du droit que nous avons d'utiliser les tolérances que nous avons prévues, nous allons comparer avec les échantillons les culots de lampes minima et les supports de lampes maxima dont nous avons proposé les dimensions.

En ne considérant que les diamètres, nous constatons que :

Digitized by Google

En résumé, sur 35 + 27 = 62 échantillons, il y en aurait 22 + 24 = 46, soit 74 pour 100 auxquels le système que nous proposons conviendrait au point de vue des diamètres, et 13 + 3 = 16 échantillons, soit 26 pour 100 auxquels le système que nous proposons ne conviendrait pas au point de vue des diamètres.

En résumé, nous constatons un certain manque de concordance que nous attribuons à deux causes.

1° A l'absence presque entière de calibres officiels de vérification, et au manque de précision et de fini des quelques calibres vendus dans le commerce.

2° Au manque de régularité et au défaut de proportions des diverses dimensions imposées pour chaque type.

Tous les systèmes présentent des exceptions si diverses qu'ils peuvent arriver à paraître découler d'inexplicables caprices, ou résulter de la consécration d'erreurs de pratique, que chacun, avec les meilleures intentions, s'est efforcé de redresser par endroit, augmentant ainsi la confusion.

VIII. — **Modèles en laiton des filetages du système proposé.** — Nous avons dit que, sur 62 échantillons, 30 ont des pas légèrement différents que ceux que nous proposons.

Bien que ces différences soient peu sensibles, nous avons voulu nous rendre compte, pour le système que nous proposons, de l'influence que ces différences pourraient avoir.

Nous avons donc construit des modèles de filetages proposés, mâle et femelle pour chacun des types de 36, 24, 12 et 8 mm, maxima et minima pour chacun des mâles et femelles. Nous avons en outre donné à ces modèles le pas et la forme du filet que nous avons déterminés, ainsi que les longueurs exactes des parties filetées, hauteur de la chemise au-dessus du contact, hauteur du talon du culot de lampe ; en un mot toutes les dimensions maxima et minima que nous avons proposées.

La comparaison du système proposé avec les échantillons en notre possession devient ainsi très facile et, de plus, il devient possible de se rendre exactement compte de l'importance pour les cas les plus extrêmes des jeux et tolérances que nous avons déterminés.

Enfin, les comparaisons pourront être faites instantanément avec tous les échantillons qui pourraient nous être soumis par la suite.

En comparant, à l'aide de nos modèles, toutes les données proposées avec les échantillons qui nous ont été confiés, nous constatons que :

Sur 4 échantillons culot de lampe, 36 mm	4		entreraient dans nos supports maxima.
id. 12 id. 24 mm	10		id.
		2	n'entreraient pas.
id. 10 id. 12 mm	2		entreraient dans nos supports maxima.
		8	n'entreraient pas.
id. 9 id. 8 mm	1		entreraient dans nos supports maxima.
		8	n'entreraient pas.
Sur 35 échantillons, il y a donc.....	17		échantillons culots de lampes entrant dans nos supports maxima.
		18	échantillons de culots de lampes n'y entrant pas.

D'autre part :

Sur 11 échantillons supp. de lampe 36 mm	8		admettraient nos culots de lampes minima.
		3	ne les admettraient pas.
id. 8 id. 24 mm	8		admettraient nos culots de lampes minima.
id. 5 id. 12 mm	5		id.
id. 3 id. 8 mm	2		id.
		1	serait trop grand et traverserait sans visser.
Sur 27 échantillons.....	23		échantillons de supports de lampes admettraient nos culots de lampes minima.
		4	ne les admettraient pas.

En résumé, sur 35 + 27 = 62 échantillons, il y en aurait 17 + 23 = 40 échantillons, soit 65 pour 100 auxquels le système que nous proposons conviendrait à tous les points de vue, et 18 + 4 = 22 échantillons, soit 35 pour 100 auxquels le système que nous proposons ne conviendrait pas, pour une cause quelconque : diamètres, ou pas, ou forme du filet.

Nous pouvons remarquer que les culots de lampes du système proposé donneraient satisfaction à 25 sur 27 échantillons de supports de lampes en notre possession et, en conséquence, nos culots de lampes donneraient satisfaction à 85 p. 100 des supports de lampes examinés, mais non à la totalité.

IX. — **Conclusion (Tableau G).** — Nous avons l'honneur de proposer à la Commission d'adopter le système caractérisé par les données suivantes :

Les types désignés sous le nom de types à vis Edison sont actuellement au nombre de quatre qui se distinguent entre eux :

Soit par le diamètre approximatif à fond de filet des culots de lampes et sur le filet des supports de lampes, donnant ainsi :

Les types Edison de : 36 mm, 24 mm, 12 mm, 8 mm.

Soit par le diamètre moyen, en pouces, pris sur le milieu de la profondeur du filet des culots de lampes, donnant ainsi :

Digitized by Google

Les types Edison de : 1 pouce 1/2, 1 pouce, 1/2 pouce, 1/3 pouce.

De préférence, nous proposerions d'adopter les premières appellations en millimètres.

Le filet est cylindrique et la forme du filet est déterminée par deux arcs de cercle égaux se raccordant entre eux par tangence.

Le rayon de ces arcs est égal aux $\frac{17}{60}$ du pas, ou 0,2833 P.

La profondeur du filet sur le rayon est les $\frac{3}{10}$ du pas, ou, 0, 3 P.

Les pas sont des subdivisions du pouce anglais de 25,4 mm, le nombre de filets étant exprimé par des nombres entiers.

Les pas ont actuellement les valeurs de : 4, 7, 9, 14 filets par pouce, soit en millimètres, environ 6,35, 3,628, 2,822, 1,814 mm.

Les diamètres sont dérivés d'un diamètre K, passant au milieu de la profondeur du filet maximum du culot de lampe. Ce diamètre est la base de ce type de filetage.

Ce diamètre K est également un multiple ou un sous-multiple du pouce anglais de 25,4 mm, il est fixé à 1 1/2, 1, 1/2 et 1/3 de pouce.

Les diamètres des supports de lampes sont plus grands que les diamètres des culots de lampes d'un jeu égal au 1/30 du pas sur le diamètre, ou 0,0333 P.

Les tolérances sur le diamètre, prévues sur les filets et sur les fonds de filets sont en moins pour les culots de lampes et en plus pour les supports de lampes, elles sont égales au 1/10 du pas ou 0,1 P.

Par suite, les diamètres peuvent tous se rapporter au diamètre moyen K pris comme base, et ils sont exprimés par les relations suivantes:

Culots de lampes.

d_l max. $= K - \frac{3P}{10}$ ou $K - 0{,}3P$.

d_l min. $= K - \frac{4P}{10}$ ou $K - 0{,}4P$.

D_l max. $= K + \frac{3P}{10}$ ou $K + 0{,}3P$,

D_l min. $= K + \frac{2P}{10}$ ou $K + 0{,}2P$.

Supports de lampes.

d_s max. $= K - \frac{P}{6}$ ou $K - 0{,}166\ldots P$.

d_s min. $= K - \frac{4P}{15}$ ou $K - 0{,}266\ldots P$.

D_s max. $= K + \frac{13P}{30}$ ou $K + 0{,}433\ldots P$.

D_s min. $= K + \frac{P}{3}$ ou $K + 0{,}333\ldots P$.

Les longueurs des parties filetées seront telles qu'il y ait toujours au moins trois filets en prise, le talon du culot de lampe devant en outre toujours buter sur le fond du support de lampe.

Nous avons récapitulé dans le tableau G et la figure 9

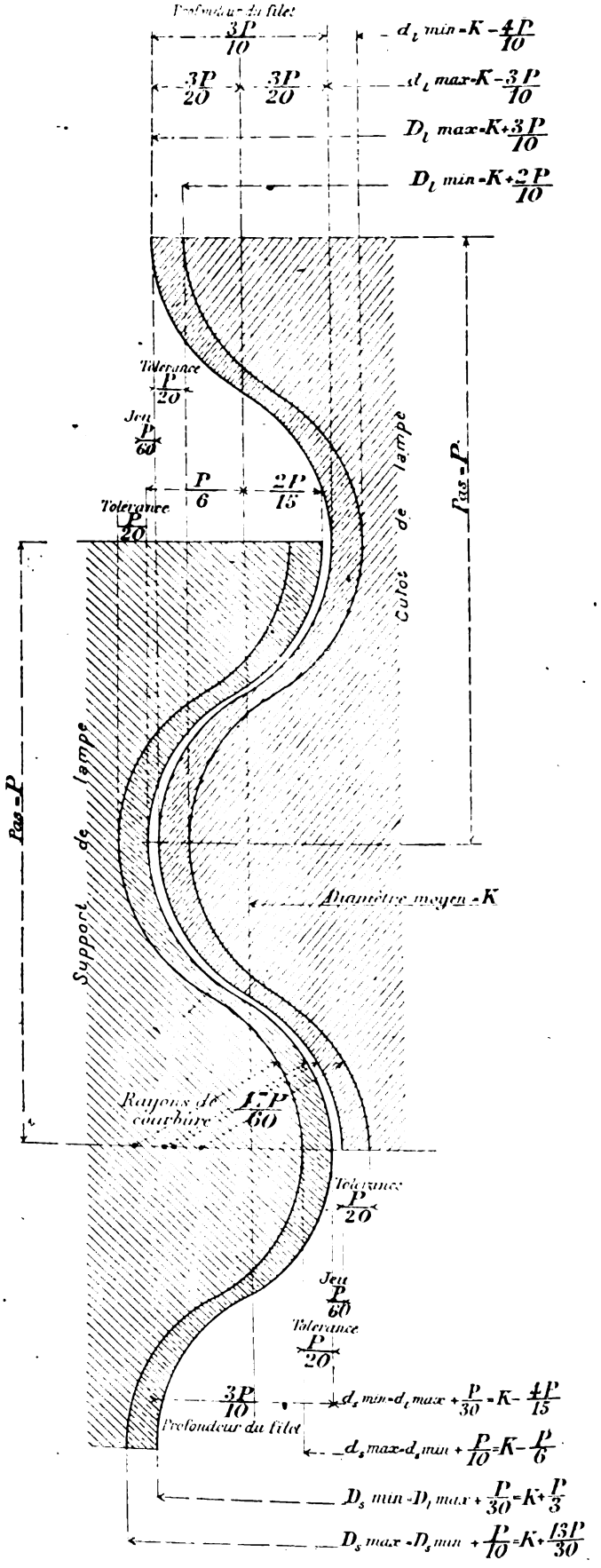


Fig. 9. — Profil.

Digitized by Google

TABLEAU G. — *Système proposé.*

SYMBOLES	DÉSIGNATIONS	TYPE GOLIATH — TYPE 36 mm — TYPE 1 1/2		TYPE COURANT — TYPE 24 mm — TYPE 1		TYPE RÉDUIT — TYPE 12 mm — TYPE 1/2		TYPE MIGNONNETTE — TYPE 8 mm — TYPE 1/3	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
	Culots de lampes.								
d_l	Diamètre au fond du filetage	35,56	36,19	23,95	24,31	11,57	11,85	7,74	7,92
D_l	Diamètre sur le filetage	39,37	40,00	26,13	26,49	13,26	13,54	8,83	9,01
C_l	Longueur de la partie filetée..	26		14		11		8	
A_l	Hauteur du talon.....	8	9	7	8	3,5	4,5	1,8	2,3
	Pas	6,350 = 4 pas par"		3,628 = 7 pas par"		2,822 = 9 pas par"		1,814 = 14 pas par"	
	Supports de lampes.								
d_s	Diamètre sur le filetage	36,41	37,04	24,43	24,79	11,95	12,23	7,98	8,16
D_s	Diamètre au fond du filetage.	40,22	40,85	26,61	26,97	13,64	13,92	9,07	9,25
C_s	Longueur de la partie filetée..	27		15		12		8,5	
B_s	Hauteur de la chemise au-dessus du contact	29	32	18	20	12,5	14	9	9,5
	Pas	6,350 = 4 pas par"		3,628 = 7 pas par"		2,822 = 9 pas par"		1,814 = 14 pas par"	

DIAMÈTRES MOYENS K	PAS P	SUR LE RAYON — Profondeur du filet $\frac{3P}{10}$	SUR LE RAYON — Jeu $\frac{P}{60}$	SUR LE RAYON — Tolérance $\frac{P}{20}$	SUR LE DIAMÈTRE — Profondeur du filet $\frac{3P}{5}$	SUR LE DIAMÈTRE — Jeux $\frac{P}{30}$	SUR LE DIAMÈTRE — Tolérances $\frac{P}{10}$	Rayon de courbure $\frac{17P}{60}$
$1\frac{1}{2}$" = 38,1 mm	4 pas par pouce = 6,350 mm	1,905	0,106	0,318	3,810	0,212	0,635	1,799
1" = 25,4 mm	7 id. = 3,628 mm	1,088	0,060	0,181	2,177	0,121	0,363	1,028
$\frac{1}{2}$" = 12,7 mm	9 id. = 2,822 mm	0,847	0,047	0,141	1,693	0,094	0,282	0,800
$\frac{1}{3}$" = 8,467 mm	14 id. = 1,814 mm	0,544	0,030	0,091	1,088	0,060	0,181	0,514

toutes les dimensions et tracés des filetages type Edison, déterminés suivant les règles ci-dessus.

Tout type inférieur, supérieur ou intermédiaire à venir sera déterminé par ces mêmes règles, le diamètre K et le pas étant exprimés en fonction du pouce anglais.

Par exemple, la série des filetages Edison pourrait être complétée ainsi :

Diamètres..... 1/4 1/3 1/2 3/4 1 1 1/4 1 1/2 pouce.
Nombre des filets au pouce..... 18 14 9 8 7 5 4

La progression ainsi obtenue est figurée par le diagramme ci-dessus (fig. 10).

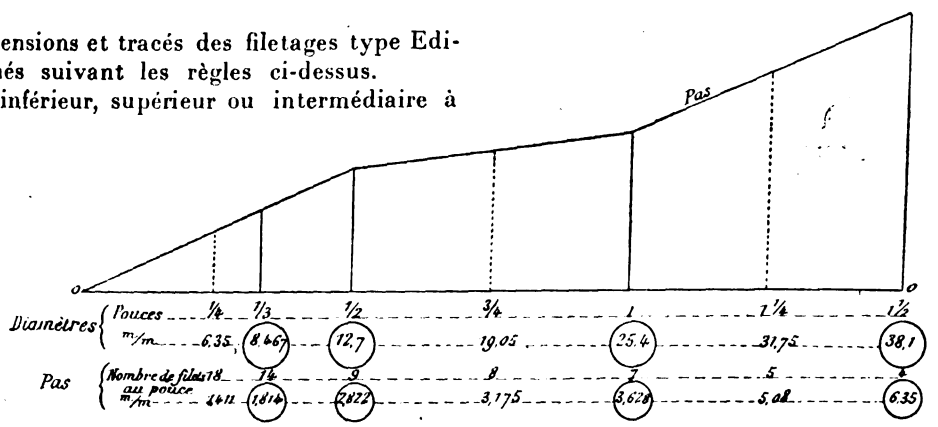


Fig. 10.

Digitized by Google

Toutes les dimensions ainsi déterminées sont très voisines de celles fixées par les systèmes de l'Union des Syndicats C. G. E. et V. D. E.

La ressemblance avec le système V. D. E. serait un important facteur nous permettant de supplanter, dans les pays ayant déjà subi l'envahissement économique, les importations d'outre-Rhin au profit de nos importations. Cette circonstance avait déjà préoccupé l'Union des Syndicats, puisque son système avait pour but de s'adapter aux objets importés pour pouvoir s'y substituer plus facilement dans l'avenir.

En outre, les dimensions dérivées du pouce anglais faciliteraient beaucoup l'emploi du système proposé dans les nombreux pays où les mesures anglaises sont en vigueur.

(*A suivre.*) Ch. ZETTER.

Note sur le déphasage dans les réseaux

La question du déphasage excessif qui se manifeste sur les grands réseaux de distribution d'énergie électrique préoccupe depuis longtemps l'Union des Syndicats de l'Electricité, qui a constitué, dès le mois d'avril 1917, une commission spéciale pour en faire l'étude. Bien que les travaux de cette commission ne soient pas entièrement terminés, ils sont suffisamment avancés pour qu'une première conclusion s'en dégage, c'est qu'il est équitable de faire payer aux abonnés l'énergie réactive dont ils nécessitent la production et le transport, à un tarif inférieur à celui de l'énergie active. Cette solution est immédiatement applicable dans les cas les plus intéressants : d'une part, en effet, les cahiers des charges existants ne mettent aucun obstacle à ce que des conventions de ce genre soient passées avec les abonnés auxquels l'énergie est fournie à un prix inférieur au tarif maximum du cahier des charges ; d'autre part, les constructeurs sont prêts à livrer, dès à présent, des compteurs d'énergie réactive. Il a paru intéressant, dans ces conditions, de donner quelques explications aux abonnés qu'il y a lieu de saisir d'une matière peut-être un peu nouvelle pour certains d'entre eux. C'est le but de la brève note qui suit [1].

L'énergie électrique, comme toute espèce d'énergie, peut être assimilée à l'énergie mécanique, c'est-à-dire au travail.

Le travail qu'il faut dépenser pour élever un poids est égal au produit de ce poids par le déplacement *vertical* qu'on lui imprime. C'est ce travail qu'on doit payer dans le fonctionnement d'un ascenseur, d'un monte-charge, etc. Le déplacement *horizontal* d'un corps pesant s'effectue théoriquement sans travail, sans énergie. Est-ce à dire cependant que ce déplacement doit être absolument gratuit ? Évidemment non.

Prenons l'exemple d'un pont roulant : il est évident que la grosse dépense d'énergie sera dans l'élévation verticale du poids ; mais le déplacement *horizontal* du pont sur son chemin de roulement entraînera certains frottements, donc une dépense *indirecte* d'énergie ; bien plus, si on devait se contenter d'un déplacement vertical, un simple treuil suffirait ; si l'on veut, en plus, avoir la possibilité d'un déplacement horizontal, il faut compliquer l'installation, donc engager un plus fort capital, qu'il sera nécessaire de rétribuer.

Ainsi, on commettrait une erreur de théoricien pur en disant que le déplacement horizontal doit être gratuit. Évidemment, pour un kilogramme déplacé de 1 m horizontalement, on devra payer moins que pour un kilogramme déplacé de 1 m verticalement, mais on devra payer quelque chose : c'est là une question de tarif bien organisé.

Nous appellerons énergie active le produit du poids P par le déplacement vertical A B ; et énergie réactive le produit du poids par le déplacement *horizontal* B C ; si on donne au poids un déplacement oblique A C qui fasse un angle φ avec la verticale, nous dirons que, dans ce déplacement, on dépense une énergie active $P \times$ A B et une énergie réactive $P \times$ B C ; comme B C = A B tg φ, on a évidemment :

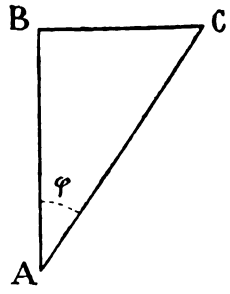


Fig. 1.

Énergie réactive = énergie active $\times$ tg φ.

Si A est le prix de l'unité d'énergie active et B le prix de l'unité d'énergie réactive, le prix à payer pour le déplacement A C sera $A \times P \times$ A B $+ B \times P \times$ B C $= P \times$ A B $(A + B$ tg $\varphi) =$ énergie active $\times (A + B$ tg $\varphi)$.

Au lieu de payer A francs le prix de l'unité d'énergie active, on devra donc, pour tenir compte du déplacement horizontal, le payer $(A + B$ tg $\varphi)$ francs.

Il reviendrait exactement au même de ne pas changer le prix de l'unité d'énergie, mais d'employer des compteurs spéciaux qui majoreraient l'énergie vraie dépensée dans le rapport de 1 à $1 + \frac{B}{A}$ tg φ.

Mais il paraît préférable, pour se bien rendre compte de

[1] Cette note a été tirée à un très grand nombre d'exemplaires ; les personnes qui la désireraient ou les sociétés qui voudraient la distribuer à leur personnel ou à leurs abonnés pourront en avoir autant d'exemplaires qu'elles le voudront en s'adressant à l'un des syndicats de l'électricité ou à *l'Union des Syndicats de l'Électricité*, rue de Madrid, 7, Paris.

Digitized by Google

ce que l'on fait, d'enregistrer séparément l'énergie active et l'énergie réactive, ce qui peut se réaliser sans difficulté.

Les mêmes considérations, en changeant convenablement les termes du problème, se retrouvent en électricité. Les lampes n'absorbent guère que de l'énergie active ou vraie ; rien n'est donc plus simple que la tarification de l'énergie qu'elles consomment. Mais les moteurs et les transformateurs absorbent, outre l'énergie active que, aux pertes près, on recueille sur l'arbre des moteurs, une énergie réactive non marquée aux compteurs usuels, qui sert à l'excitation et est, par conséquent, indispensable au fonctionnement, et qui est d'autant plus grande, proportionnellement, que le moteur fonctionne à plus faible charge.

Il est donc juste de faire payer quelque chose pour cette énergie réactive, qui, pour des raisons analogues à celles que nous avons développées dans l'exemple mécanique, grève lourdement les installations de distribution électrique. Cette manière de faire, réduisant les frais généraux, permettra de diminuer légèrement le prix du kilowatt-heure pour les abonnés qui n'utilisent pas d'énergie réactive ; quant à ceux qui emploieront de l'énergie réactive, les uns, ceux qui ont un faible déphasage, profiteront en partie de cette diminution ; les autres verront, ce qui n'est que juste, augmenter légèrement le prix du kilowatt-heure dans la proportion de A à $A + B \operatorname{tg} \varphi$, φ étant ce que les électriciens appellent le déphasage de l'installation. Mais ils pourront toujours réduire, dans de grandes proportions, cette majoration :

1° En s'appliquant à proportionner exactement les moteurs installés à la puissance qu'ils doivent fournir ; c'est-à-dire à ne pas installer inutilement des moteurs trop gros pour l'usage auxquels ils sont destinés ;

2° En évitant autant que possible que ces moteurs ne fonctionnent à faible charge ;

3° En coupant le courant dès que ces moteurs tournent à vide ;

4° En choisissant des types de moteurs d'une construction soignée, ce qui est d'ailleurs avantageux à tous égards ;

5° En employant l'un des divers procédés de compensation du déphasage qui sont dès à présent entrés dans la pratique courante.

Il pourrait arriver que l'emploi, poussé trop loin, de ces procédés de compensation amène le déphasage à être négatif, et que l'abonné puisse recevoir de l'argent du distributeur, au lieu de lui en verser pour l'énergie qu'il lui prend.

Ce résultat sera facilement évité en empêchant, par un des procédés usuels, les compteurs d'énergie réactive de marcher à l'envers.

Certains contrats très spéciaux pourront prévoir, à des conditions particulières, la fourniture d'énergie réactive négative.

Revues, analyses et informations

Utilisation des courants alternatifs industriels dans les bureaux télégraphiques (1).

Les difficultés que l'on éprouve depuis la guerre à se procurer des piles, à cause du manque de verrerie et aussi de la rareté de certaines matières comme le bioxyde de manganèse ou le sulfate de cuivre, ont conduit à envisager l'utilisation des courants industriels dans les bureaux télégraphiques pour remplacer les piles.

L'utilisation directe des courants industriels, sans aucun dispositif intermédiaire entre le secteur et les appareils télégraphiques, n'est possible que dans le cas des réseaux de distribution de courants continus à plusieurs fils (3 ou 5) sous des tensions constantes supérieures à 110 v, sur lesquels le fil neutre, ou fil compensateur, est à la terre, et sur lesquels le service est assuré d'une façon permanente, de sorte que l'énergie ne saurait en aucun cas manquer dans la salle des transmissions télégraphiques.

Lorsque la distribution de courant continu ne se fait pas par plusieurs fils avec neutre à la terre et sous des tensions immédiatement utilisables pour le télégraphe, il faut avoir recours à un intermédiaire capable d'emmagasiner l'énergie du réseau industriel de distribution électrique et de la restituer sous une forme convenable au bureau électrique.

L'intermédiaire tout indiqué est l'accumulateur électrique, dont le prix a augmenté depuis la guerre, mais qui heureusement ne manque pas actuellement sur le marché.

Lorsque la distribution d'énergie est faite sous forme de courants alternatifs, un second intermédiaire devient nécessaire : c'est un redresseur, c'est-à-dire un appareil capable de transformer du courant alternatif en courant continu.

Il en existe de différents genres ; si l'on ne considère que ceux qui sont d'une application véritablement industrielle et mettent en jeu une quantité appréciable d'énergie par unité de temps, on peut les classer en trois catégories : 1° les appareils rotatifs ; 2° les appareils électromagnétiques à trembleur. Chacun de ces dispositifs fait l'objet d'une étude spéciale, dont les conclusions sont les suivantes :

Parmi les appareils rotatifs, les *commutatrices* conviennent pour les réseaux de fréquence moyenne. Leur marche est d'autant plus stable et les crachements aux balais d'autant plus rares que les machines ont plus de phases. Aussi les commutatrices triphasées ou hexaphasées sont-elles les plus répandues. Le *groupe moteur-générateur* fonctionne bien, mais comme il comporte deux machines, son prix d'achat est élevé et son rendement (égal au produit des rendements des deux machines) est médiocre et inférieur à chacun de ces rendements individuels (puisque le rendement d'une machine s'exprime toujours par un nombre compris entre 0 et 1). Les *permutatrices* n'ont pas donné jusqu'ici de bons résultats industriels.

(1) Service d'études et de recherches techniques de l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1918, p. 339-356, 5 800 mots, 5 fig.

Digitized by Google

Les soupapes électriques se divisent en trois catégories : les soupapes électrolytiques, les convertisseurs à vapeur de mercure et les valves ou tubes à vide. L'entretien des *soupapes Nodon* consiste surtout à surveiller le degré de concentration de l'électrolyte afin qu'il ne s'écarte pas sensiblement de sa valeur normale. Ces soupapes fonctionnent d'une façon satisfaisante lorsqu'on prend soin de limiter l'intensité du courant qui les traverse à une valeur telle que la soupape ne devienne jamais chaude. Les *convertisseurs à vapeur de mercure* conviennent parfaitement pour de fortes puissances utilisées sous des tensions élevées, avec un débit ne descendant jamais au-dessous de 2 à 3 A ; pour les petites puissances ils présentent l'inconvénient d'exiger un débit minimum, de sorte que, lorsque la charge est très variable et susceptible même de s'annuler (cas du télégraphe), il est nécessaire d'employer un shunt permanent si l'on veut que l'ampoule ne s'éteigne jamais et que la source de courant redressé soit à tout moment utilisable. Le rendement s'en ressent un peu. Mais dans le cas des petites puissances le rendement a généralement peu d'importance et les facilités de fonctionnement et d'entretien sont prépondérantes. A ce point de vue, le convertisseur à vapeur de mercure purement statique, silencieux, facile à mettre en marche et à arrêter, fonctionnant aussi bien à toutes les fréquences et ne demandant aucun entretien, présente bien des avantages. Les *valves* du genre « tungar » conviendraient parfaitement aux installations télégraphiques ; malheureusement elles ne sont pas encore très répandues sur le marché et il est assez difficile de s'en procurer.

Les *appareils électromagnétiques à trembleur* peuvent également servir à charger des accumulateurs à l'aide du courant alternatif et conviennent parfaitement pour les puissances que l'on rencontre dans les installations télégraphiques.

Des commutatrices et des groupes moteur-générateur fonctionnent déjà dans divers centres importants, tels que Paris, Marseille, etc. ; l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones vient de décider d'installer, à titre d'essai, des convertisseurs à vapeur de mercure à Moulins (triphasé à 4 fils, 115 v entre chaque phase et le fil neutre, 50 p:sec) ; d'autres dispositifs seront expérimentés ultérieurement.

Notes pratiques

Modèle de fusible enfermé (1). — Ce type est très employé en Amérique pour la protection des transformateurs et pour des tensions de 11 à 22 kv. La figure ci-contre en donne les détails de construction.

Il consiste en un tube de verre de 19 mm de diamètre extérieur, et 43,2 cm de longueur et d'une épaisseur de 3,2 mm. Les extrémités en sont fermées par des bouchons de liège percés suivant leur axe. Le fusible est un fil d'aluminium que l'on introduit dans le tube par les trous des bouchons et que l'on enroule autour de l'extrémité verticale d'un ressort en hélice formé de fils de laiton de 2 mm de diamètre ; on soude le joint si l'on dispose d'une bonne soudure pour l'aluminium, mais le plus souvent on le recouvre de compound pour le protéger contre les corrosions. L'hélice remplace avantageusement les capuchons massifs, car elle exige moins de matière, est d'une construction plus simple, enfin se place ou s'enlève facilement. On remarque, sur la figure, que le fil d'aluminium est tordu à ses deux extrémités sur une longueur de 6 cm. Ce doublement de la section augmente la conductibilité dans les parties où les contacts laissent à désirer ; par ce moyen, aussi, on reporte, vers le milieu du tube, la portion du fil qui doit fondre.

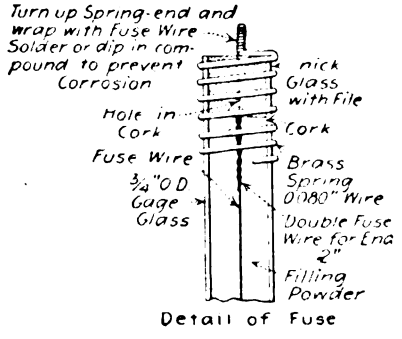


Fig. 1. — Installation et détails de construction d'un fusible enfermé pour courant alternatif simple.

Turn up Spring-end, etc., vers le milieu du tube, soulever l'extrémité du ressort, enrouler le fil fusible, souder ou recouvrir de compound pour éviter la corrosion ; Hole in Cork, trou dans le bouton ; Fuse Wire, fil fusible ; 3 4" O. D. Gage glass, tube de verre 19 mm de diamètre ; Nick glass with file, entailler le verre à la lime ; Cork, bouchon ; Brass spring 0,08" Wire, ressort en fil de laiton de 2 mm de diamètre ; Double Fuse Wire for End 2", doubler les extrémités du fil fusible sur 5 cm ; Filling powder, bourrage.

(1) *Electrical World*, 13 avril 1918, t. LXXI, p 765.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

De quelques matières premières nécessaires à l'industrie électrique : le tungstène.

L'auteur commence par le tungstène la monographie de diverses matières employées en électricité. Il passe en revue les diverses dénominations du métal et de ses minerais. Il signale les divers gisements de ceux-ci, les procédés d'extraction sur place et de traitement métallurgique à l'usine. Il indique les divers emplois du tungstène dans l'industrie, les principaux marchés et cours, l'avenir du minerai pour l'après-guerre, et un aperçu bibliographique.

Parmi les nombreuses matières premières qu'emploie l'industrie électrique, nous citerons entre autres : le tungstène ou wolfram, le mica, le caoutchouc, la gutta-percha, etc.

Nous nous occuperons dans le présent article du *tungstène* seulement.

Dénominations. — Ce métal, dit « spécial », s'était d'abord appelé « scheelin » ou « scheelium », du nom de son découvreur, en 1782, le grand chimiste suédois, Scheele.

Mais le nom le plus répandu de ce métal est celui de « tungstène », tiré d'un mot suédois signifiant « pierre pesante ». Un autre nom, qui s'applique plutôt au minerai qu'au métal, lui a été donné par les savants allemands, « wolfram », du nom d'un personnage de la guerre de la Wartburg et du prénom du poète von Eschenbach.

Le minerai de wolfram est un tungstate de fer et de manganèse : il y en a diverses modifications variant selon les proportions relatives du fer et du manganèse que contiennent ces minerais. Le wolfram est extrêmement dense, ayant un poids spécifique de 6 et 7 ; l'étain qui y est agrégé est également très dense.

Le groupe du wolfram, d'après le professeur A. Lacroix, comprend trois minéraux :

La ferbérite : $3\ TuO^4$, $(Fe, Mn)^4$;

Le wolfram : $(Fe\ Mn)\ TuO^4$, satellite de la cassitérite, qui se trouve dans les filons wolframifères et stannifères, dans les pegmatites et dans les alluvions.

L'hübnérite $TuO^4\ Mn$ (tungstate manganeux), qui se trouve dans les filons quartzeux et dans les gisements manganésifères.

La « wolframine » est l'acide tungstique que l'on trouve dans les gîtes de wolfram. Le « tungstate » est un sel dérivant de l'acide tungstique.

Le nom du chimiste suédois s'est conservé dans les minerais de « schéelite » ($Tu\,O^4\,Ca$) ou tungstate naturel de chaux et de « schéelitine », ou tungstate naturel de plomb. Quoique ce soit un minéral surtout de filons wolframifères et stannifères, on le trouve aussi dans les pegmatites, dans des filons spéciaux, dans des filons ferrifères et dans les fentes de diverses roches.

Il se distingue :

De la « tungstite », qui est un produit d'altération du wolfram. Elle forme dans les gisements de ce minéral des enduits terreux jaunes.

De la meymacite, minéral généralement très impur, d'après les analyses d'Ad. Carnot (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1874, t. LXXIX, p. 638). C'est cependant, d'après A. Lacroix (t. III p. 314,), de l'acide tungstique hydraté, considéré comme opale de la tungstite.

De la « cuprotungstite » (TuO^2Cu) ou « cuproschéelite » $TuO^4\ (Ca\ Cu)$.

De la « powellite » $(TuO^4\ Mo)\ Ca$.

De la « stolzite » TuO^4Pb.

De la « reinite », TuO^4Fe.

Description ou nature du minerai. — Le wolfram est souvent associé aux minerais d'étain. On le trouve très souvent à proximité des formations stannifères, dans des filons quartzifères. Il est alors soit disséminé dans le quartz en petites masses irrégulières, soit en association avec du bismuth natif, de la pyrite, de la galène ou de la sphalérite. A l'état de tungstate de fer, de tungstate de manganèse (wolfram) ou de tungstate de calcium (schéelite), ce métal a un éclat métallique gris d'acier. Il est très dur, difficilement réductible, peu fusible, maintenant sa dureté à de hautes températures. La qualité essentielle du métal tungstène est sa pureté, c'est-à-dire l'absence de toute impureté délétère (telle que l'étain, le cuivre, le soufre, l'arsenic, le phosphore et le manganèse) susceptible d'occasionner la rupture de l'acier dans lequel il est incorporé en cours de fabrication ou de service.

Si les minerais bruts d'extraction ne contiennent généralement que 5 à 8 pour 100 d'anhydride tungstique, les concentrés, pour être de qualité marchande, doivent en tenir un minimum de 50 à 70 pour 100.

Les affinités chimiques du tungstène sont similaires à celles du molybdène, du chrome et même de l'uranium.

Digitized by Google

Principaux gisements de tungstène exploités actuellement dans le monde.

En Europe. — PORTUGAL. — Parmi les 198 concessions de mines de tungstène accordées par le gouvernement — dont 16 en 1913 — 40 exploitations attirent l'attention. Parmi celles-ci, on cite les suivantes : Borralha, la plus grande du Portugal, exporte sa production annuelle de 384 t, d'une teneur de 65 pour 100 d'acide tungstique; Teixugueiras, exportant sa production totale de 65 t à 65 pour 100; la Panasqueira, province de Beira Baixa, exportant sa production de 300 t à 65 pour 100. Cette mine, une des plus productives du Portugal (on en extrait 25 t par mois), est exploitée depuis 1898 et est actuellement la propriété de la maison Blackwell.

Minas de Chieira e Fiveda exportant 52 t à 65 pour 100; Cabeco do Seixo produisant 45,25 t et en exportant 35,25 t; — Capela do Senhor dos Aflitos produisant 40,5 t, dont 20,2 t exportées à 65 pour 100; — Montado da Adoria, exportant 15,9 t; Fonte do Seixo, exportant 11,5 t à 60 pour 100; — Codeceira e Vinheiros, Alvaredo e Rebordo Longo, et Monte da Fraga, exportant 9,18 t; — Vale do Milho et Gaviao, exportant chacune 1,85.

Il faut citer aussi; la riche mine de Braga, les propriétés de la Société des mines de tungstène (siège à Paris 27 rue Laffitte) qui produisent 400 t par an à 70 pour 100; — la concession Girod, près de la station de Guarda; — la concession Pinhel; la concession Louza; à Cabeco Piao il y a 6000 m² de quartz renfermant 25 kg de concentrés de tungstène au mètre carré.

Comme au Portugal le tungstène se trouve à fleur de terre, dans les carrières et dans les champs, les paysans avaient toute facilité pour faire depuis la présente guerre la contrebande individuelle de ce minerai. Mais les gouvernements alliés ont obtenu du gouvernement portugais qu'il intervienne sérieusement pour faire cesser ces abus.

La production en tonnes métriques du tungstène à 60 pour 100 d'acide tungstique a été la suivante pour les années :

1906.....	570 t	1915.....	1 400 t
1912.....	1 330	1916.....	1 600
1913.....	800	1917.....	1 200
1914.....	967		

Les chiffres des années 1915 et 1916 ne sont qu'approximatifs.

L'exportation du tungstène portugais se faisait avant-guerre principalement sur l'Allemagne, la France et l'Angleterre.

La loi portugaise du 5 juillet 1894 accorde les concessions de tungstène sous forme de cercles de 510 m, de rayon, dont le centre est indiqué. On doit demander l'espace intermédiaire entre les cercles.

Le service officiel de contrôle du gouvernement portugais des opérations relatives à l'achat et à l'exportation du minerai de tungstène établit chaque mois les cours officiels du minerai à Lisbonne. Ceux-ci sont actuellement par unité de Tu^3 à

50 %	en équivalent de monnaie portugaise, de francs.	95
51	id.	98
52	id.	101
53	id.	104
54	id.	107
55	id.	110
56	id.	112
57	id.	114
58	id.	116
59	id.	118
60	id.	120
61	id.	122
62	id.	124
63	id.	126
64	id.	128
65	id.	130
66	id.	132
67	id.	134
68	id.	136
69	id.	138
70	id.	140
71	id.	143
72	id.	145

ESPAGNE. — Les savants espagnols Juan et Fausto d'Elhuyar, de Vitoria, ont été des premiers à faire des recherches et analyses chimiques sur le minerai (voir leur étude « Analisis quimica del wolfram »); mais, si les deux frères furent les premiers à retirer l'acide tungstique du tungstène et à le réduire à l'état métallique, cependant les premières exploitations de tungstène en Espagne n'ont commencé qu'en 1903. Le tungstène et la schéelite y coexistent généralement dans de nombreux filons de quartz, au milieu de schistes et de granits. Les principaux gisements se trouvent à l'ouest, nord-ouest du pays, dans les provinces de :

Leon, district de Salamanca, à Barrueco pardo (découvert en 1907) : mines d'Atalaya 2ª, Colon, Union, Elsa, Mayo, Afuria y Urrutia, la Brasilena, Maria Concepcion à Saucelle (rive gauche du Douro) (Juandilla), à Navasfrias (Sin nombre) district de Zamora, à Zafara (Enriqueta, Paquita), — à Muga de Jayago (Dario).

Estremadura, district de Badajoz, au Valle de la Serena (Tres Amigos), à Campanario (San Agustin, San Fernando), à Oliva de Jerez (Virgen de Gracia).

Galicia, district de la Corua, à Lonsame (Fenicia et Pilara), district d'Orense à Ribadavia (Rara Eloisa), à Balborras, circonscription de Carballeda de Valdeorras, près de Casayo; il s'y trouve un groupe important de gisements, parmi lesquels ceux de la « Société anonyme des Mines de wolfram de Balboraz » au capital de 1 500 000 fr. avec siège social avant la guerre à Bruxelles.

District de Pontevedra, à Carbia (Sidon et Tiro), à Silleda (Angelita).

La teneur du minerai est peu élevée et de ce fait sa cote est assez basse.

Digitized by Google

La production en tonnes a été de :

1905	375 t	1913	84 t
1906	200	1914	511
1912	150	1915	169

Une société anglaise se rend acquéreur des quatre cinquièmes de l'exportation totale de tungstène espagnol qu'elle dirige sur l'Angleterre. Récemment, a été organisé en Espagne un service d'accaparement du tungstène par l'Allemagne, dans le but d'empêcher l'exportation du précieux métal à destination des pays de l'Entente (voir le « Petit Parisien » du 13 mai 1918).

Angleterre. — La production a été la suivante :

1888	61 t	1914	230 t
1906	276	1915	360
1912	193	1916	350
1913	182		

Le tonnage de 1916 n'est pas certain.
La valeur des 193 t de 1912 a été évaluée à 16 873 £.

Les principaux gisements d'Angleterre se trouvent en Cornwall (où Raspe avait en 1785 découvert 2 t de ce minerai), dans le district de Redruth (Illogan et Carn); on y va chercher le minerai dans des puits ayant parfois une profondeur maximum de 1 000 m. On peut citer les gisements : d'East Pole, qui en 1881 a produit 55 t, de Truro de Saint-Austell, de Tavistock et de Drakenvalls. Le tungstène, appelé jadis en Cornouailles « Cal », « Callen », et « Mock lead » est allié à l'étain. La Société anglaise « Tungsten and Rare Metals Co, » produisait en 1913 du tungstène métal à 97 pour 100.

Il y a aussi des gisements de tungstène à Rona (Écosse).

Avant la guerre, l'arbitre-chimiste Benedict Kitto, de Londres, était réputé pour l'expertise et l'analyse des minerais de tungstène.

Allemagne et Autriche-Hongrie. — La production des deux empires centraux réunis a été la suivante :

1906	60 t	1914	220 t
1912	167	1915	250
1913	150	1916	300

Les chiffres des quatre dernières années sont approximatifs.

Les principaux gisements de minerais de tungstène d'Allemagne sont situés dans l'Erzgebirge saxon : à Zinnwald (sous forme de stolzite et wolfram) près de Rosswein (usines de Theodor Kniesche), — à Altenberg, à Geyer, à Graupen, à Freyberg, à Eybenstock, à Marienberg et à Schneeberg. Ces mines se trouvent entre le 30 et 32° de longitude et entre le 50 et 51° de latitude.

La revue « Chimie et Industrie », organe de la Société de Chimie industrielle, dans son numéro du 1er juillet 1918, dit ce qui suit dans son article « L'Industrie allemande et la guerre » à propos de l'exploitation du tungstène en Allemagne :

Sur 4 780 t de minerai de tungstène que l'Allemagne importait en 1914, près de 4 000 provenaient ou des nations de l'Entente ou des pays d'outre-mer; on voit donc le déficit causé par le blocus.

L'exploitation des quelques gisements allemands et autrichiens fut activement poussée; de nouveaux gisements découverts furent mis en exploitation. La hausse des prix permit d'exploiter des minerais ne contenant que 0,6-0,8 pour 100 $Tu O^3$.

Mais on eut surtout recours aux scories de cassitérite-wolframite (voir *étain*) qui se révélèrent d'une importance considérable. Vers le milieu de l'année 1915, la production du tungstène fut monopolisée et placée sous la surveillance de la Société par actions de guerre des métaux.

On peut dire qu'aujourd'hui l'Allemagne est parvenue à satisfaire à ses besoins.

Les gisements d'Autriche-Hongrie sont en Bohême à Schlackenwald et à Sanberg (près d'Ehrenfriedersdorff ou Ehrenfriedhoff (?)

France. — On trouve des gisements de tungstène dans les départements suivants :

Dans les *Vosges* : à Framont, M. Carrière à étudié en 1852 ce gite de schéelite, associée à de l'hématite.

Dans l'*Ille-et-Vilaine* : à Montbelloux en Luitré, à 7 km de Fougères : ce gisement de tungstène et de schéelite associés à du quartz a été découvert en 1903; — à Villeray, près de Montbelloux : on y trouve du tungstène.

Dans les *Côtes-du-Nord* : à Dinan même, on a trouvé dans les fondations d'un puits de la schéelite et de la ferbérite, en petites masses grises dans les parties pegmatoïdes du granite.

Dans le *Finistère* : il y a du tungstène à la pointe de Teranez en Plougasnou, près de Morlaix.

Dans la *Loire-Inférieure* : à Barbin et au parc Grillaud; à Nantes on a trouvé du tungstène.

Dans la *Nièvre* : au sud d'Emparry on a rencontré traces de tungstène.

Dans l'*Allier* : on a trouvé traces de tungstène aux Colettes. Il existe à Montmins, près de Montluçon, un gisement peu important pour le moment : il pourrait produire de 5 à 6 t par mois, titrant de 65 à 68 pour 100. C'est la propriété de la Société du même nom, dont le siège est à Paris, 5, rue de Maubeuge.

En *Saône-et-Loire* : on trouve du tungstène à Montortu, près d'Autun.

Dans le *Puy-de-Dôme* : il y a trace de tungstène au puy de Charade, au cap de Prudelles et à Saint-Pardoux.

Dans la *Creuse* : on a trouvé de la schéelite au nord de Bourganeuf, et du tungstène à Montebras-en-Soumans.

Dans la *Haute-Vienne* : à Saint-Léonard-en-Limousin le tungstène forme l'élément essentiel des minerais d'étain. Ce gite a été découvert en 1795 et des recherches y ont été entreprises en 1809 par M. de Cessac; dans les gisements de Puy-les-Vignes (canton de Saint-Léonard), découverts en 1795, le tungstène se trouve sans étain dans des filons de quartz. On en a

Digitized by Google

extrait aussi de la tungstite (acide tungstique pulvérulent), de la ferbérite et de la schéelite jaune doré. Après une tentative de première exploitation en 1810, de nouveaux travaux se firent en 1884-1885 et furent abandonnés en 1886. En 1884, le rendement avait été de 13 t et en 1885 de 10 t. L'exploitation reprit ensuite et en 1914 une partie du minerai de ce gisement était expédiée à Hannover à l'usine Bierman; il s'y transformait en ferro-tungstène qui venait se vendre en France. Puy-les-Vignes appartient actuellement à M. Paul Girod, d'Ugine. La production mensuelle est de 25 t et le minerai titre jusqu'à 76 pour 100 d'anhydride tungstique.

Vaulry et Cieux : ces deux gisements voisins l'un de l'autre, contiennent de l'étain, associé de tungstène, de tungstite et de ferbérite. Situés près de Bellac, ils appartiennent à la Société du Vaulry et Cieux.

Les célèbres carrières de Chanteloube, près de Limoges, contiennent du tungstène tantalifère.

A Néponlas, entre Beaune et Chanteloube, on trouve de la schéelite ainsi qu'à Mandelesse-en-Panazol, près de Limoges; à la carrière de la Vilate, près de Chanteloube, il y a du tungstène et de la tungstite.

Dans la *Charente* : à la Roche-Cambourg, près de Confolens, on a trouvé du tungstène.

Dans la *Corrèze* : le gisement de Meymac est situé au Sud et sur l'une des ramifications de la chaîne granitique qui sépare les bassins de la Creuse de la Dordogne et de ses affluents. La schéelite y est associée au bismuth. On y trouve aussi de la tungstite et de la meymacite, minerai spécial à cette région. Ce gisement a été signalé en 1867 par M. Adolphe Carnot, alors ingénieur en chef des mines, depuis directeur de l'École des mines. (Voir à la bibliographie de la présente étude une nomenclature des rapports résultant des recherches sur les lieux de ce grand savant.) En 1893 cette mine avait été abandonnée.

Dans le *Cantal* : on a signalé du tungstène à Bonnac, près Massiac (n'y a-t-il pas confusion avec Bonac, canton de Castillon-Ariège ?)

Les gisements de Leucamp (canton de Montsalvy) sont actuellement les plus importants de France en tungstène. Un décret du 12 novembre 1917, dont il est fait mention dans le « Journal officiel » du 21, a autorisé « la cession des mines de tungstène et métaux connexes de Leucamp, consentie par la Société des mines de Borralha (Portugal) à la Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt ».

Dans l'*Isère* : on a signalé à Puy, près de Saint-Christophe, de la schéelite dans un gisement d'anatase et de crichtonite.

Dans la *Lozère* : on a trouvé à Valaize-en-Gabrias, près de Marvejols, et à Barjac de l'hübnérite associée à du quartz.

Dans le *Var* : à la Molle, près Cogolin, on a signalé des traces de tungstène.

Dans les *Hautes-Pyrénées* : à Saint-Lary, à Adervielle et à Nabias, on a trouvé de l'hübnérite dans des gisements manganésifères.

La production des gîtes précédents de la France métropolitaine n'a été que de : 20 t en 1906, 220 en 1912, 245 en 1913 et d'environ 200 pour chacune des années 1914, 1915 et 1916. C'est un résultat vraiment insuffisant en rapport avec ce qu'on aurait pu extraire. Ces circonstances défavorables peuvent avoir deux causes : la première, notre apathie d'avant-guerre, la seconde, les défauts de notre trop vieille législation minière, par suite de laquelle plus de 400 demandes d'autorisation de concessions minières diverses sont arrêtées à l'heure actuelle. Contre la première cause une réaction favorable a paru se dessiner : M. Paul Girod, et la Société des Aciéries de la Marine et d'Homécourt ont donné le bon exemple. La seconde dépend du bon vouloir de nos législateurs.

Suède. — Les principaux gisements de tungstène connus sont ceux de Bipsberg, Beccarn et Thalaig.

Russie. — On signale du minerai à l'île des Ours, dans l'océan Glacial, entre le Spitzberg et l'extrémité nord de la Suède.

Italie. — On en trouve à Macchetto et à Traverselle (Piémont). Des recherches entreprises pour subvenir aux nécessités des usines métallurgiques italiennes de guerre ont fait découvrir dans les premiers mois de 1918 de nouveaux gisements de tungstène en Sardaigne et en Calabre (province de Reggio).

En Asie. — Birmanie et États Shan. — Ce pays est un des plus grands producteurs actuels de minerai de tungstène du monde entier. Les chiffres suivants de cette exploitation, mise en train en 1906, en donneront la preuve :

En 1910 eut lieu une première extraction de 395 t métriques. En 1911 le rendement était de 1 308 t. En 1912 l'exportation a été de 1 705 t, en 1913 de 1 732, en 1914 de 2 055, en 1915 de 2 883, et en 1916 de 4 123 t.

Les principaux gisements exploités maintenant se trouvent dans les districts de Tavoy et Mergui et dans les États Shan du Sud.

Tonkin. — On trouve de riches minerais de tungstène dans les gîtes alluvionnaires de la région montagneuse de Pia Ouac, comprise dans la province de Cao Bang, et située à l'ouest de cette dernière ville du Haut-Tonkin limitrophe de la province chinoise de Kouang Si. Ces gîtes dominent la ligne de faîte séparant le bassin du fleuve Rouge de celui du Si Kiang.

Ces minerais sont rencontrés dans des filons de quartz et associés à de l'étain.

Parmi les sociétés françaises exploitant ces gisements, il faut citer : la Société des Mines d'étain et wolfram de Caobang, dont le siège est à Paris, 35 boulevard Haussmann. Elle a été créée vers 1905; l'exploitation n'a pris son essor véritable que vers 1911. Du massif tungstifère de la propriété de cette importante Société située à Pia-Ouac à environ 60 km de Cao Bang il a été extrait depuis 1911 jusqu'en 1917, 1 500 t de minerai brut, à raison de 30 t

Digitized by Google

de tungstène brut par mois, donnant 25 t de concentré à 72 à 73 pour 100. Le rendement de cette entreprise va en progressant de 20 à 25 pour 100 chaque année, et le jour n'est pas éloigné où on y pourra produire 1 000 t par an, d'un minerai très pur, le meilleur du Tonkin. Quant aux États-Unis le titre en anhydride tungstique pour « good merchant quality » est de 60 pour 100 et en Angleterre de 60 à 65 pour 100, la Société du Cao Bang, tout en garantissant du 70 pour 100 livre généralement entre 72 et 74 pour 100. Cette Société possède sur place une trieuse magnétique pour séparer le tungstène de la cassitérite (étain oxydé naturel) et 2 laveries à force hydraulique de 500 ch.

La Société des mines d'étain du Haut-Tonkin, dont le siège est à Paris, 206, quai Jemmapes, ainsi que son usine de séparation électromagnétique. Cette entreprise, créée vers 1902, n'a été mise en marche sérieuse que vers 1906. De son extraction actuelle d'environ 50 t par an elle retire des concentrés de 68 à 70 pour 100 d'anhydride tungstique.

La Société des Mines de Pia-Ouac, à Marseille 99, rue Consolat, où elle traite l'étain et le minerai de tungstène, dans son usine de séparation électro-magnétique.

Il faut citer aussi :

La concession de 160 hectares des mines d'étain de Tinh-Tuc, commune de Vu-Nong canton de Kin-Hoo, secteur de Nguyen Binh qui renferme un filon de minerai de tungstène dans le périmètre Saint-Alexandre ; MM. les ingénieurs Benqué et Bauer ont fait une sérieuse étude de ces gisements; les mines de Namkep et de Beau-Site, assez wolframifères.

A propos de la mine de Beau-Site, M. L. Laurent, dans son ouvrage « Les productions minérales, etc. » Marseille 1907, dit que c'est une petite exploitation entreprise à fin de 1902 et dont le succès s'est maintenu jusqu'en 1904. Depuis lors, à cause de la difficulté du traitement résultant de la présence d'acide tungstique dans le minerai, on vend le minerai en Europe comme minerai mixte d'étain et de tungstène. La vente de ces minerais s'est élevée :

	Scories en kg	Minerais en kg
En 1904.....		7 800
En 1905.....	35 000	11 600

Il y a aussi au Laos des gisements stannifères, sans doute wolframifères ; ils appartiennent à la Société des mines d'étain de Nam Hin Boun.

Dans le Haut-Tonkin, la main-d'œuvre est facile à trouver. Mais les transports sont difficiles et onéreux : à dos d'homme, par charrette, en sampang, par voie ferrée, pour faire parvenir les sacs de concentrés jusqu'à Haïphong l'unique port d'embarquement pour l'Europe.

En 1916, il a été exporté de Haïphong 400 t de minerai de tungstène. On évalue à environ 500 t l'exportation en 1917.

Siam. — Ce pays, à raison de sa proximité géologique des gisements de Birmanie et du Tonkin, est aussi appelé à un certain avenir au point de vue du précieux minerai. Il en a exporté :

1912.....	108 t	1915.....	297 t
1913.....	281	1916.....	458
1914.....	30		

Japon. — L'exportation de ce pays a été la suivante :

1906.....	40 t	1914.....	195 t
1912.....	205	1915.....	439
1913.....	297		

Sibérie. — Bien que connaissant l'importance des gisements de tungstène de Nertschinsk, localité sur la rivière Chilka, à l'ouest de Sretensk province de Transbaïkalie, au nord-ouest de la fonderie de Nertschinskii Zarod, nous n'avons pu obtenir de détails sur l'extraction et l'exportation de cette région très riche en minerais.

Dans la même province il y a des gisements stannifères sur la rive droite de l'Onon, un peu en amont du village d'Onon-Olovianny-Roudnik. La cassitérite se trouve à l'état d'imprégnations dans des filons quartzeux. Malgré l'exploitation réduite de ces gisements (voir l'article « Les ressources agricoles et minières de la Sibérie » dans le bulletin de la Société de Géographie commerciale de Paris, mars 1918), la Société des Fonderies d'étain de Transbaïkalie pourvoyait d'étain tous les industriels russes avant la guerre. A cette même époque, des capitalistes de Berlin et de Hamburg et la Banque internationale de Pétrograd avaient formé un consortium pour exploiter les mines d'étain de Kulundinski, de Sharanaïski et de Zavitinski, qui toutes contiennent du tungstène.

Les gisements wolframifères de l'île aux Ours s'appliquent à ceux cités par nous plus haut à la Russie ou bien à l'autre île du même nom, située au nord de la Sibérie orientale à l'embouchure du fleuve Kolyma et en face la ville de Nijni Kolymsk.

Straits Settlements. — A Singapore des fonderies importantes séparent l'étain du tungstène provenant de la presqu'île de Malacca. (Trengganu avait produit en 1914 173 tonnes de tungstène.)

Corée. — On trouve du tungstène dans les provinces de Chusei septentrional, Chusei méridional et Kogen. D'après l' « Annual Report of Reforms and Progress in Chosen (Korea) ». Séoul, juillet 1917, la guerre mondiale a eu entre autres répercussions en Corée l'exportation considérable, par le port de Fusan, de divers produits du sol tels que le tungstène; la valeur exportée de ce métal, en 1916, a été de 1 547 948 yen (de 5 fr) supérieure à celle de l'année 1915, qui avait été insignifiante. Une exploitation française tungstifère existe en Corée.

Afrique. — Quoique nous n'ayons pu avoir connaissance de gisements de tungstène découverts dans le continent noir, nous émettons l'opinion que peut-être on

Digitized by Google

pourrait en trouver des traces dans les régions africaines stannifères, c'est-à-dire dans le bassin de la Bénoué, territoire anglais de la Nigeria. « La présence de l'étain à l'état de cassitérite a, dit l'ingénieur L. Pelatan *Revue universelle des Mines*, 1900, t. LII, 3e série, p. 1 et suivantes), été signalée dans la province de Baoulé (Côte d'Ivoire) et dans les monts de Cristal, au Gabon. De plus on rapporte que des gîtes stannifères paraissant exploitables existent dans le Haut-Oubangui, le long de la rivière Oubangui. Ces gîtes se prolongeraient jusqu'au Djabbir, Etat indépendant du Congo, dans le bassin de la Ouellé. »

En Amérique. — Bolivia. — C'est actuellement le pays d'Amérique latin réputé comme le plus riche en production de tungstène.

On y trouve surtout de l'hubnérite, tungstate double de manganèse et de fer (TuO^3. Mn Fe) formé d'anhydride tungstique, de 17,20 pour 100 de Mn et 36 pour 100 de Fe.

Le minerai de tungstène ou la schéelite se rencontre dans la chaîne orientale des Andes ou Cordillera Real et dans les contreforts de celle-ci. Le plus souvent ce minerai se trouve à proximité des formations stannifères et aussi dans les filons stannifères eux-mêmes, comme à Uncio, à Huanuco, à Oruro et ailleurs. Les filons de tungstène sont, d'après M. l'ingénieur grec Miltiades Armas, fréquemment amalgamés avec des schistes et des quartzistes paléozoïques. Ce sont des fractures plus ou moins perpendiculaires à la stratification et de puissances très variables : de quelques centimètres jusqu'à 1 ou 2 m. Le remplissage est de quartz, au milieu duquel le tungstène est disséminé très irrégulièrement et associé à d'autres minéraux.

La mine principale de tungstène en Bolivia est celle de Kami, département de Cochabamba, près de la ville du même nom, et est la propriété de M. Simon Patiño. Elle produit de 20 à 25 t par mois. A citer aussi le minerai de tungstène des gisements stannifères et bismuthifères de Milluni (à 40 km de La Paz) exploités par la Société Huanay-Potosi-Milluni, et MM. Huet frères.

La production totale bolivienne a été en :

1906	de	70 t
1910		210 t de concentré
1912		497 t
1913		564 t
1914		276 t
1915		793 t

L'exportation de 1915 a été évaluée à 1 497 845 piastres boliviennes de 1,85 fr.

En 1916, les prix anormaux inattendus atteints en Europe pour ce minerai encouragèrent la prospection et la mise en exploitation des petits filons de quelques centimètres à peine de puissance. Aussi la production des quatre premiers mois de 1916 a-t-elle été de 755 t d'une teneur moyenne de 65 pour 100 d'anhydride tungstique TuO^3 et estimées 1 502 559 piastres boliviennes de 1,95 fr. Mais, depuis lors, la baisse des prix en Europe a amené avec elle la diminution de l'exploitation et de la production en Bolivia qui n'a été pour toute l'année 1916 que de 920 t.

États-Unis. — Ce pays produit surtout de la schéelite, tungstate de chaux TuO^4Ca.

Les principaux centres d'exploitation actuels sont : dans l'*État de Colorado*, surtout dans le comté de Boulder, où l'on trouve du tungstène et de l'hubnérite associés au quartz. On en a extrait en 1907, 1 200 t d'anhydride tungstique. Les principales sociétés exploitantes sont : la Wolf Tongue Mining Co, Stein Bæricke Co, Boulder County Co. Colorado Tungsten. En outre il y a divers petits propriétaires traitant le minerai pour leur compte. On cite aussi au Colorado les gisements de San Juan (tungstène associé avec fluorine et sulfures), de Ward (hubnérite) et de Nederland (tungstène et traces d'or et d'argent) ; dans l'*État de Nevada* : gisement d'Osceola, qui, en 1900, avait produit 45 t d'hubnérite, de Boulder (hubnérite ; dans l'*État de Connecticut* (Munroe et Long Hill) ; dans l'*État de Washington* (Loomis) ; dans la *Caroline du Nord* (Missouri) ; dans l'*Idaho* Patterson Creek ; dans le *Nebraska* (Omaha) ; dans les *États de Montana, New Mexico, Oregon, South Dakota, California* (cupro-schéelite).

D'après le « Geological Service des États-Unis, ce pays a produit des concentrés de 60 pour 100 de minerai de tungstène en « short tons » de 907 kg chacune) ainsi qu'il suit :

Années.	Short tons	Valeur totale en dollars.
En 1910	1 821	832 992
1911	1 139	407 985
1912	1 330	502 158
1913	1 637	572 118
1914	990	435 000
1915	2 332	4 100 000
1916	7 459	31 500 000

Pour plus de détails sur les Etats-Unis, on peut consulter l'excellent ouvrage de W.-H. Weede : « The Mines handbook and Cooper Handbook ».

Argentine. — Il y existe plusieurs bassins de production, tous situés sur le versant de la Cordillère Andine, vers la partie septentrionale de celle-ci. Le gisement le plus important est celui de « Los Condores », dans la province de San Luis, près de la gare Concoran. Cette propriété appartient à une société allemande. Le filon de cette mine, situé dans des roches granitiques de l'époque paléozoïque, a été reconnu sur une étendue de 1 200 m. Sa puissance moyenne est de 1 1/2 m. La teneur des minerais varie de 1 à 4 pour 100 de TuO^3. En 1914, il y avait 5 000 m de galeries et 1600 m de puits. Une usine de concentration très moderne y traite 210 t par jour et produit par mois 50 t de concentrés à 68 pour 100 d'anhydride tungstique TuO^3. Les propriétaires de ce gisement voulant adresser ce minerai à leurs compatriotes d'Allemagne qui ont tant besoin actuellement de ce métal pour la fabrication

Digitized by Google

de leurs aciers de guerre, et se trouvant en face de prohibitions de sortie de la part du gouvernement argentin, ont tourné la difficulté : ils ont mélangé la poudre de tungstène avec du blé, des sels, de la mélasse, etc., et ont acheminé ces mixtures en Allemagne par la voie de Hollande.

Il en est de même de la Hansa, Sociedad de Minas, qui exportait toute sa production à Hambourg. Le transport des sacs de minerais jusqu'à Hambourg était très coûteux avant-guerre puisqu'il était de 370 fr par tonne soit 80 fr de fret maritime et de 290 fr de transport en charrette de la mine au port.

On a découvert en Argentine d'autres gisements miniers importants et moins connus, tels que dans les Sierras de San Luis, de Velazco, de Cordoba, à Quebrada de Arrequita (département d'Yglesias, province de San Juan). Le tungstène y est accompagné de cassitérite (SnO^2), de topaze incolore et de fluorite.

La production argentine a été :

En 1906	300 t	En 1914	394 t
1912	638	1915	171
1913	539	1916	700

Pérou. — La production de tungstène de ce pays a été :

En 1912	214 t	En 1915	371 t
1913	300	1916	400
1914	196		

Les principaux ports péruviens d'embarquement du tungstène sont : Salaverry, desservant le département de Libertad; Chimbote, terminus de la voie ferrée de Huaraz, dans le département d'Ancachs, dont Raimondi a en 1873 célébré les richesses minérales, et de Callao, desservant la province et le Cerro de Pasco.

En 1915, il a été exporté :

du Callao...	15 912 kg	d'une valeur de	28 147,08 £ pér.
de Chimbote	145 955	Id.	208 736,75
de Salaverry	177 266	Id.	275 812,15
	339 133 kg		512 695,98 £ pér.

Cette exportation des trois ports précédents s'est répartie entre les trois pays suivants :

Aux États-Unis	288 527 kg	d'une valeur de	431 229,03 £ pér.
A l'Angleterre	42 804	Id.	64 946,21
A la France...	7 802	Id.	16 520,74
	339 133 kg		512 695,98 £ pér.

On a extrait au Pérou en 1917, 523 t de minerai de tungstène estimées pour une valeur de 217783 livres péruviennes.

Les principaux gisements sont ceux de Rosario et las Animas, situés à 20 km de Sirclay, province d'Angaras. Le minerai de tungstène s'y présente sous forme de lentilles atteignant jusqu'à 1,10 m de large. On l'expédie en Angleterre.

Chili. — Domeyko a publié en 1844 l'analyse d'un tungstate de chaux et cuivre (cupro-schéelite) trouvé dans la mine de cuivre de Llama à Coquimbo. C'est du port chilien d'Antofagasta que se fait la principale exportation pour l'Europe du minerai chilien et bolivien.

Brésil. — C'est de Porto Alegre qu'a lieu l'exportation du minerai provenant des gisements de l'État brésilien de Rio Grande do Sul, de l'Argentine septentrionale et du Paraguay méridional.

Océanie. — Nouvelle-Calédonie. — On peut lire avec intérêt ce que dit M. l'ingénieur E. Glasser dans son rapport sur les richesses minérales de la Nouvelle-Calédonie (1904), à la page 401, à propos du gisement de schéelite trouvé près de Kouaoua, vallée de Faja ou de Méa. Ce minerai est associé à un gisement de mercure. Il se présente dans un filon massif de datholite, mais en quantité peu importante. On devrait se livrer à une prospection plus approfondie de ce gisement.

Western Australia. — Quoiqu'il y ait des minerais d'étain à Pilbarra et aux » Greenbushes Tinfields » (surface de 50 miles carrés, situés à 9 miles de Bridgetown et à 53 miles du port de Bunbury), M. l'ingénieur O. Chemin, qui a visité ces gisements, n'y a pas signalé trace de tungstène. Cependant cette colonie a produit une tonne de tungstène en 1914.

Queensland. — Les gisements les plus riches de cette colonie se trouvent à Mount Carbine, Bamford, Parada et Wolfram Camp (Hodghiton Field). Les méthodes d'extraction minière scientifiques les plus modernes y sont employées. Ailleurs, la production de petits exploitants, sans grande machinerie, est achetée sur place par des agents de maisons importantes de Sydney. En 1906, la production de la colonie avait été de 800 t. Celle de 1912 avait été de 860 t, dont 626 1/2 de tungstène seul, et 191 1/2 d'amalgame de bismuth et de tungstène. Celle de 1913, de 543 t, dont 359 t de tungstène seul, estimées 38 359 £ et 182 t d'amalgame de bismuth et de tungstène, d'une valeur de 17 86 £. La production des années suivantes avait été de 435 t en 1914, 640 en 1915 et 800 (?) en 1916. Jusqu'en 1914, les deux tiers de l'exportation allaient en Angleterre et un tiers en Allemagne.

New South Wales. — Les principaux minerais de tungstène de cette colonie, dont les gisements se trouvent dans la Grande Cordillère de Victoria, découverts vers l'année 1870, sont : le tungstène, la schéelite et la stolzit (cette dernière se trouve en beaux cristaux à Brokenhill, Silver Lode). Il y a de nombreux gisements en New South Wales, mais le minerai s'y trouve en quantités jusqu'ici peu considérables. Le tungstène se trouve généralement dans les roches granitiques, associé à de la cassitérite (tinstone), du bismuth et de la molybdénite. Parfois les filons d'étain sont amalgamés de tungstène; d'autres fois la roche granitique décèle des filons de tungstène presque solide. Parmi les gisements, il

Digitized by Google

faut citer (avec titre d'anhydride tungstique) : Adelong (Victoria Reef Gold Mine), 79,53 pour 100; Armidale district à Gara Falls, 67,75 pour 100; Berridale; Bingara, 72 pour 100; Bolivia, 28,57 pour 100; Bundarra, 44,94 pour 100; Burrowa, 62,67, pour 100; Casino, 75,20 pour 100; Clive County, 42,55 pour 100; Cobar, 52,70 pour 100; Cowra, 67,80 pour 100; Cooma, 54 pour 100; Cordillera Hill, Tuena district, 69,31 pour 100; Deepwater, localité riche en tungstène titrant de 37,85 à 73,10 pour 100; on en avait extrait en 1899 15 t d'une valeur de £ 600; Ding Dong, Emmaville, 68 pour 100; on y en avait extrait en 1899 70 t de wolfram d'une valeur de £ 200; Elsmore, près d'Inverell, 67,77 pour 100; Eremeran Range, 62 à 72 pour 100; Slenu Innes district, Kingsgate, 66 pour 100; Gundagai, 61,44 pour 100; Hillegrove, on en a extrait en 1899, 74 t de schéelite d'une valeur de £ 2 910; Jingellic, située sur les rives du fleuve Murray au-dessus d'Albany, on y sépare avec succès les minerais d'étain et de tungstène, grâce aux séparateurs magnétiques Wetherill; Mila; Millthorpe, 75 pour 100; Mount-Sutton, 71,22 pour 100; Nangeribone Run, près de Nymagee; près de ce même Nymagee, situé à 700 km à l'ouest de Sydney, on a découvert à la fin de 1917 de nouveaux gisements tungstiques; Newstead; Fellwood, 69,3 pour 100; Pheasant Creek; Pulltop et Clifton Runs, dans le Wagga Wagga district, 27,72 à 62 pour 100; Purnamoota, Barrier Ranges, 62 pour 100; Severn River près d'Emmaville; Sluisboscamp, dans les gîtes d'étain de la grande Cordillère de Victoria; Tenterfield district, 74,41 pour 100; Wankeroo, Yeoval.

La production de tungstène a été la suivante :

En 1891	7 t	valant 70 £
1899	159 t	d'une valeur de 3 710 £
1906	250 t	
1912	271 t	
1913	209 t	
1914	220 t	
1915	100 t	
1916	146 t	

New Zealand. — Il existe à Otago, à Southland, à Waipori, Glenarchy, près du lac Wakatipa et à Nelson, des gisements de schéelite mêlée de quartz aurifère. Il y aussi à Wakamarina Valley (district de Marlborough) des gisements, découverts en 1912, de schéelite amalgamée de quartz. On a retiré de ces gisements :

1906	125 t	1914	274 t
1912	165	1915	249
1913	270	1916	300

Tasmania. — Les gisements d'Aroca, Shepherd et Murphy (Middlese) ont produit en 1913, 68 t de tungstène, estimées £ 7 040.

Victoria. — Cette colonie avait produit, en 1913, 12 cwt de minerai, d'une valeur de £ 49.

(*A suivre.*)

Désiré Pector,
Administrateur de sociétés coloniales.

Revues, analyses et informations

Le préapprentissage.

M. Maurice Bellom, ingénieur en chef au Corps des Mines et professeur à l'Ecole nationale des Mines, a adressé aux diverses Chambres de commerce intéressées à la question une étude du sujet suivie d'une proposition de loi. M. Méré, de la Chambre de Commerce d'Orléans, a fait paraître dans le « Bulletin de cette Chambre » une analyse de cette étude que nous reproduisons ci-dessous.

« *Résumé analytique.* — Après avoir passé en revue les causes de la décadence de l'apprentissage et ses conséquences désastreuses pour l'industrie, l'auteur examine les remèdes, que tout le monde connaît, et conclut à la nécessité du préapprentissage, tel que nous l'avons défini :

» Le *préapprentissage* ne doit pas avoir pour but de spécialiser un enfant en vue d'un métier ou industrie déterminés; il doit seulement orienter l'esprit de l'enfant vers le travail manuel et développer sa moralité civile et professionnelle. Donc, ce préapprentissage ne peut être un complément des études scolaires pour tous les enfants, et on doit le réserver aux familles ouvrières voulant faire de leurs enfants des ouvriers.

» *Comment le réaliser?* — Par l'union des chefs d'industrie ayant l'amour de leur profession et le sentiment de leur responsabilité vis-à-vis de leur personnel, et l'entente avec les syndicats ouvriers, préoccupés sincèrement et uniquement de la défense des intérêts professionnels de leurs membres.

» *Est-ce réalisable?* — Oui, comme le prouvent les essais tentés par des initiatives privées, que cite, après nous, l'auteur, car ils sont connus de tous.

» Et, l'auteur envisage les *moyens de le réaliser*, au point de vue technique et au point de vue financier. Il serait trop long de suivre l'auteur dans l'exposé de ses vues pratiques, nous avons hâte d'arriver à la réalisation proposée et même codifiée par la proposition de loi.

» *Des sociétés de préapprentissage.* — C'est aux intéressés que M. Bellom confie la réalisation du préapprentissage.

» Etudiant les statistiques fournies par ses enquêtes et les documents mis à sa disposition, notre ingénieur-professeur évalue, pour 100 enfants, les frais de premier établissement (construction et outillage) à 200 000 fr, et les dépenses annuelles (300 fr par enfant) à 30 000 fr.

» Les frais de premier établissement incomberaient aux chefs d'industrie, appelés à bénéficier les premiers de ces prémices de l'enseignement professionnel. Ils formeraient une Société privée sous le régime de la loi du 1er juillet 1901, Société à laquelle le législateur, en s'inspirant du droit conféré aux Sociétés coopératives de consommation, par l'article 9 de la loi du 7 mai 1917, pourrait accorder l'autorisation de recevoir des dons et des legs.

Digitized by Google

Des charges annuelles, cette même Société assumerait une contribution du quart, l'Etat fournissant la moitié et la Chambre de commerce locale ou départementale parfaisant l'autre quart.

» Diverses considérations, logiquement exposées, amènent l'auteur à déclarer exagéré le chiffre de 500000 enfants mis en avant comme justiciables du préapprentissage : il ramène ce chiffre à 100000, moitié garçons, moitié filles, en admettant que *tous* les parents intéressés soient assez soucieux de l'avenir de leurs enfants pour consentir au sacrifice d'une année d'études de plus, et sans tenir compte des œuvres existantes ou en formation.

» Donc, pour toute la France, la dépense annuelle totale serait de 25 millions.

» *Rôle des Chambres de commerce.* — Pour que les Chambres de commerce puissent subventionner les écoles de préapprentissage, il faut que la loi les considère comme des « émanations d'une autorité publique », comme « des créations de l'Etat » fondées « pour la gestion d'un service public », en d'autres termes, comme des personnes morales créées par l'Etat, et investies par le législateur d'un caractère public en vue de la gestion du service public qui leur est confié (sorte de délégation de partie des fonctions de l'Etat à un établissement que son caractère habilite à s'acquitter d'un service public). — Je cite le texte même. — Il en résulterait pour les Chambres de commerce le droit de constituer les ressources nécessaires au fonctionnement d'œuvres d'intérêt général.

» C'est de toute nécessité, ne serait-ce que pour vaincre certaines résistances, comme celle de la Chambre de Beauvais qui, en 1911, a refusé un legs de 100000 fr qui lui était offert pour la création d'une école d'apprentissage, parce que, comme complément de ce legs, elle était obligée, pendant les dix premières années, d'assurer une annuité de 14000 fr pour parer aux dépenses d'administration. Et, nonobstant le vœu par lequel l'assemblée des présidents des Chambres de commerce, tenue à Paris le 24 mars 1917, a demandé, sur la proposition de la Chambre d'Orléans, que le ministre du Commerce prenne les mesures utiles « pour que les Chambres de commerce soient autorisées à solliciter de leurs ressortissants les ressources indispensables à la création d'un budget spécial ayant pour but l'entretien des cours et écoles d'apprentissage placés sous leur direction et surveillance, et, d'une manière générale la formation des apprentis ». Enfin, malgré la faculté actuellement concédée aux Chambres de commerce, par la circulaire du ministre du Commerce en date du 30 juin 1904, d'attribuer des allocations et subventions à des œuvres ou institutions présentant un réel intérêt au point de vue économique ou social et dont le développement est susceptible de favoriser la prospérité commerciale et industrielle du pays et plus particulièrement de leurs circonscriptions (1).

» Donc, la nécessité de l'intervention du législateur est indiscutable pour que le bon vouloir soit général, pour imposer même à toute Chambre de commerce la participation financière à une œuvre de cette nature, enfin, pour offrir toutes garanties d'aide financière aux institutions privées de préapprentissage, créées ou à créer.

» Nous parlons de garanties aux institutions de préapprentissage. L'auteur propose de les protéger contre l'arbitraire, notamment dans l'attribution des subventions, lorsqu'elles satisferaient à des conditions déterminées, en leur accordant une charte sous forme de loi organique, par assimilation aux Sociétés de secours mutuels (loi du 1er avril 1898) et aux Sociétés coopératives de consommation (loi du 7 mai 1917). De ce texte résulterait, pour la Société de préapprentissage, le droit aux subventions de l'Etat et de la Chambre de commerce; et s'il est méconnu, le pouvoir de recours au Conseil d'Etat : (oubli volontaire ou non d'inscription de la subvention au budget de la Chambre de commerce).

» Comme contre-partie de ce droit, l'institution de préapprentissage trouverait dans la loi la définition de son but, la spécification de l'éducation qu'elle devrait donner à l'enfant et la nature des qualités professionnelles à lui inculquer; enfin, la réglementation des conditions de fonctionnement.

» *Contrôle.* — Le droit de contrôle appartenant à l'Etat en raison de son concours financier serait exercé par l'intermédiaire de la Chambre de commerce; il s'ajouterait au droit dévolu aux Chambres en raison de leur propre subvention et exercé par elles au nom des patrons qu'elles représentent; enfin, une Commission de patrons et d'ouvriers, choisie par les conseils de prud'hommes dans les conditions de l'article 8 du décret du 17 septembre 1900 représenterait les conseils de travail. »

Ajoutons que la Chambre de Commerce d'Orléans, trouvant très intéressantes les idées présentées par M. Bellom, les a approuvées et fait siennes et en a recommandé l'examen aux commissions parlementaires chargées des projets de lois post-scolaires.

(1) L'auteur prévoit la remise de la part contributive de l'Etat à la Chambre de commerce, qui serait ainsi seule chargée de la gestion et de la répartition de toutes subventions, y compris la sienne.

Assemblées générales

Energie électrique du Littoral méditerranéen.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 8 JUIN 1918.

Les recettes du réseau des Alpes-Maritimes ont été, en 1917 comme pendant les années précédentes, affectées par la crise actuelle; les mesures restrictives relatives à l'éclairage ont empêché la reprise des ventes d'énergie parmi la clientèle de la Côte d'Azur.

Par contre, dans les réseaux des Bouches-du-Rhône et du Var, la progression des ventes continue.

Le régime des rivières n'a pas été favorable dans la deuxième moitié de l'année, il a été impossible de compenser complètement le déficit de puissance hydraulique par les usines à vapeur de réserve, le ravitaillement en charbon et l'entretien des installations étant difficiles.

Les contrats conclus avec les administrations de la Défense nationale et les industriels travaillant pour elle ont atteint leur plein rendement. De nouvelles demandes de puissances étant formulées, la Société n'a pu leur donner satisfaction; il faut que les travaux des nouvelles usines hydrauliques projetées soient mis à exécution.

Le parachèvement et l'amélioration des usines de Ventavon et de Fontan ont été poursuivis, l'installation du sixième groupe de 8000 ch de l'usine de Ventavon est en voie d'achèvement. Le matériel électromécanique est en partie à pied d'œuvre, les approvisionnements de matériaux pour la conduite sous pression sont sur place, les travaux d'élargissement du canal de fuite seront achevés aux prochaines basses eaux.

La construction du réservoir régulateur en tête de la conduite sous pression de l'usine de Fontan et celle des installations à 30000 v destinées au transport de la puissance de cette usine jusqu'à Beausoleil, ont subi des retards. La mise en service aura probablement lieu au début de l'hiver.

La chute nouvelle de la Durance entre le confluent du Largue en amont et celui du Verdon en aval, comportait une usine génératrice située à Corbières (Basses-Alpes). Le premier projet a été simplifié. La chute de la Basse-Durance est scindée en deux tronçons, celui d'amont utilisant à Sainte-Tulle (Basses-Alpes) les 7/10 environ de la chute

Digitized by Google

disponible, soit 35 m, et celui d'aval prolongé jusqu'à proximité du pont de Mirabeau, formant une autre chute d'environ 35 m. Ce dernier mode d'exécution supprime des ouvrages d'art importants, difficiles à exécuter dans les circonstances actuelles, et permettra d'activer l'installation destinée à alimenter une usine électrochimique pour les services de la Défense nationale.

Dans les nouveaux accords conclus avec l'administration, il a été tenu compte de l'élévation du prix de revient des usines hydro-électriques, les prix de vente du kilowatt-heure sont sensiblement supérieurs à ceux qui ont été pratiqués antérieurement.

A la fin des hostilités, la Société disposera d'une nouvelle usine dont la production annuelle sera de l'ordre de 130 millions de kilowatts-heures et pourra satisfaire immédiatement aux demandes de la clientèle industrielle et à celles de l'administration qui se préoccupe de préparer à l'agriculture des stocks d'engrais azotés.

La dépense à engager pour l'exécution de ces travaux sera couverte par le placement d'une nouvelle tranche d'obligations dont l'émission aura lieu en temps opportun.

Les recettes réalisées en 1917 ont été supérieures de 2 538 522,99 fr à celles de 1916.

Les dépenses ont augmenté très notablement en raison de la hausse générale de toutes choses et de la grosse quantité d'énergie thermique qu'il a fallu produire dans les derniers mois de l'année; elles atteignent 7 734 153,05 fr, en augmentation de 1 863 358,08 fr sur celles de 1916.

Le produit d'exploitation ressort à 5 848 005,32 fr avec une augmentation de 675 194,91 fr, soit de 13 pour 100.

Le bénéfice net est de 3 160 169,99 fr, en y ajoutant le report de 1916, 231 526,41 fr, le solde disponible est de 3 391 696,40 fr.

Après prélèvement des réserves et amortissements, le dividende est fixé à 6 pour 100, soit 30 fr par titre, il sera payable à partir du 30 juin 1918.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Frais de constitution	1 147 835,05
Frais de premier établissement	1 »
Frais d'études	1 »
Mobilier et outillage	1 »
Dépenses d'installations	90 631 597,83
Haute-Durance, Basse-Durance et Nartuby	5 345 455,80
Portefeuille	2 544 324 »
Matériel en location	263 956,52
Approvisionnements	1 553 600,39
Caisse, comptes courants et bons de la Défense nationale	22 853 908,39
Factures à recouvrer	903 688,18
Débiteurs divers	3 613 617,84
Impôts sur titres à recouvrer	182 971,24
Primes de remboursement et frais d'émission des bons	742 524,37
Opérations de change garanties	2 500 000 »
Comptes d'ordre et divers	35 651,97
	132 321 133,78

Passif.

	fr
Capital	60 000 000 »
Obligations	34 544 513,30
Bons	15 000 000 »
Réserve légale	710 188,19
Fonds d'amortissement du capital	713 500 »
Réserve d'amortissement	2 839 007,35
Provision pour dépenses exceptionnelles	1 000 000 »
Régularisation des frais de production vapeur	1 075 365,25
Provision pour exercice 1918	450 000 »
Créditeurs divers	5 227 910,32
Cautionnements et avances de clients	80 565,05
Travaux et installations à régler par annuités	3 044 402,20
A reporter...	124 685 451,66
Report....	124 685 451,66
Coupons à payer et obligations à rembourser	1 336 132,59
Opérations de change garanties	2 500 000 »
Comptes d'ordre et divers	407 853,13
Profits et pertes	3 391 696,40
	132 321 133,78

Société des Forces du Fier.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 18 AVRIL 1918.

L'exercice 1917 a subi l'influence des difficultés actuelles.

Les dépenses ont augmenté par suite de la hausse de la main-d'œuvre et des matières premières.

Les recettes sont sensiblement les mêmes.

La Société a poursuivi le projet des acquisitions de droits et de terrains de la chute de Chavaroche.

Le programme d'installation comprend un canal capable de débiter 25 m³ : sec avec une perte de charge de 3 m et une usine équipée avec quatre unités de 3 000 ch dont deux seulement seraient montées à l'origine. La dépense totale est évaluée à 5 000 000 fr. La production doit dépasser annuellement 30 millions de kilowatts-heures et sera absorbée par le réseau et par les groupements auxquels la Société est reliée.

Les acquisitions et accords pour la réunion de la chute de Thiou sont également poursuivies. La dépense pour un équipement de 7 000 ch environ, 34 m de chute nette, 20 m³ : sec de débit maximum, serait de 2 000 000 fr dont la moitié serait fournie ou garantie par la Société.

En vue de faire face aux dépenses, l'Assemblée générale a autorisé le Conseil à emprunter en une ou plusieurs fois 2 millions de francs aux meilleures conditions et aux époques les plus opportunes.

Le bénéfice net a été de 133 187,19 fr.

La répartition des bénéfices comprend 5 pour 100 à la réserve légale, les allocations statutaires et un dividende de 6 pour 100 aux actions contre remise du coupon n° 13.

Le report à nouveau est de 16 317,03 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Frais de premier établissement	460 647,71
Concession gaz	5 000 »
Immeubles et usines :	
Gaz	380 169,84
Electricité	1 243 347,33
Nouvelles chutes :	
Chavaroche	165 306,17
Thiou	45 911,10
Participation Aix-les-Bains :	
Actions	612 500 »
Obligations	44 500 »
Matériel et mobilier	7 245 »
Réseaux	1 769 350,32
Branchements et installations gratuites	268 098,60
Appareils en location	165 794,95
Magasins et approvisionnements	131 177,15
Caisse et banque	124 353,05
Débiteurs divers	183 750,26
Avances diverses	14 643,31
Portefeuille	78 001 »
	5 700 576,09

Passif.

	fr
Capital actions	2 000 000 »
Capital obligations	2 000 000 »
Gaz : Action non acquise et dividende arriéré	689,62
Créanciers divers	199 406,19
Retraites ouvrières	317,19
Dividendes arriérés	6 732,35
Réserve légale	58 913,32
Réserve extraordinaire	130 000 »
Provision pour sécheresse	45 000 »
Amortissements	1 098 888,23
Profits et pertes	160 629,19
	5 700 576,09

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF : Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. TOME IV. — N° 4. 27 JUILLET 1918.

Chronique. — Nécrologie : Gauthier-Villars. — Une station centrale hydro-électrique à fonctionnement automatique. — A propos de la corrosion des tubes de condensateurs. — Bibliographie : Le facteur humain dans l'organisation du travail, par James HARTNESS ; Annuaire des Chambres de commerce, p. 97-98.

Section scientifique et technique. — Un nouveau tube à rayons X « du type Coolidge » par H. PILON, p. 99. — Etude de la tarification de l'énergie en fonction du facteur de puissance, par A. ILIOVICI, p. 102.

Section industrielle. — Projet d'unification des filetages des culots de lampes et supports de lampes à vis Edison (*suite et fin*), par Ch. ZETTER, p. 105. — Unification des balais en charbon ou graphite pur ou métallisé, p. 115. — Revues, analyses et informations : Répartition des courants dans des feeders en parallèle, p. 120; — Notes pratiques : Fosse pour le séchage des appareils électriques, p. 120.

Section économique et financière. — De quelques matières premières nécessaires à l'industrie électrique : le tungstène (*suite et fin*), par Désiré PECTOR, p. 121. — Congrès général du Génie civil (*suite*), p. 126. — Assemblées générales : Ateliers de constructions électriques du Nord et de l Est (Jeumont-Nord), p. 128.

Nécrologie : Gauthier-Villars. — Nous apprenons la mort au champ d'honneur du capitaine d'artillerie Gauthier-Villars, officier de la Légion d'honneur, décoré de la Croix de guerre.

M. Gauthier-Villars, chef de la maison d'éditions Gauthier-Villars et Cie, était, par son âge, dégagé de toute obligation militaire au moment où la guerre éclata; lors des jours sombres de fin août 1914, il n'hésita cependant pas à reprendre du service comme lieutenant d'artillerie, et, en 1916, il fut sur sa demande envoyé sur le front comme commandant d'un train d'artillerie lourde; c'est à son poste de commandement qu'il a été tué le 14 juillet dernier.

Propriétaire de « La Revue électrique », M. Gauthier-Villars fut désigné comme membre du Conseil d'administration de la « Revue générale de l'Electricité » lors de la fondation de celle-ci par fusion de « La Revue électrique » et de « La Lumière électrique ». Nous nous faisons l'interprète de l'Administration et la Rédaction de la « R. G. E. » en adressant à sa famille leurs sincères condoléances.

Une station centrale hydro-électrique à fonctionnement automatique. — Par ces temps de guerre où la main-d'œuvre se fait rare, il n'est pas sans intérêt de jeter un coup d'œil sur les procédés employés par nos amis les Américains pour remédier à cette crise qui sévit partout aujourd'hui. Nous trouvons dans leurs récentes publications techniques la description d'une station centrale hydro-électrique fonctionnant sans le concours d'aucun électricien dans l'usine elle-même, installation qui mérite d'être retenue, vu sa puissance qui est de 1500 kv-A.

Cette centrale, qui appartient à l'Iowa Railway and Light Co, se met en marche ou s'arrête à volonté à l'aide d'une commande à distance émanant de l'usine à vapeur principale située à plusieurs kilomètres de là. Les unités au nombre de trois de 500 kv-A se couplent sur le réseau et se découplent à volonté sans aucune difficulté, l'organisation est la suivante :

Les trois alternateurs sont prévus pour fournir des courants triphasés à la tension de 2300 v et à la fréquence de 60 p : sec, ils sont conduits chacun par une turbine Francis de 540 ch tournant à 60 t : min travaillant avec une hauteur de chute pouvant varier entre 2,5 m et 3,3 m. Deux groupes d'excitation formés chacun par un moteur d'induction actionnant une dynamo de 100 kw à 125 v permettent d'assurer, chacun pris isolément, l'excitation des trois alternateurs. Les vannes d'admission de l'eau dans les turbines sont ouvertes à l'aide d'un moteur d'induction de 4 kw, des lampes-pilotes indiquent à chaque instant à la centrale si les manœuvres se font bien en même temps qu'elles renseignent sur le degré d'ouverture des vannes.

Un combinateur spécial manœuvré par un moteur à répulsion de 1 kw règle la succession des différentes manœuvres à accomplir pour réaliser le couplage des unités sur le réseau. Enfin des circuits fermés par des relais sous la dépendance d'un flotteur permettent de mettre en marche d'abord le premier groupe, puis, si le niveau de l'eau est suffisant, un deuxième, et, si l'arrivée de l'eau est telle que le niveau ne baisse pas, le troisième. Les machines sont retirées du circuit dans l'ordre inverse si le niveau diminue au-dessous d'une certaine valeur. Ceci posé, le fonctionnement est le suivant :

Les vannes étant ouvertes à distance, le premier alter-

Digitized by Google

nateur est couplé sur le réseau à travers une forte réactance, sans autre précaution, puis peu à peu on l'excite, il s'accroche et par la manœuvre progressive du tambour du combinateur on augmente l'excitation en même temps que l'on supprime la réactance; il se charge et alimente le réseau.

Si à ce moment le niveau de l'eau dans le réservoir de mise en charge ne s'abaisse pas trop, le deuxième alternateur est couplé de la même façon, puis le troisième.

Des dispositions ont été prévues pour pouvoir, en cas de manque d'eau, laisser tourner les alternateurs en moteurs synchrones surexcités en vue d'améliorer le facteur de puissance du réseau, il a suffi pour cela d'interrompre le fonctionnement des flotteurs.

Depuis que cette station a été mise en service il ne s'est produit qu'un seul incident: un beau jour l'excitation des groupes de l'usine à vapeur vint à manquer, les vannes commandées à distance se refermèrent et l'installation entière s'arrêta sans accident; puis, quand l'excitation des groupes à vapeur fut assurée à nouveau, les alternateurs de cette usine reprirent leur fonctionnement normal et ils permirent d'ouvrir à nouveau à distance les vannes des turbines, les combinateurs entrèrent aussitôt après en jeu et rétablirent le couplage.

Ce court aperçu montre comment, avec un peu d'ingéniosité, on peut manœuvrer à distance des installations compliquées et employer ce procédé à l'utilisation de chutes qui ne pourraient pas paraître intéressantes à première vue. — A. S.

A propos de la corrosion des tubes de condenseurs. — Nous recevons d'un lecteur, M. Maurice Miet ingénieur des Arts et Manufactures la lettre suivante :

Comme suite à l'intéressant article de M. Costesèque dans le numéro du 4 mai et relatif à la corrosion des tubes de condenseurs par l'eau de mer, je prends la liberté de vous signaler une méthode de préservation des tubes qui paraît rationnelle.

Qu'elle que soit la cause, que réellement nous ignorons, de cette corrosion, ou plutôt du choix des points corrodés, on remarque toujours, en examinant la surface interne du tube percé, que les surfaces corrodées ne représentent, dans leur ensemble, qu'une superficie insignifiante vis-à-vis de la surface totale du tube exposé à l'action du courant d'eau salée.

Par suite, si on double chaque tube au moyen d'un autre tube superposé au premier, ces deux tubes étant ensuite étirés ensemble, il y a les plus grandes chances pour que les régions corrodées du premier ne coïncident pas avec les régions corrodables du second.

Ainsi ce tube doublé, quoique d'épaisseur totale égale, bien entendu, durera-t-il probablement beaucoup plus longtemps qu'un tube simple.

Bibliographie : Le facteur humain dans l'organisation du travail, par James Hartness, ancien président de l'American Society of mechanical Engineers; traduit par H. Perrot, ingénieur des Arts et Métiers et Ch. de Fréminville, ingénieur des Arts et Manufactures [1].

Dans la préface qu'il consacre à cet ouvrage, l'un des traducteurs, M. Ch. de Fréminville, nous présente l'auteur comme un industriel ayant longuement médité dans l'atelier sur tous les problèmes de l'industrie, ayant toujours vécu avec l'ouvrier qu'il comprend parfaitement, comme un homme de la plus haute compétence doué d'un esprit éminemment scientifique et philosophique. Aussi les idées émises dans l'ouvrage ne peuvent-elles manquer d'intéresser tous les chefs d'industrie.

Dans sa première partie, M. Hartness s'étend sur les avantages et les inconvénients de l' « habitude »; il montre que ceux-là sont plus importants que ceux-ci au point de vue du succès des entreprises, que la répétition d'un même travail n'est pas forcément dégradante et qu'il y a toujours mauvais emploi de l'énergie humaine là où la spécialisation n'est pas appliquée. Dans la seconde intitulée : « Quelques aperçus non techniques de l'étude des machines », il établit que la connaissance des conditions techniques que doit remplir une machine ne suffit pas pour en assurer la bonne utilisation, qu'il faut encore tenir compte du facteur humain. Enfin, dans la troisième, il traite de « l'art de construire des machines en faisant des bénéfices ».

Cette dernière partie, qui sert en quelque sorte de conclusion à l'ouvrage, est particulièrement intéressante. On y trouve le développement de quelques préceptes concis tels que ceux-ci : « On peut obtenir de bons résultats avec un effort modéré », « ne voir qu'une chose à la fois », « l'ensorcellement de l'ambiance », « la valeur de la spécialisation », « la manie de l'ambition », « on n'obtient le succès qu'avec le concours de tous », etc.

L'ensemble des idées exposées dans cet ouvrage peut d'ailleurs être résumé dans la phrase suivante qui termine l'introduction de M. de Fréminville : « Le développement de la vie industrielle, et même de la vie nationale, basé sur le développement intelligent de la personnalité, est bien l'idéal qui peut le mieux guider nos efforts et les rendre féconds, tout en respectant les qualités de notre race ».

Bibliographie : Annuaire des Chambres de commerce. 1918 [2]. — La 17e édition de l'Annuaire des Chambres de commerce et Chambres consultatives des Arts et Manufactures contient, comme les précédentes, des renseignements très intéressants sur le rôle, le fonctionnement et l'organisation des Chambres de commerce, une liste complète des Chambres de commerce en France et à l'étranger. En dehors de cette nomenclature qui permettra à nos industriels de se documenter utilement sur les débouchés éventuels de leur matériel, on est tout étonné de trouver, dans cet Annuaire, un certain nombre d'études économiques signées de noms honorablement connus et traitant de questions d'après-guerre, telles : Evolution importante des questions ouvrières, par R. Legouez, qui préconise, en solution des conflits aigus et permanents entre le capital et le travail, l'immixtion du prolétariat dans la direction générale ; Le système Taylor, par H. Le Chatelier; La collaboration du savant et de l'industriel, par E. Perrier; Les Chambres de commerce et le Parlement économique, par Urbain Gohier; Les documents, par Victor Cambon, etc. notices dignes d'être lues et méditées par nos commerçants, pour la lutte économique d'après-guerre. — J. N.

(1) Un vol. 15 cm. × 16 cm., 127 p. H. Dunod et Pinat, éditeurs. Prix (majoration comprise), broché 3 fr. 60.

(2) 1 vol. in-8° jésus de 1028 p. E. Bandelot, éditeur, 4, rue Cels, Paris, XIVe.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Un nouveau tube à rayons X du « type Coolidge »

Jusqu'à ce jour les installations de radiologie étaient assez complexes du fait que les tubes à rayons X qu'elles actionnaient devaient être alimentés par du courant convenablement redressé. Elles comprenaient donc des transformateurs statiques avec sélecteur d'ondes mécanique ou des bobines d'induction avec interrupteurs et soupapes à vide. Le nouveau tube à rayons X du type Coolidge à radiateur est combiné pour sélectionner lui-même le sens du courant qui doit l'actionner. Il permet donc la simplification extrême de l'appareillage puisqu'il peut être branché directement aux bornes d'un transformateur statique à haute tension.

1. — Un nouveau pas vers le progrès vient d'être réalisé en radiologie grâce au tube Coolidge.

Nous avons déjà relaté l'application de ce nouveau tube à la radiométallographie et parlé des applications nouvelles des rayons X qu'il permet d'espérer [1].

Cette fois le tube Coolidge ne fait pas entrevoir d'application nouvelle, mais vient apporter une telle simplification à l'appareillage radiologique, et particulièrement aux installations de campagne, que nous ne croyons pas qu'il soit exagéré de penser que, dans un avenir très prochain, il amènera la transformation radicale de l'appareillage utilisé actuellement en radiologie médicale.

Sans vouloir nous étendre sur l'ensemble des modifications qu'il va créer et sur lesquelles nous pourrons revenir, nous ne parlerons aujourd'hui que du petit modèle de tube qui a permis la réalisation d'un groupe de campagne d'une extrême simplicité.

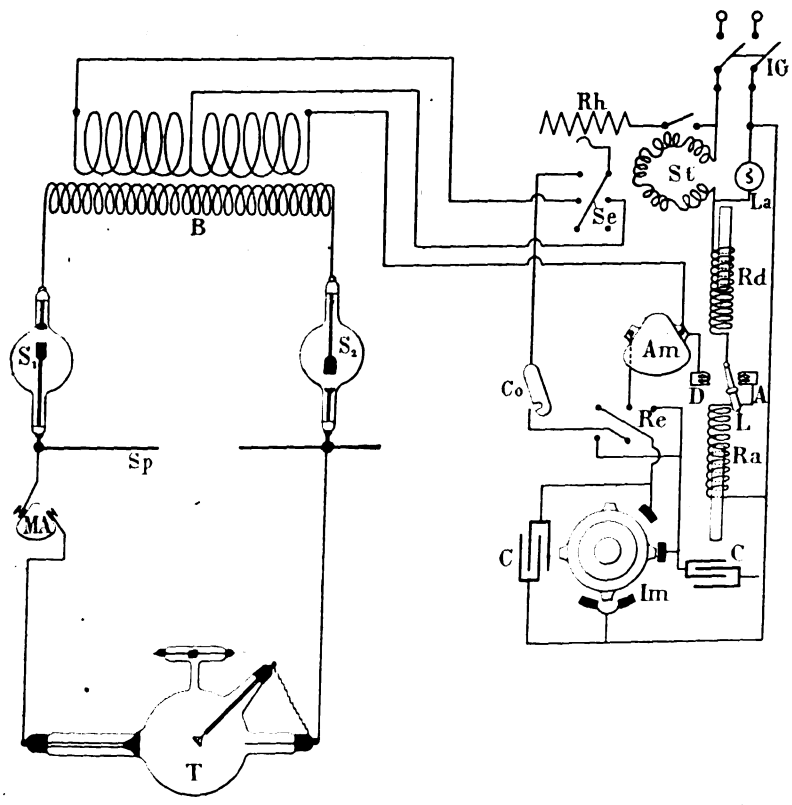


Fig. 1. — Schéma d'une installation radiologique avec bobine d'induction, interrupteur, soupapes et tube à rayons X du type courant.

I G, interrupteur général; Rd, réactance du circuit de démarrage; L, levier de démarrage; Ra, réactance du circuit d'accrochage; C, condensateurs; Re, renverseur; Im, interrupteur à mercure; Rh, rhéostat; Am., ampèremètre; B, bobine d'induction; S1, S2., soupapes; T, tube à rayons X; MA, milliampèremètre; Sp, spintermètre; St, stator du moteur de l'interrupteur; La, lampe témoin; Se, commutateur de self-induction du primaire; D et A, contacts de démarrage et d'accrochage du moteur de l'interrupteur; Co, barrette pour l'utilisation des deux alternances.

2. — Jusqu'à ce jour, les installations transportables comprennent, indépendamment de la source de courant, une bobine d'induction, un interrupteur à mercure avec diélectrique gazeux, un tableau de réglage, deux soupapes à vide, un tube à rayons X du type à gaz. La figure 1 donne un plan schématique de tout cet ensemble.

Deux soupapes à vide sont nécessaires pour intercepter l'onde de fermeture, puisque les tubes à rayons X ordinaires ne doivent être alimentés que par des courants de même sens. Or, ces soupapes n'ont un effet utile qu'à une pression déterminée, susceptible de varier continuellement. Il est donc indispensable de les surveiller constamment pour les entretenir au degré de vide voulu, au moyen des régulateurs, sinon le tube se trouve rapi-

[1] Pilon (H.) Radiométallographie : le tube, l'appareillage, l'application : *R. G. E.*, 12 mai 1917, t. 1, p. 735-740.

Digitized by Google

dement endommagé. Quant au tube à rayons X, lui-même, son émission est fonction également de son état de vide qu'il y a lieu, comme pour les soupapes, de maintenir constant, à la valeur désirée.

Si l'on ajoute à ces manœuvres, minutieuses au moment de l'utilisation, l'entretien de l'interrupteur, on se rend aisément compte de la complexité de l'appareillage.

Il faut dire, il est vrai, que les types de tubes ou soupapes adoptés par l'Armée sont incomparablement plus simples et plus robustes que ceux qui existaient précédemment. Néanmoins leur manœuvre nécessite une main experte et une surveillance constante.

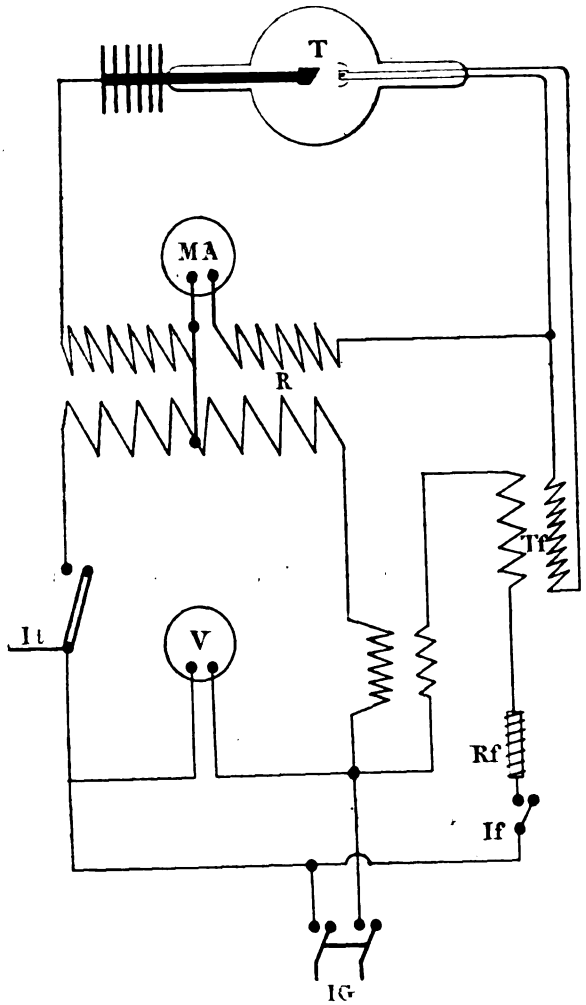


Fig. 2. — Schéma d'une installation radiologique avec transformateur statique et tube à rayons X du type « Coolidge » à radiateur.

T, tube à rayons X; R, transformateur haute tension. MA, milliampèremètre; Tf, transformateur de chauffage du filament du tube; Rf, réglage du courant du filament; If, interrupteur du courant du filament; It, interrupteur du courant du transformateur; IG, interrupteur général.

3. — Le nouveau tube Coolidge permet une installation qui, elle, n'est composée que d'un transformateur et du tube; le schéma de la figure 2 en montre la simplicité. Aucune surveillance, aucun réglage, aucun entretien; **un appareil de mesure et une manette.**

Voilà ce que W.-D. Coolidge et les laboratoires de la General Electric Company viennent de réaliser pour l'armée américaine, grâce au tube que nous allons décrire.

Nous avons dit plus haut que les tubes à rayons X ne devaient être alimentés que par du courant de même sens. Or, les tubes à vide à cathode incandescente ont la propriété [1] de ne laisser passer le courant que si le filament cathode est au potentiel négatif puisque l'émission d'électrons nécessaire au passage de la décharge ne se produit qu'à la cathode.

Dans le tube Coolidge ordinaire, construit uniquement dans le but de supporter aisément des charges considérables, l'anticathode est constituée d'un bloc de tungstène dont le refroidissement n'a lieu que par radiation. En régime normal, cette masse de métal gagne donc rapidement une température élevée à laquelle s'établit l'équilibre entre la chaleur absorbée et celle éliminée par radiation, mais, à cette température élevée, l'émission électronique se produirait à l'anticathode si celle-ci se trouvait au potentiel négatif.

Le tube, dans ce cas, peut donc avoir une conductibilité dyssymétrique, ce qui n'a qu'une importance relative pour le tube Coolidge du type ordinaire, puisqu'il est en général alimenté de courant convenablement redressé.

Dans le tube nouveau (fig. 3), l'anticathode est pourvue d'un dispositif de refroidissement qui la maintient toujours en dessous de la température d'émission.

Si l'on branche ce tube (qui servira lui-même de sélecteur ou de soupape) directement aux bornes d'un transformateur statique de courant alternatif à haute tension, il ne laissera donc plus passer que la phase utile à son fonctionnement.

Le transformateur fournira une tension constante et, comme l'intensité admise par le tube est régie par la température du filament, il devient facile de comprendre que, par le seul réglage de celle-ci, on peut admettre dans le tube toute une gamme d'intensités sous une tension constante.

Si, dans le transformateur, un bobinage spécial est prévu pour l'alimentation du filament, c'est la réduction de l'ensemble au strict minimum nécessaire. Cette réduction d'encombrement et de poids est un avantage considérable en campagne. Quant à la simplification de manœuvre, elle devient absolue et n'a pas une moindre importance.

Il suffit, à l'opérateur, de savoir que, pour telle région à radiographier, il faut telle intensité pendant tant de secondes, pour obtenir un bon cliché.

On voit ainsi que tout cet ensemble de perfectionnements n'est permis que grâce au tube.

Nous avons voulu dire quelques mots sur l'appareillage pour mieux faire saisir l'intérêt de ce nouveau tube.

[1] *R. G. E.*, 12 mai 1917, t. 1, p. 735.

Digitized by Google

4. — Pour tirer de toute cette installation le meilleur rendement possible, il faut que le tube soit susceptible d'être rapproché autant que possible du malade; puisque l'effet du rayonnement décroît suivant le carré de la distance. On a donc intérêt, au point de vue du rendement électrique, à diminuer celle-ci autant que possible. C'est la raison pour laquelle ce tube est de tout petit diamètre (95 mm). Pour permettre son rapprochement du sujet à radiographier et obtenir malgré cela des clichés très nets, le foyer d'émission est d'une grande finesse.

Le miroir anticathodique est constitué d'un disque de tungstène M (fig. 4) noyé dans une masse de cuivre rouge A fondue autour de lui. Cette masse qui, comme aspect, est similaire à celle des tubes ordinaires, est montée sur une longue tige pleine en cuivre T qui passe à travers le verre au moyen d'un collet de platine P; son extrémité extérieure porte un radiateur à ailettes R.

Cet ensemble, qui pèse 850 g environ, a une capacité calorifique de 81 grandes calories, ce qui est largement suffisant pour un modèle de radiologie de campagne auquel on ne demande des régimes de 500 W, par exemple, qu'un temps excessivement court.

Fig. 3. — Tube « Coolidge » à radiateur pour installation radiologique transportable.

Dans le type Coolidge ordinaire, la capacité calorifique de l'anticathode, y compris la barre de molybdène, atteint à peine 10 calories. On voit donc, qu'à condition égale, il serait beaucoup plus long de porter au rouge l'anticathode de ce petit modèle que celle du tube du premier type; de plus, la chaleur produite dans le cuivre est rapidement éliminée dans l'air par le radiateur. C'est cette absence de radiation calorifique de l'anticathode qui a permis du reste de diminuer le diamètre du ballon dans de telles proportions.

5. — Nous avons vu plus haut qu'il était indispensable, pour que l'ensemble de l'installation fonctionne, que le tube sélectionne parfaitement son courant.

Or, les radiographes qui ont employé certains tubes à miroir de tungstène noyé dans du cuivre ont quelquefois remarqué, qu'à forte intensité, le miroir devenait rouge au point d'impact. Aussi pourrait-on craindre que le même phénomène se produisant dans ce tube, il ne devienne dyssymétrique. Si ce cas se produisait, à la suite d'une charge excessive dépassant les limites pré-

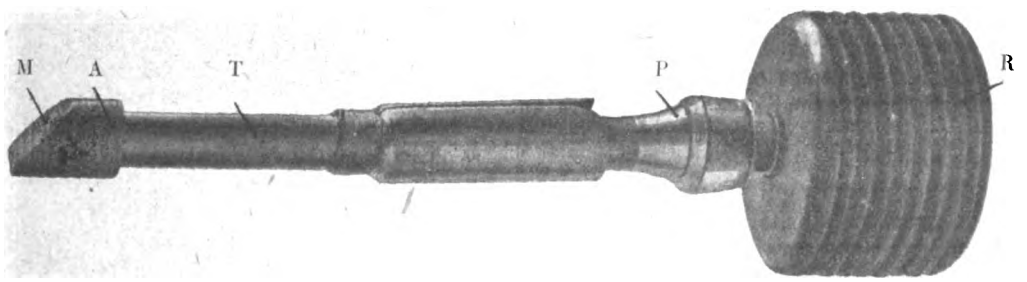


Fig. 4. — Anticathode du tube « Coolidge » à radiateur.

vues pour ce tube, alors interviendrait pour parer à cet inconvénient un phénomène signalé par Langmuir. Celui-ci a constaté que la moindre trace d'oxygène paralysait l'émission électronique du tungstène.

Or, dans ce tube, lors du pompage, le cuivre n'a pas pu être porté à l'incandescence. Il en résulte probablement qu'une quantité suffisante d'oxygène est restée dans l'anticathode et se trouve libérée dans le cas d'un échauffement trop grand. Cette trace est suffisante pour paralyser, d'une façon effective, l'émission électronique.

Etant donnés les dispositifs de refroidissement, il est vraisemblable que ce phénomène n'a pas à intervenir, mais il est intéressant de savoir qu'il pourrait avoir un rôle efficace dans le cas d'une exagération d'intensité.

Quant à la limite d'intensité admise par ce tube, elle est de 10 milliampères sous 55 000 à 60 000 V, ce qui correspond à une distance explosive de 15 cm entre pointes, ce, pour des poses courtes.

En marche continue, il supporte aisément 4 à 5 milliampères pour cette même tension. Ce sont, on le voit, des constantes largement suffisantes pour tous les travaux de radiologie de campagne.

Et l'on peut ajouter que son petit diamètre permet la réalisation pratique de la stéréoscopie. Sur un appareillage du type dont nous venons de parler, il suffit de brancher un tube sur chacune des ondes.

Digitized by Google

La cathode du nouveau tube diffère un peu de celle des tubes Coolidge ordinaires; le filament est au fond d'une sorte de coupelle qui a été établie de telle sorte que le centrage du faisceau cathodique permette d'obtenir un point d'impact excessivement fin.

Tube et appareillage combinés l'un pour l'autre forment un ensemble qui paraît réunir toutes les qualités d'un appareillage de campagne, d'une remarquable simplicité, puisque le tube ne demande aucune surveillance; une seule manette permet de le placer au régime voulu où il reste constant. Ses qualités de redresseur suppriment l'emploi des soupapes et permettent d'utiliser un transformateur statique qui remplace la bobine et son interrupteur. « Suppression des soupapes et de l'interrupteur » doit être le mot de la fin qui parlera à tous les radiographes.

H. Pilon.

Étude de la tarification de l'énergie en fonction du facteur de puissance

Compteurs et wattmètres spéciaux

On sait qu'en raison de l'augmentation que prend chaque jour la valeur du facteur de puissance sur les réseaux de distribution et des multiples inconvénients qui en résultent, l'Union des Syndicats de l'Electricité a nommé une Commission, dite Commission du déphasage, chargée d'étudier les moyens d'améliorer le facteur de puissance. L'un de ces moyens consiste à faire payer au client l'énergie réactive. Il a donné lieu à plusieurs études dont l'une, due à M. Iliovici, a été présentée à l'avant-dernière séance de la Commission ainsi qu'à la séance de mai de la Société française des Electriciens. A la dernière séance de la Commission du déphasage, M. Iliovici a rapporté les conclusions de son étude; ce sont ces conclusions qui sont publiées ci-dessous.

Une tarification rationnelle de l'énergie électrique fournie par des courants alternatifs doit tenir compte du cos φ des installations.

Le prix de l'énergie active doit être d'autant plus élevé que le cos φ de l'installation est plus faible.

Pour arriver à ce résultat on peut employer des méthodes directes ou indirectes.

Dans les méthodes indirectes on mesurera l'énergie active par un compteur normal et l'on appliquera au kilowatt-heure un prix suivant le cos φ moyen. Il faudra alors déterminer celui-ci.

Dans les méthodes directes qui sont plus indiquées, surtout pour la grande majorité des installations, on emploiera un ou deux compteurs qui tiendront compte de l'énergie active et de la façon dont elle est utilisée.

La formule de tarification la plus convenable est celle qui consiste à faire payer à l'abonné ce que nous appellerons l'*énergie indiquée* W_i, définie, en courants sinusoïdaux par l'expression.

$$(1) \qquad W_i = \Sigma\,[UI\cos\varphi + AUI\sin\varphi]\,\Delta t.$$

Le coefficient A devrait être, à notre avis, le même pour tous les réseaux et tous les abonnés. Sa valeur devrait être comprise entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{3}$ pour la fréquence normale du réseau. Nous adoptons $A = 0{,}3$.

Le prix de l'unité d'énergie indiquée sera choisi de façon que le prix du kilowatt-heure actif soit le même qu'actuellement pour un cos φ approprié, qui pourra être compris entre 0,9 et 0,8.

Si l'on adopte pour A une valeur inférieure à $\frac{1}{3}$ presque tous les compteurs actuels pourront être transformés facilement en compteurs d'énergie indiquée, sans grand changement dans leurs qualités techniques.

On peut employer divers dispositifs pour obtenir des compteurs d'énergie réactive ou d'énergie indiquée.

a) Pour avoir un compteur d'induction d'énergie réactive, il suffit de s'arranger de façon que le circuit « volts » ait une réactance négligeable devant sa résistance, les autres éléments restant à peu près les mêmes que pour un compteur d'énergie active.

b) Dans un compteur électrodynamique, il faut mettre une capacité dans l'équipage mobile de façon que la résistance du circuit « volts » soit négligeable devant sa capacitance.

c) On peut mettre aussi une bobine de réactance en série avec l'équipage mobile.

d) Pour obtenir un compteur d'induction d'énergie indiquée, on se servira d'éléments de compteur d'énergie active et d'éléments de compteur d'énergie réactive. On peut aussi monter sur le même électro-aimant une bobine « volts » à forte réactance et une à réactance négligeable devant sa résistance, les deux circuits étant groupés en dérivation sur la tension du réseau.

e) Pour circuits polyphasés on groupera convenablement les éléments précédents.

f) On peut aussi constituer des compteurs d'énergie réactive pour circuits polyphasés avec des éléments de

Digitized by Google

Tableau I.

cos φ	formule (2)	formule (3)	formule (1) $A=\frac{1}{4}$ déph. arr.	$A=\frac{1}{4}$ déph. av.	$A=\frac{1}{3}$ déph. arr.	$A=\frac{1}{3}$ déph. av.	$A=\frac{1}{2}$ déph. arr.	$A=\frac{1}{2}$ déph. av.	$A=1$ déph. arr	$A=1$ déph. av.
1.....	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,9.....	1,11	1,04	1,12	0,88	1,16	0,84	1,24	0,76	1,48	0,52
0,8.....	1,25	1,08	1,19	0,8	1,25	0,75	1,37	0,63	1,75	0,25
0,7.....	1,43	1,14	1,25	0,75	1,34	0,66	1,51	0,5	2,02	0
0,6.....	1,67	1,22	1,33		1,45		1,67		2,33	
0,5.....	2,0	1,33	1,43		1,58		1,87		2,73	
0,4.....	2,5	1,5	1,57		1,76		2,15		3,3	
0,3.....	3,33	1,78	1,8		2,06		2,6		4,17	
0,2.....	5	2,34	2,23		2,64		3,46		5,9	
0,1.....	10	4	3,5		4,33		6		11	
0.....	8	∞	∞		∞		∞		∞	

Tableau II.

cos φ	formule (2)	formule (3)	formule (1) $A=\frac{1}{4}$ déph. arr.	$A=\frac{1}{4}$ déph. av.	$A=\frac{1}{3}$ déph. arr.	$A=\frac{1}{3}$ déph. av.	$A=\frac{1}{2}$ déph. arr.	$A=\frac{1}{2}$ déph. av.	$A=1$ déph arr.	$A=1$ déph. av.
1.....	0,9	0,96	0,89	0,89	0,86	0,86	0,81	0,81	0,67	0,67
0,9.....	1	1	1	0,79	1	0,72	1	0,61	1	0,35
0,8.....	1,12	1,04	1,06	0,67	1,08	0,64	1,1	0,51	1,18	0,17
0,7.....	1,29	1,1	1,12	0,59	1,16	0,57	1,22	0,4	1,36	0
0,6.....	1,5	1,18	1,19		1,25		1,35		1,57	
0,5.....	1,8	1,28	1,28		1,36		1,51		1,84	
0,4.....	2,25	1,45	1,4		1,52		1,73		2,22	
0,3.....	3	1,72	1,6		1,78		2,1		2,8	
0,2.....	4,5	2,26	2		2,28		2,8		4	
0,1.....	9	3,85	3,1		3,7		4,8		7,4	
0.....	∞	∞	∞		∞		∞		∞	

Tableau III

cos φ	formule (2)	formule (3)	formule (1) $A=\frac{1}{4}$ déph. arr.	$A=\frac{1}{4}$ déph. av.	$A=\frac{1}{3}$ déph. arr.	$A=\frac{1}{3}$ déph. av.	$A=\frac{1}{2}$ déph. arr.	$A=\frac{1}{2}$ déph. av.	$A=1$ déph. arr.	$A=1$ déph. av.
1.....	0,8	0,92	0,84	0,84	0,8	0,8	0,73	0,73	0,57	0,57
0,9.....	0,89	0,96	0,94	0,74	0,93	0,67	0,9	0,55	0,85	0,3
0,8.....	1	1	1	0,67	1	0,6	1	0,46	1	0,14
0,7.....	1,15	1,05	1,05	0,63	1,07	0,53	1,1	0,36	1,15	
0,6.....	1,34	1,13	1,12		1,16		1,21		1,33	
0,5.....	1,6	1,23	1,2		1,26		1,36		1,56	
0,4.....	2	1,4	1,32		1,41		1,56		1,9	
0,3.....	2,66	1,64	1,51		1,65		1,9		2,4	
0,2.....	4	2,16	1,87		2,11		2,5		3,4	
0,1.....	8	3,7	2,9		3,5		4,4		6,3	
0.....	∞	∞	∞		∞		∞		∞	

Digitized by Google

compteur d'énergie active. en montant les circuits « volts » de façon que la différence de potentiel à leurs bornes soit en quadrature avec celle qui correspond à un courant traversant leur circuit « ampères ».

Pour l'étalonnage des compteurs d'énergie réactive et d'énergie indiquée, il faut tenir compte de leurs conditions de fonctionnement.

Les compteurs des types a) et b) donnent théoriquement des indications proportionnelles à la fréquence; les compteurs d'énergie indiquée des types d) et e) donnent, théoriquement, des indications dans lesquelles le terme en sinus est proportionnel à la fréquence.

Pour les courants non sinusoïdaux, l'énergie réactive indiquée par ces compteurs est de la forme

$$K\omega P_r,$$

P_r étant égal à

$$-\frac{1}{\omega T}\int_0^T I\,du.$$

Les appareils étalons devraient indiquer la même quantité. On peut se servir pour mesurer le terme en sinus, d'un puissancemètre d'énergie réactive, qui est analogue à un wattmètre étalon, sauf que le circuit « volts » est formé d'un condensateur en série avec le cadre mobile, la résistance du cadre étant négligeable devant la capacitance de ce circuit.

Les compteurs f spéciaux pour courants polyphasés sont théoriquement indépendants de la fréquence. Leurs indications, en courants non sinusoïdaux, dépendent de leur montage.

On les étalonnera à l'aide de wattmètres étalons normaux montés sur le circuit d'utilisation de la même façon que le compteur.

Les deux autres formules proposées

$$(2) \qquad \Sigma UI\Delta t,$$

et

$$(3) \qquad \Sigma\left(\frac{2}{3}UI\cos\varphi+\frac{1}{3}UI\right)\Delta t,$$

ont surtout les inconvénients suivants :

1° Elles ne tiennent pas compte du signe de l'angle φ;

2° L'énergie apparente ne se *conserve* pas;

3° Il paraît difficile de construire des compteurs pouvant mesurer avec assez d'exactitude les quantités précédentes quel que soit le cos φ de l'installation. Les compteurs que M. Ricardo Arno a fait construire dans ce but ne donnent des résultats pratiquement exacts que pour cos φ compris entre 0,9 et 0,5, le courant étant en retard sur la tension. Pour cos φ voisin de 1 ou pour les déphasages en avant, ces appareils retardent sur les formules (2) et (3).

Les tableaux I, II et III indiquent le prix du kilowatt-heure actif en fonction du cos φ, lorsqu'on applique les formules de tarifications (1) (2) ou (3). Dans le tableau I ce prix est supposé égal à 1 pour cos $\varphi = 1$, dans le tableau II, il est supposé égal à 1 pour cos $\varphi = 0{,}9$ et dans le tableau III pour cos $\varphi = 0{,}8$.

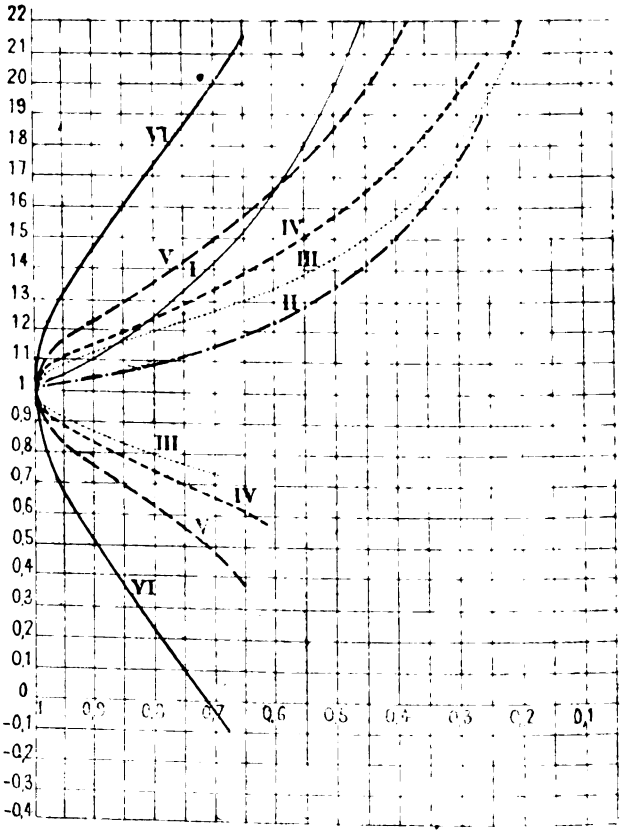


Fig. 1. — Variation du prix du kilowatt-heure en fonction du cos φ.

Courbe I. — Par l'application de la formule $W_a = \Sigma UI\Delta t$.

Courbe II. — Formule $\Sigma\left(\frac{2}{3}UI\cos\varphi+\frac{1}{3}UI\right)\Delta t$.

Courbes III, IV, V, VI. — Formule $\Sigma(UI\cos\varphi + AUI\sin\varphi)\Delta t$ avec respectivement $A = \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1$.

Les courbes (fig. 1 sont la reproduction graphique du tableau I.

A. Ilovici.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Projet d'unification des filetages des culots de lampes et supports de lampes à vis Edison (*Suite et fin*)

L'unification des filetages Edison du type Goliath a conduit à la détermination d'un ensemble de règles donnant les dimensions non seulement de ce type, mais encore des autres types existants ou à venir; ces dimensions ont été comparées d'abord avec celles des différents systèmes déjà en vigueur, puis avec des échantillons de provenances diverses; et les dimensions proposées ont été résumées dans des conclusions. L'observation de ces conclusions devant amener l'interchangeabilité et celle-ci ne pouvant être garantie que par l'application rigoureuse et dans les limites permises du système proposé, il est indispensable que la fabrication soit continuellement surveillée à l'aide de calibres appropriés. L'étude de ces calibres et de leur emploi conduit finalement à la construction de calibres types constituant la garantie et la base tangible de tout le système. Les rapports des Comités anglais et américains qui ont étudié la même question sont communiqués en annexes.

X. — **Calibres.** — Certaines méthodes ont déjà été étudiées pour la vérification des dimensions des filetages Edison. Nous allons les résumer ci-après :

1° Compagnie générale d'Électricité. — Le principe fondamental adopté semble être le suivant :

Pour que les filetages vissent, les culots de lampes ne doivent pas être trop grands, les supports de lampes ne doivent pas être trop petits. Le calibre pour le culot de lampe est donc constitué par une bague filetée aux diamètres D_l et d_l maxima avec le profil correspondant (fig. 11).

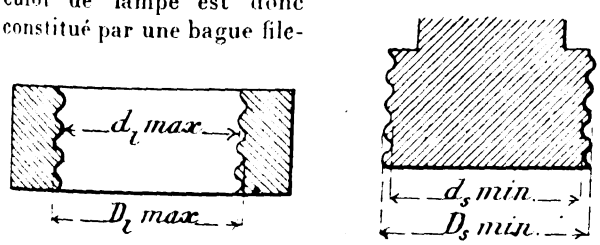


Fig. 11.

Tout culot de lampe qui ne pénètre pas dans cette bague est donc trop grand et doit être rejeté.

Le calibre pour les supports de lampes consiste en un tampon fileté aux diamètres D_s et d_s minima, avec le profil correspondant.

Tout support de lampe qui ne recevrait pas ce tampon est trop petit et doit être écarté.

Il est en outre prévu une limite que les bagues et tampons ne devront pas dépasser par suite de leur usure : cette limite étant atteinte, les calibres sont considérés comme inutilisables.

On est ainsi certain que les culots de lampes entreront toujours dans les supports de lampes du même système.

2° Standards Committee américain. — La vérification est, dans ce système, obtenue par les calibres décrits de la façon suivante dans le rapport du Standards Committee américain.

Pour chaque dimension de coquille vis de lampe, il y aura deux anneaux jauges, ou calibres filetés, pour commander le diamètre du fond de filet à l'extérieur et la forme du filet (fig. 12).

De même, deux anneaux jauges cylindriques pour commander le diamètre au haut du filet à l'extérieur.

Pour chaque dimension de coquille vis de douille il y aura deux bouchons jauges filetés, pour commander le diamètre en haut du filet et la forme du filet.

De même, deux bouchons jauges cylindriques pour commander le diamètre du fond de filet à l'intérieur.

Ces jauges seront marquées respectivement « GO » (va) et « NOT GO » (ne va pas) selon leurs dimensions.

3°. — V. D. E. — Le système V. D. E. ne fixe pas pour les culots de lampes de d_l minimum ni pour les supports de lampes de D_s maximum. Nous avons montré, page 49 l'inconvénient qui en résulte pour la réalisation de la forme du filet.

Il s'ensuit que, pour les culots de lampes, il n'est pas prévu de calibre pour d_l minimum. Ces culots sont vérifiés à l'aide d'une bague filetée pour D_l et d_l maxima. Tout culot de lampe plus grand n'y entre pas et est écarté. Pour contrôler ensuite si D_l n'est pas trop petit, on se sert d'une bague lisse dont le diamètre du trou est égal à D_l minimum, tout culot de lampe plus petit y entre et est écarté (fig. 13).

Digitized by Google

En ce qui concerne les supports de lampes, il n'est pas prévu de calibre pour D_s maximum, puisqu'il n'y a pas de maximum imposé pour ce diamètre.

Les supports de lampes sont vérifiés par un tampon fileté aux diamètres D_s et d_s minima; tout support de lampe dans lequel ce tampon n'entre pas est plus petit que le minimum et est écarté.

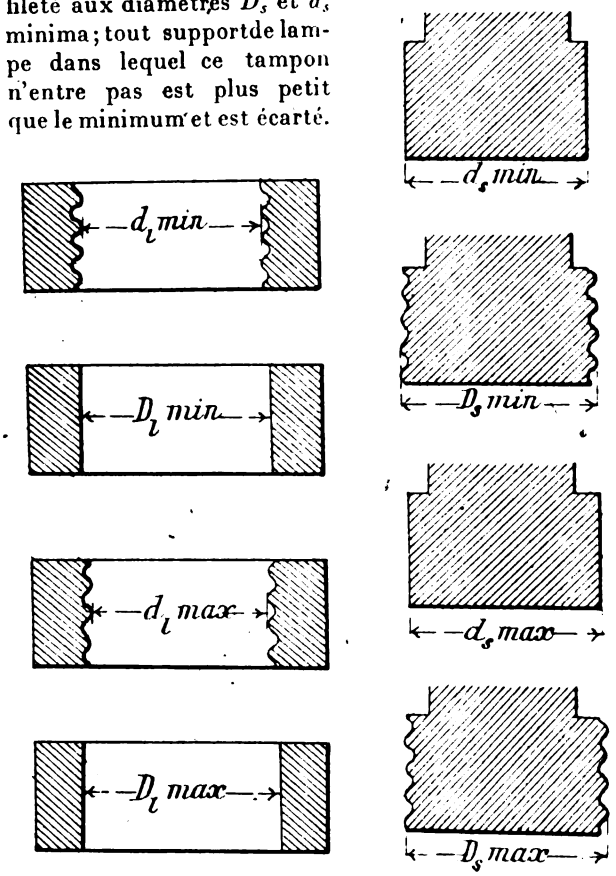


Fig. 12.

Enfin, on vérifie d_s maximum avec un tampon lisse, tout support de lampe où entre ce tampon est plus grand que le maximum et doit être rejeté.

Les limites de tolérances

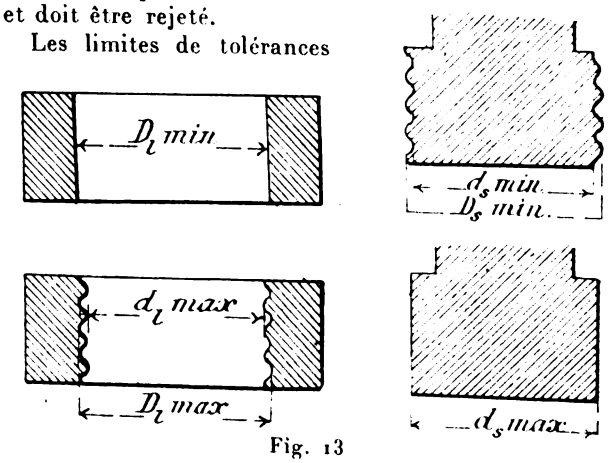


Fig. 13

imposées sont ainsi toutes vérifiées et cette manière de faire présente une certaine simplicité due, comme nous le disions plus haut, à l'absence de limite minimum pour d_l et de limite maximum pour D_s.

Rappelons encore que ces diamètres d_l et D_s ne doivent pas être exagérés en plus ou en moins et pourraient même tomber dans l'absurde par exagération.

Il faut donc limiter cette exagération pour éviter toutes contestations par la suite entre constructeurs et consommateurs.

4° Système proposé. — Nous avons proposé d'adopter pour chaque diamètre une limite maximum et une limite minimum.

Il faut donc que chacune de ces limites soit vérifiée.

a) *Culots de lampes.* — Au point de vue des minima,

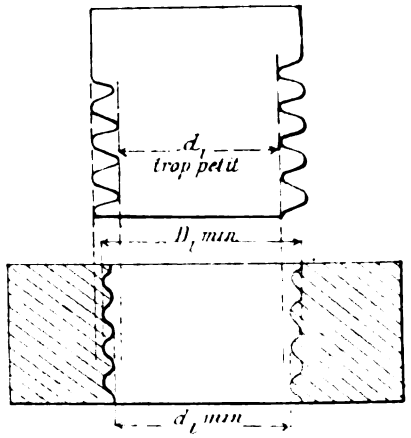


Fig. 14.

il est clair qu'il faut mesurer séparément le diamètre sur le filet et à fond de filet des culots de lampes.

Si en effet, avec une même bague filetée aux deux diamètres minima (fig. 14), on essayait un culot de lampe, il se pourrait que le D_l soit plus grand que le minimum et, en conséquence, n'entrant pas dans la

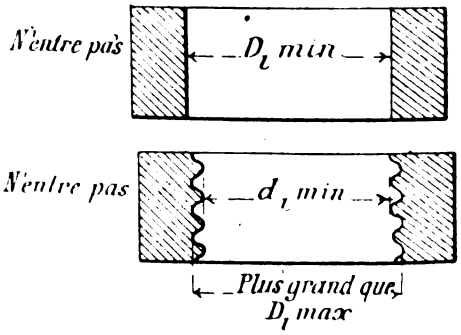


Fig. 15.

bague, fasse considérer ce culot comme acceptable, bien que d_l soit trop petit. Nous estimons que deux bagues minima sont nécessaires.

La première est une bague lisse dont le trou est égal à D_l minimum (fig. 15).

Tout culot de lampe qui entrerait dans cette bague

Digitized by Google

est considéré comme ayant D_l plus petit que le minimum et est écarté.

Le diamètre d_l, à son tour, est vérifié par une deuxième bague filetée à d_l minimum, mais avec D_l plus grand que le maximum de façon à ne faire en aucun cas intervenir celui-ci.

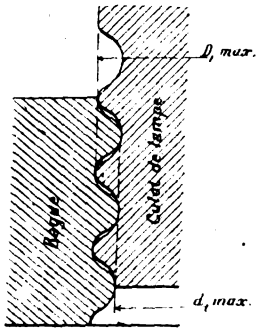


Fig. 16.

Tout culot de lampe qui entrerait dans cette deuxième bague est considéré comme ayant d_l plus petit que le minimum et est éliminé. Les diamètres minima sont donc ainsi vérifiés.

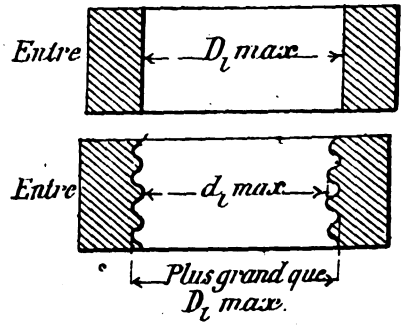


Fig. 18 et 19.

Nous reconnaissons que la forme du filet minimum n'est pas contrôlée dans tous ses contours.

Mais nous remarquons que si la forme de ce filet était inférieure au minimum, bien que les diamètres tant maxima que minima soient respectés, on ne pourrait qu'obtenir des saillants trop aigus, qui ne s'opposeraient dans aucun cas à la pénétration (fig. 16).

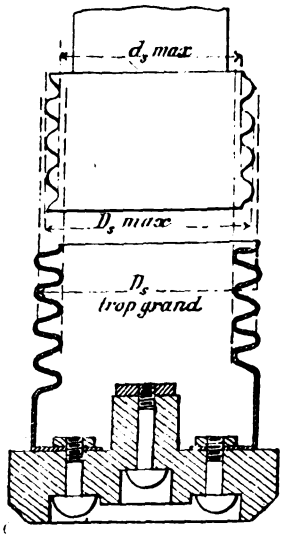


Fig. 20.

Il n'en est pas de même pour les maxima. Rien ne doit être en excédent du profil et des diamètres maxima.

Il est très facile de s'en assurer, à l'aide d'une troisième bague filetée, aux diamètres D_l et d_l maxima, avec le profil correspondant (fig. 17). Tout culot de lampe qui aurait une dimension quelconque plus grande que les maxima dans ses diamètres ou son profil n'entre pas dans cette bague et doit être écarté de la vente.

Les trois calibres définis ci-dessus vérifient donc tous les éléments minima et maxima des culots de lampes et si satisfaction a été donnée à chacun d'eux nous pouvons considérer la vérification comme terminée.

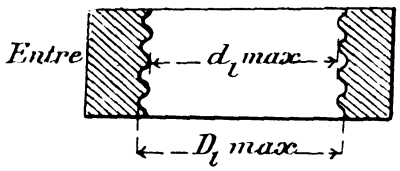


Fig. 17.

Nous avons dit que la bague filetée maximum vérifie à la fois trois données : le diamètre D_l maximum, le diamètre d_l maximum et le profil du filet.

Si cependant d'importantes quantités de culots de lampes étaient constatés trop grands, il faudrait remédier à une fabrication défectueuse et, en conséquence, il serait nécessaire de savoir quelle est celle de ces trois dimensions qui dépasse le maximum.

Nous proposons alors de faire intervenir deux autres calibres, ne faisant pas partie de la vérification proprement dite, mais déposés par exemple entre les mains du chef de la fabrication pour procéder à la détermination du ou des diamètres en défaut.

Une première bague lisse (fig. 18) vérifie D_l maximum. Si le culot de lampe défectueux passe dans cette bague, D_l est bon, et le défaut n'est pas là. Si le culot ne passe pas dans cette bague lisse, c'est que D_l est trop grand et il faut examiner la fabrication à ce point de vue.

Une deuxième bague filetée (fig. 19) vérifie d_l maximum, mais cette dimension seule, et pour y arriver, on a eu soin de tenir D_l plus grand que le maximum.

Si le culot de lampe refusé visse dans cette bague, d_l n'est pas trop grand et le défaut est ailleurs. S'il ne visse pas dans la bague, il est acquis que d_l est trop grand et il faut remédier à la fabrication dans ce sens.

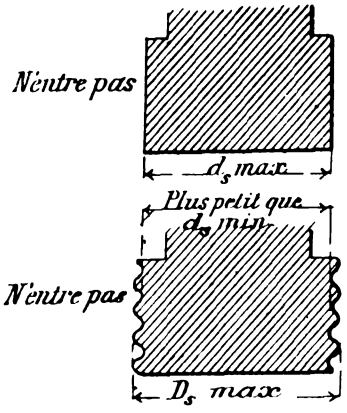


Fig. 21.

Enfin, si le culot de lampe reconnu comme trop grand donne satisfaction à ces deux derniers calibres, le défaut ne peut plus incomber qu'à la forme du filet et, en conséquence, on surveille ce point dans la construction.

Il se peut enfin que le culot de lampe constaté trop grand ne donne satisfaction à aucune de ces deux bagues. C'est donc qu'à la fois D_l et d_l sont trop grands et, en conséquence, il y a lieu de les rectifier en obser-

Digitized by Google

vant l'exactitude des contours du profil du filet.

b) *Supports de lampes.* — Le raisonnement que nous venons de faire pour les culots de lampes est applicable aux supports de lampes. Les diamètres maxima des supports de lampes ne peuvent être vérifiés par un seul tampon fileté.

En effet, si le diamètre d_s seul était plus petit que le maximum, le tampon n'entrerait pas et pourrait faire considérer le support de lampe comme acceptable, bien que D_s soit peut-être trop grand (fig. 20).

Nous admettons donc deux tampons pour vérifier les maxima des supports de lampes.

Le premier tampon est lisse au diamètre d_s maximum (fig. 21).

Tout support qui admettrait ce tampon est plus grand que le maximum et doit être rebuté.

Le diamètre D_s est vérifié par un deuxième tampon (fig. 21) fileté à D_s maximum, mais avec d_s plus petit que le minimum pour être certain que celui-ci n'intervienne pas pour cette opération, Tout support de lampe admettant ce deuxième tampon est trop grand et est éliminé.

Les diamètres maxima sont donc ainsi vérifiés.

Cette fois encore le profil du filet n'est pas vérifié dans toute son étendue.

Mais remarquons que si la forme de ce filet était plus grande que le maximum, bien que les diamètres tant maxima que minima soient respectés, on ne

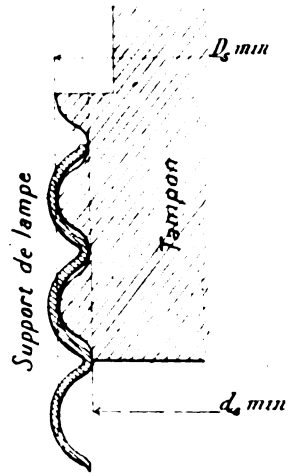


Fig. 22.

pourrait avoir dans le support de lampe que des saillants trop aigus, qui ne s'opposeraient dans aucun cas à la pénétration (fig. 22).

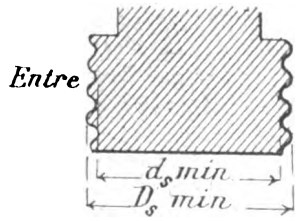


Fig. 23.

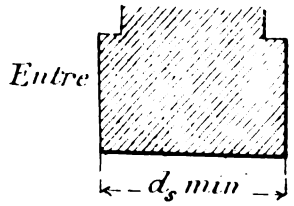


Fig. 24.

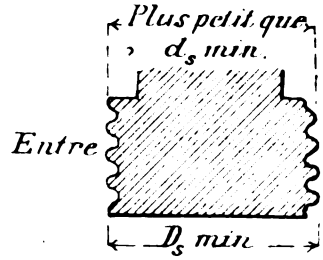


Fig. 25

Le cas est différent pour les minima, car rien ne doit être inférieur au profil et diamètre minimum, ce qu'on vérifie au moyen d'un troisième tampon fileté aux diamètres D_s et d_s minima avec le profil correspondant (fig. 23).

Tout support qui refuserait ce tampon a l'un de ses éléments en dessous des minima et est rebuté.

Si une certaine quantité de supports de lampes étaient reconnus inférieurs aux minima, nous proposons, pour localiser le défaut, d'employer deux autres tampons en quelque sorte auxiliaires, et ne faisant pas partie de la vérification proprement dite.

Le premier tampon est lisse et vérifie d_s minimum seul (fig. 24).

Le second tampon est fileté et vérifie D_s minimum seulement, car d_s est, sur le tampon, inférieur à d_s minimum (fig. 25).

Tout support de lampe qui refuse l'un ou l'autre de ces tampons est inférieur aux minima, soit pour D_s, soit pour d_s, et pour les deux ensemble s'il refuse les deux tampons.

Si le support de lampe admet les deux tampons, c'est que le contour de la forme du filet est défectueux.

Si les deux tampons n'entrent pas, les deux diamètres du support de lampe sont trop petits et il y a lieu de les rectifier en observant l'exactitude des contours du profil du filet.

Nous constatons que tous les diamètres sont vérifiés et qu'en outre la forme du filet est contrôlée sur toutes ses parties pour le culot de lampe maximum et le support de lampe minimum, c'est-à-dire dans les cas essentiels pour la pénétration des filetages.

Il y aurait donc trois calibres de vérification applicables à chaque type de culot de lampe, soit :

1 bague lisse pour D_l minimum (fig. 15).

1 bague filetée pour d_l minimum et les fonds de filets fig. 15).

1 bague filetée pour D_l et d_l maxima et la forme entière du filet (fig. 17).

En outre, 2 calibres auxiliaires pour la contre-épreuve des culots de lampes plus grands que les maxima et éliminés pour ce fait, soit :

1 bague lisse pour D_l maximum (fig. 18).

Digitized by Google

1 bague filetée pour d_l maximum (fig. 19).

De même, il y aurait 3 calibres de vérification pour chaque type de support de lampe, soit :

1 tampon lisse pour d_s maximum (fig. 21).

1 tampon fileté pour D_s maximum et les fonds de filet (fig. 21).

1 tampon fileté pour D_s à d_s minima et la forme entière du filet (fig. 23).

Et deux calibres auxiliaires pour les supports éliminés comme étant en dessous des minima, soit :

1 tampon lisse pour d_s minimum (fig, 24).

1 tampon fileté pour D_s minimum (fig. 25).

En résumé, il y aurait donc pour chacun des 4 types de 36, 24, 12 et 8 mm :

Pour le culot de lampe { 3 calibres de vérification. / 2 calibres auxiliaires.

Pour support de lampe { 3 calibres de vérification. / 2 calibres auxiliaires.

Soit, par type, 10 calibres et 40 calibres en tout pour les 4 types.

On ne peut se borner à la vérification des diamètres et du filet. Les calibres que nous venons de décrire fixent simplement la question de la vis proprement dite et de son écrou.

Il faudra ensuite que les calibres mis entre les mains des vérificateurs, contrôlent, en outre des filetages et autant que possible en même temps, les dimensions accessoires :

Pour les culots de lampes. { la longueur de la partie filetée C_l. / la longueur du talon A_l

Pour les supports de lampes. { la longueur de la partie filetée C_s. / la hauteur de la chemise en dessus du contact B_s.

De même, il serait désirable, pour la vérification de grandes quantités d'appareils, que les bagues et tampons filetés soient non pas vissés simplement à la main, mais animés d'un mouvement de rotation mécanique rapide avec changement de sens automatique pour dévisser si le culot de lampe ou le support de lampe doit être accepté.

Il serait dans ce cas nécessaire de provoquer automatiquement l'arrêt du mouvement de rotation, si la pièce doit être refusée.

Mais ce sont là des études du domaine d'expérience pratique et que nous ne pouvons qu'indiquer (1).

(1) Au cours des essais faits sur les échantillons en notre possession, nous avons remarqué que deux pièces ne vissant pas de prime abord peuvent, à la suite de tentatives répétées, arriver quand même à s'épouser, les légères ovalisations ou aspérités qui s'opposaient à la pénétration s'étant nivelées réciproquement par le frottement.

Nous avons pensé que la vérification par les calibres pourrait peut-être amener un résultat analogue et donner aux pièces une sorte de mise en forme susceptible de faire disparaître de légers défauts.

La bague filetée maximum et le tampon fileté minimum serviraient en quelque sorte de conformateur pour le culot de lampe et le support de lampe.

Cette question pourrait être examinée au cours de fabrications importantes.

Les calibres sont la garantie du respect des dimensions.

Leur importance est donc primordiale pour l'application d'un système. Aussi doivent-ils être parfaitement exacts, construits en acier, autant que possible trempés ou cémentés, rectifiés et polis.

Les calibres doivent porter l'indication du type qu'ils sont destinés à vérifier.

Ils doivent porter l'indication de la dimension qu'ils sont destinés à contrôler.

Ils doivent, suivant cette dimension, être marqués « entre » ou « n'entre pas », pour bien préciser leur mode d'emploi (1).

Par exemple, sur la bague lisse D_l minimum, pour le type de 36 mm, on marquerait :

36 mm D_l min. n'entre pas.

et sur la bague filetée D_l et d_l maxima pour le type de 36 mm, on marquerait :

36 mm D_l max. d_l max. entre.

Des calibres étalons, dûment vérifiés par les laboratoires compétents doivent être déposés au siège du groupement pour permettre aux constructeurs de les comparer à tout moment avec les calibres de vérification en leur possession.

Nous espérons ainsi obtenir des pièces toujours interchangeables et arriver ainsi pour les filetages Edison à notre but d'unification.

Ch. ZETTER.

ANNEXE I. — Engineering Standards Committee américain. — Rapport du Comité d'unification des filets spéciaux, filets des coquilles à vis pour douilles électriques et lampes.

A la Société américaine des Ingénieurs-mécaniciens :

1. — Votre Comité, désigné le 1er mai 1914 pour s'occuper de l'unification des filets spéciaux, a l'honneur de vous donner ci-après son rapport sur les filets laminés sur des coquilles en feuille de métal.

2. — En juin 1912, quelques constructeurs de matériel et de lampes ont tenu une réunion pour essayer d'unifier ces filets et sont arrivés à un compromis pour ceux qui étaient alors en usage.

3. — Comme il a paru utile de reviser certains points du type de 1912, une autre réunion de fabricants a été tenue le 18 mars 1914 et convint de saisir de la question l'American Society of Mechanical Engineers. De là, la désignation de votre Comité.

4. — Votre Comité a tenu deux réunions pour l'étude du sujet, tenu nombre de conférences avec les fabricants, enfin, correspondu en détail avec 38 des principaux fabricants choisis. On n'a apporté que de légers

(1) Ces appellations « entre » ou « n'entre pas » sont peu employées en France, mais il serait à désirer de les voir se généraliser comme elles le sont en Amérique, afin de faciliter la compréhension de l'usage des calibres.

Digitized by Google

changements au type déjà accepté, et 27 des 38 fabricants ont accepté les nouvelles règles, les 11 autres, autant que nous avons pu le savoir, les utilisant déjà dans leur fabrication. Aucune objection n'a été soulevée.

5. — Un examen des types allemands des pièces correspondantes de dimension moyenne, telles que données par J.-E. Reinecker, montre que l'on emploie le même nombre de filets par pouce qu'en Amérique, mais que la profondeur du filet est plus grande et que les diamètres sont différents. En conséquence, on n'a pas jugé à propos de considérer ce type.

6. — Les types recommandés sont en conséquence spécifiés ci-dessous pour quatre dimensions de filets mâles et femelles. Les coquilles correspondantes sont employées : les mâles pour les lampes, bouchons fusibles, bouchons de prise de courant, etc..., les femelles pour les douilles, réceptacles et autres pièces analogues.

Les pièces mâles sont d'ordinaire désignées comme *vis de lampes* et les femelles comme *vis de douilles*.

7. — Dimension Miniature :

	DIAMÈTRES TYPES	
	VIS DE DOUILLES	VIS DE LAMPES
Jauge ou calibre inférieur (passe	0,3775 inch	0,3750 inch
Pour le haut du filet	9,588*	9,525*
Calibre supérieur (ne passe pas)	0,3835	0,3700
	9,741*	9,398*
id. supérieur (ne passe pas), fond du filet...	0,3435	0,330
	8,725*	8,382*
id. inférieur (passe), fond du filet.....	0,3375	0,3300
	8,572*	8,509*
Nombre de filets au pouce...	14	14
Profondeur du filet.....	0,020	0,020
	0,508*	0,508*

8. — Dimension Candelbra :

	VIS DE DOUILLES	VIS DE LAMPES
Calibre inférieur, haut du filet..	0,470 inch	0,465 inch
	11,938*	11,811*
Calibre supérieur, haut du filet	0,476	0,460
	12,090*	11,684*
Calibre inférieur, fond du filet	0,420	0,415
	10,668*	10,541*
Calibre supérieur, fond du filet.	0,426	0,410
	10,820*	10,414*
Nombre de filets au pouce...	10	10
Profondeur du filet.....	0,025	0,025
	0,635*	0,635*

(*) Cotes en millimètres, calculées d'après les cotes en pouces, en prenant 1 inch = 25.4 mm.

9. — Dimension Moyenne :

	VIS DE DOUILLES	VIS DE LAMPES
Calibre inférieur, haut du filet.	1,045 inch	1,037 inch
	26,543*	26,339*
Calibre supérieur, haut du filet.	1,053	1,031
	26,746*	26,187*
Calibre inférieur, fond du filet.	0,979	0,971
	24,867*	24,663*
Calibre supérieur, fond du filet.	0,987	0,965
	25,070*	24,511*
Nombre de filets au pouce...	7	7
Profondeur du filet	0,033	0,033
	0,838*	0,838*

10. — Dimension Mogul :

	GOLIATH	
	VIS DE DOUILLES	VIS DE LAMPES
Calibre inférieur haut du filet.	1,565 inch	1,555 inch
	39,751*	39,497*
Calibre supérieur haut du filet.	1,577	1,545
	40,056*	39,243*
Calibre inférieur fond du filet.	1,465	1,455
	37,211*	36,957*
Calibre supérieur fond du filet.	1,477	1,445
	37,516*	36,703*
Nombre de filets au pouce...	4	4
Profondeur du filet.....	0,050	0,050
	1,270*	1,270*

11. — Pour chaque dimension de coquille vis de lampes, il y aura deux anneaux jauges, ou calibres filetés pour commander le diamètre du fond du filet à l'extérieur et la forme du filet.

De même deux anneaux jauges cylindriques pour commander le diamètre au haut du filet à l'extérieur.

12. — Pour chaque dimension de coquilles vis de douille, il y aura deux bouchons jauges filetés, pour commander le diamètre au haut du filet et la forme du filet.

De même, deux bouchons jauges cylindriques pour commander le diamètre du fond du filet à l'intérieur.

13. — Ces jauges seront marquées respectivement « GO » (va) et « NOT GO » (ne va pas) selon leurs dimensions, comme ci-dessus.

14. — Votre Comité recommande, en conséquence, l'emploi des types ci-dessus décrits ; il demande de plus que des jauges mères pour chaque dimension de coquilles soient construites aux frais des fabricants, et déposées au Bureau of Standards, à Washington.

Il recommande en outre que ces types soient recon-

(*) Cotes en millimètres, calculées d'après les cotes en pouces, en prenant 1 inch = 25.4 mm.

Digitized by Google

nus comme « Les types américains » pour les pièces en question.

Signé : E.-S. SANDERSON, *président*; W.-J. BALDWIN, STANLEY G. GLASS, C.-F. HARN, H.-E. HARRIS, A.-H. MOORE, W.-R. WEBSTER, G.-B. THOMAS, *Secrétaire.*

ANNEXE II. — Engineering Standards committee britannique — Rapport de l'Engineering Standards Committee britannique sur les mesures de coquilles vis de lampes et coquilles vis de douille pour supports de lampes Goliath, faites par le National Physical Laboratory.

Les échantillons suivants de coquilles vis de lampes et coquilles vis de douilles ont été soumis à l'examen :

NOMBRE	FABRICANT	NATURE DE LA PIÈCE
6	Edison et Swan United Elect-hight Co..	Coquille vis de lampe
6	id	id. à bouts agrandis.
12	Osram Lamp Works.....	id. vis de lampe.
2	General Electric Co.....	Douille Goliath contenant la coquille vis de douille
3	Edison et Swan Co.....	id
2	British Thomson Houston Co	id.
1	Benjamin Electric Co Ltd	Coquille vis de douille seule.
2	id.	Douille Goliath contenant la coquille vis de douille.
2	General Accessories Co.....	Douille Goliath, vis de douille.

Coquilles vis de lampes. — Les diamètres extérieurs ont été mesurés pour six positions dans chaque cas. Il n'y avait aucune conicité appréciable sur les 12 pièces *Edison and Swan*, mais sur les 12 pièces *Osram*, il y a une conicité générale, le bout le plus rapproché du contact central étant le plus petit dans tous les cas.

Les résultats des mesures sont les suivants :

Edison et Swan.

Moyenne générale des diamètres extérieur, inch. 1,533* / id. mm. 38,938

Aucun échantillon ne s'écartait de la moyenne de plus de 0.005 inch.

Moyenne générale du diamètre minimum extérieur. 1,524 / 38,710*

Moyenne générale du diamètre maximum extérieur. 1,540 / 39,116*

Osram Lamp Works.

Moyenne générale des diamètres extérieurs..... 1,529 / 38,837*

Aucun échantillon ne diffère de plus de 0,005 de la moyenne, sauf en un seul cas où l'écart était de 0,01 inch.

Moyenne générale du diamètre minimum..... 1,516 / 38,506*

Ce diamètre minimum était au bout terminal dans tous les cas.

Moyenne générale des diamètres maximum..... 1,541 / 39,141*

La profondeur du filet a été mesurée vers les extrémités, aux deux bouts de chaque coquille et trouvée ce qui suit :

	EDISON SWAN	OSRAM
Moyenne générale au bout voisin du contact terminal.....	0,064 / 1,626*	0,070 / 1,778*
Moyenne générale à l'autre bout ...	0.068 / 1,727*	0,089 / 2,261*

* Cotes en millimètres calculées sur 1 inch = 25.4 mm.

Le pas du filet dans les 24 échantillons de vis de lampes a été trouvé très sensiblement égal à 1/4', dans tous les cas. Les formes en étaient suffisamment symétriques.

Coquilles vis de douilles. — Les diamètres intérieurs ont été estimés en mesurant les diamètres extérieurs et retranchant deux fois la valeur de l'épaisseur mesurée du métal.

NOMBRE DE PIÈCES	FABRICANT	DIAMÈTRE INTÉRIEUR MOYEN EN POUCES	MOYENNES EN POUCES ET MM
3	Edison Swan Co.....	1,554 / 1,557 / 1,552	1,554 / 39,472*
2	British Thomson Houston Co	1,556 / 1,595	1,576 / 40,030*
3	Benjamin Elect Co.....	1,552 / 1,580 / 1,551	1,561 / 39,649*
2	General Accessories Co.....	1,593 / 1,596	1,594 / 40,487*
2	General Electric Co.....	1,563 / 1,579	1,571 / 39,903*
	Moyenne générale.....		1,571 / 39,903*

* Cotes en millimètres, calculées d'après les cotes en pouces, d'après 1 inch = 25,4 mm.

Digitized by Google

Profondeur du filet.

NOMBRE DE PIÈCES	FABRICANT	BOUT TERMINAL EN POUCES	BOUT OUVERT EN POUCES	MOYENNE EN POUCES ET MM
3	Edison Swan et Co...	0,043 0,046 0,046	0,044 0,049 0,048	0,046 1,168*
2	British Thomson Houston Co.....	0,070 0,061	0,076 0,056	0,066 1,676*
3	Benjamin Elect Co...	0,038 au centre 0,060 0,044	0,056 0,038	0,046 1,168*
2	General Accessories Co	0,066 0,062	0,064 0,058	0,062 1,575*
2	General Electric Co...	0,052 0,056	0,056 0,050	0,053 1,346*
	Moyenne générale.....			0,055 1,397*

Le pas du filet des 12 échantillons de coquilles vis de douilles était suffisamment égal à 1/4 de pouce (6,35 mm.)

Résultats généraux.

	MOYENNE DES ÉCHANTILLONS EN POUCES	ÉCART MAXIMUM SUR LA MOYENNE	LIMITES DU TYPE AMÉRICAIN EN POUCES ET MM
Vis de lampes :			
Diamètre extérieur.	1,531 38,887*	+ 0,01 — 0,015	1,555 à 39,497* 1,545 39,243*
Diamètre de noyau	1,385 35,179*	+ 0,02 — 0,03	1,455 à 36,957* 1,445 36,703*
Vis de douilles :			
Diamètre extérieur.	1,571 39,903*	+ 0,02 —	1,577 à 40,056* 1,565 39,751*
Diamètre de noyau	1,461 37,109*	+ 0,02 —	1,477 à 37,516* 1,465 37,211*

(*) Cotes en millimètres, calculées d'après les cotes en pouces, en prenant 1 inch = 25,4 mm.

Il est à noter que les dimensions des vis de lampes sont en moyenne inférieures à celles du type américain, tandis que les dimensions moyennes des vis de douille sont à peu près d'accord avec celles du dit type.

Mais il faut remarquer cependant que, bien que les moyennes ne s'écartent pas trop des valeurs du type américain, les échantillons qui contribuent à établir cette moyenne diffèrent considérablement entre eux.

Des tracés des différents filets sont joints à ce rapport. Ils comprennent aussi le filet type américain, auquel les autres peuvent être utilement comparés par superposition.

Des échantillons de vis de lampes de toutes les fabrications ont été essayés sur chacune des vis de douilles. Toutes se vissent à fond, à l'exception de la vis courte Edison Swan qui s'engageait sur le diamètre intérieur d'une vis de douille de la British Thomson-Houston.

Un examen superficiel des vis (de contact) des douilles, a donné les résultats suivants :

FABRICANT	DIAMÈTRE EXTÉRIEUR APPROXIMATIF	NOMBRE DES FILETS AU POUCE
Edison Swan.....	7,8" 22,225*	14
Edison Swan.....	11/16" 17,463*	26
General Accessories Co.....	11/16" 17,463*	26
General Electric Co.....	7/8" 22,225*	14
Benjamin Elect Co.....	il n'y a pas de vis	
British Thomson Houston Co.	7,8" 22,225*	14

Signé : GLAZEBROOK, *directeur.*

ANNEXE III. — Comparaison de divers échantillons avec les modèles des filetages du système proposé.

Les résultats de cette comparaison sont donnés dans les deux tableaux qui sont rapportés, en regard l'un de l'autre p. 114 et 115.

(*) Cotes en millimètres, calculées d'après les cotes en pouces, en prenant 1 inch = 25,4 mm.

Digitized by Google

Conclusions préparées par les quatrième et septième commissions

Les conclusions du rapport de M. Zetter sur l'unification des filetages des culots et supports de lampes à vis Edison, ont été approuvées par l'ensemble des 7e et 4e commissions de l'Union des Syndicats de l'Electricité, respectivement présidées par MM. Sartiaux et Legouez. Le Comité de l'Union, dans sa réunion du 7 novembre 1917, a adopté ces conclusions à l'unanimité et a décidé de les transmettre au Comité électrotechnique français. La construction des calibres et leur dépôt au Laboratoire Central a été examinée au cours de cette même séance. A la réunion suivante du 5 décembre 1917, il fut annoncé que les conclusions du rapport de M. Zetter ont été transmises au Comité Electrotechnique français et que le Directeur du Laboratoire Central est en principe disposé à faire l'essai des calibres d'usage (1). *Depuis, le Comité Electrotechnique français a fait imprimer les conclusions du rapport et les a fait distribuer à chacun de ses membres.*

La septième Commission (Unification de l'Appareillage électrique) et la quatrième Commission (Standardisation et Cahiers des charges) après avoir examiné en commun le rapport de M. Zetter, relatif à l'« unification des filetages des culots de lampes et supports de lampes à vis Edison » propose d'adopter les résolutions suivantes :

Les types désignés sous le nom de types à vis Edison, sont actuellement au nombre de 4, qui se distinguent entre eux — soit par le diamètre approximatif à fond de filet des culots de lampes et sur le filet des supports de lampes, donnant ainsi : les types Edison de : 36 mm, 24 mm, 12 mm, 8 mm. — soit par le diamètre moyen, en pouces, pris sur le milieu de la profondeur du filet des culots de lampes, donnant ainsi : les types Edison de : 1 pouce 1/2, 1 pouce, 1/2 pouce, 1/3 de pouce.

Le filetage est cylindrique et la forme du filet est déterminée par deux arcs de cercle égaux se raccordant entre eux par tangence.

Le rayon de ces arcs est égal aux 17/60 du pas, ou... 0,2833 P.

La profondeur du filet sur le rayon est les 3/10 du pas ou 0,3000 P.

Les pas sont des subdivisions du pouce anglais de 25,4 mm, le nombre des filets étant exprimé par des nombres entiers.

Les pas ont les valeurs de filets par pouce....	4	7	9	14
Soit en millimètres environ.....	6,350	3,628	2,822	1,814 mm.

Les diamètres sont dérivés d'un diamètre K passant au milieu de la profondeur du filet maximum du culot de lampe. Ce diamètre est la base de ce type de filetage.

Ce diamètre K est également un multiple ou un sous-multiple du pouce anglais de 25,4 mm, il est fixé à 1 1/2, 1, 1/2 et 1/3 de pouce.

Les diamètres des supports de lampes sont plus grands que les diamètres des culots de lampes de la valeur d'un jeu égal au 1/30 du pas ou 0,0333 P.

Les tolérances sur le diamètre, prévues sur le filet et sur les fonds de filet sont en moins pour les culots de lampes et en plus pour les supports de lampes ; elles sont égales au 1/10 du pas ou 0,1000 P.

(1) Voir le Bulletin de l'Union des Syndicats, *R. G. E.*, 15 décembre 1917, t. I, p. 50 et 2 février 1918, t. III, p. 17.

Par suite, les diamètres peuvent tous se rapporter au diamètre K pris comme base et ils sont exprimés par les relations suivantes :

Culots de lampes.

d_1 maximum $= K - \frac{3P}{10}$ ou $K - 0{,}3000\,P$

d_1 minimum $= K - \frac{4P}{10}$ ou $K - 0{,}4000\,P$

D_1 maximum $= K + \frac{3P}{10}$ ou $K + 0{,}3000\,P$

D_1 minimum $= K + \frac{2P}{10}$ ou $K + 0{,}2000\,P$

Supports de lampes.

d_s maximum $= K - \frac{P}{6}$ ou $K - 0{,}1666\,P$

d_s minimum $= K - \frac{4P}{15}$ ou $K - 0{,}2666\,P$

D_s maximum $= K + \frac{13P}{30}$ ou $K + 0{,}1333\,P$

D_s minimum $= K + \frac{P}{3}$ ou $K + 0{,}3333\,P$

Les longueurs des parties filetées sont telles qu'il y ait au moins trois filets en prise, le talon du culot de lampe devant en outre buter sur le fond du support de lampe.

Les figures 6 et 9, p. 15 et 82 récapitulent toutes les dimensions et tracés des filetages type Edison déterminés suivant les règles ci-dessus.

Tout type plus petit, plus grand ou intermédiaire à venir sera déterminé par ces mêmes règles, le diamètre K et le pas étant exprimés en fonction du pouce anglais.

Par exemple, la série des filetages Edison pourrait être complétée ainsi :

Diamètres :	1/4,	1/3,	1/2,	3/4,	1,	1 1/4,	1 1/2 pouce.
Nombre de filets au pouce.....	18	14	9	8	7	5	4

La progression ainsi obtenue est définie par le diagramme (figure 10 de la page 83 du 20 juillet 1918).

Calibres. — La vérification est obtenue par trois calibres pour les culots de lampes (voir les figures 15 et 17, pages 106 et 107).

Le premier est une bague lisse d'une ouverture égale à D_1 minimum. Le second est une bague filetée à d_1 minimum mais avec D_1 plus grand que le maximum, de façon à ne pas faire intervenir celui-ci.

Digitized by Google

Profondeur du filet.

NOMBRE DE PIÈCES	FABRICANT	BOUT TERMINAL EN POUCES	BOUT OUVERT EN POUCES	MOYENNE EN POUCES ET MM
3	Edison Swan et Co...	0,043 0,046 0,046	0,044 0,049 0,048	0,046 1,168*
2	British Thomson Houston Co.....	0,070 0,061	0,076 0,056	0,066 1,676*
3	Benjamin Elect Co...	0,038 au centre 0,060 0,044	0,056 0,038	0,046 1,168*
2	General Accessories Co	0,066 0,062	0,064 0,058	0,062 1,575*
2	General Electric Co...	0,052 0,056	0,056 0,050	0,053 1,346*
	Moyenne générale.....			0,055 1,397*

Le pas du filet des 12 échantillons de coquilles vis de douilles était suffisamment égal à 1/4 de pouce (6,35 mm.)

Résultats généraux.

	MOYENNE DES ÉCHANTILLONS EN POUCES	ÉCART MAXIMUM SUR LA MOYENNE	LIMITES DU TYPE AMÉRICAIN EN POUCES ET MM
Vis de lampes :			
Diamètre extérieur.	1,531 38,887*	+ 0,01 — 0,015	1,555 à 39,497* 1,545 39,243*
Diamètre de noyau	1,385 35,179*	+ 0,02 — 0,03	1,455 à 36,957* 1,445 36,703*
Vis de douilles :			
Diamètre extérieur.	1,571 39,903*	+ 0,02 — 0,02	1,577 à 40,056* 1,565 39,751*
Diamètre de noyau	1,461 37,109*	+ 0,02 — 0,02	1,477 à 37,516* 1,465 37,211*

(*) Cotes en millimètres, calculées d'après les cotes en pouces, en prenant 1 inch = 25,4 mm.

Il est à noter que les dimensions des vis de lampes sont en moyenne inférieures à celles du type américain, tandis que les dimensions moyennes des vis de douille sont à peu près d'accord avec celles dudit type.

Mais il faut remarquer cependant que, bien que les moyennes ne s'écartent pas trop des valeurs du type américain, les échantillons qui contribuent à établir cette moyenne diffèrent considérablement entre eux.

Des tracés des différents filets sont joints à ce rapport. Ils comprennent aussi le filet type américain, auquel les autres peuvent être utilement comparés par superposition.

Des échantillons de vis de lampes de toutes les fabrications ont été essayés sur chacune des vis de douilles. Toutes se vissent à fond, à l'exception de la vis courte Edison Swan qui s'engageait sur le diamètre intérieur d'une vis de douille de la British Thomson-Houston.

Un examen superficiel des vis de contact des douilles, a donné les résultats suivants :

FABRICANT	DIAMÈTRE EXTÉRIEUR APPROXIMATIF	NOMBRE DES FILETS AU POUCE
Edison Swan.....	7,8'' 22,225*	14
Edison Swan.....	11/16'' 17,463*	26
General Accessories Co.....	11/16'' 17,463*	26
General Electric Co.....	7/8'' 22,225*	14
Benjamin Elect Co.....	il n'y a pas de vis	
British Thomson Houston Co.	7,8'' 22,225*	14

Signé : GLAZEBROOK, *directeur.*

ANNEXE III. — Comparaison de divers échantillons avec les modèles des filetages du système proposé.

Les résultats de cette comparaison sont donnés dans les deux tableaux qui sont rapportés, en regard l'un de l'autre p. 114 et 115.

(*) Cotes en millimètres, calculées d'après les cotes en pouces, en prenant 1 inch = 25,4 mm.

Digitized by Google

Conclusions préparées par les quatrième et septième commissions

Les conclusions du rapport de M. Zetter sur l'unification des filetages des culots et supports de lampes à vis Edison, ont été approuvées par l'ensemble des 7e et 4e commissions de l'Union des Syndicats de l'Electricité, respectivement présidées par MM. Sartiaux et Legouez. Le Comité de l'Union, dans sa réunion du 7 novembre 1917, a adopté ces conclusions à l'unanimité et a décidé de les transmettre au Comité électrotechnique français. La construction des calibres et leur dépôt au Laboratoire Central a été examinée au cours de cette même séance. A la réunion suivante du 5 décembre 1917, il fut annoncé que les conclusions du rapport de M. Zetter ont été transmises au Comité Electrotechnique français et que le Directeur du Laboratoire Central est en principe disposé à faire l'essai des calibres d'usage (1). *Depuis, le Comité Electrotechnique français a fait imprimer les conclusions du rapport et les a fait distribuer à chacun de ses membres.*

La septième Commission (Unification de l'Appareillage électrique) et la quatrième Commission (Standardisation et Cahiers des charges) après avoir examiné en commun le rapport de M. Zetter, relatif à l'« unification des filetages des culots de lampes et supports de lampes à vis Edison » propose d'adopter les résolutions suivantes :

Les types désignés sous le nom de types à vis Edison, sont actuellement au nombre de 4, qui se distinguent entre eux — soit par le diamètre approximatif à fond de filet des culots de lampes et sur le filet des supports de lampes, donnant ainsi : les types Edison de : 36 mm, 24 mm, 12 mm, 8 mm, — soit par le diamètre moyen, en pouces, pris sur le milieu de la profondeur du filet des culots de lampes, donnant ainsi : les types Edison de : 1 pouce 1/2, 1 pouce, 1/2 pouce, 1/3 de pouce.

Le filetage est cylindrique et la forme du filet est déterminée par deux arcs de cercle égaux se raccordant entre eux par tangence.

Le rayon de ces arcs est égal aux 17/60 du pas, ou... 0,2833 *P*.

La profondeur du filet sur le rayon est les 3/10 du pas ou 0,3000 *P*.

Les pas sont des subdivisions du pouce anglais de 25,4 mm, le nombre des filets étant exprimé par des nombres entiers.

Les pas ont les valeurs de filets par pouce....	4	7	9	14
Soit en millimètres environ.....	6.350	3.628	2,822	1,814 mm.

Les diamètres sont dérivés d'un diamètre *K* passant au milieu de la profondeur du filet maximum du culot de lampe. Ce diamètre est la base de ce type de filetage.

Ce diamètre *K* est également un multiple ou un sous-multiple du pouce anglais de 25,4 mm, il est fixé à 1 1/2, 1, 1/2 et 1/3 de pouce.

Les diamètres des supports de lampes sont plus grands que les diamètres des culots de lampes de la valeur d'un jeu égal au 1/30 du pas ou 0,0333 *P*.

Les tolérances sur le diamètre, prévues sur le filet et sur les fonds de filet sont en moins pour les culots de lampes et en plus pour les supports de lampes ; elles sont égales au 1/10 du pas ou 0,1000 *P*.

(1) Voir le Bulletin de l'Union des Syndicats, *R. G. E.*, 15 décembre 1917, t. II, p. 50 et 2 février 1918, t. III, p. 17.

Par suite, les diamètres peuvent tous se rapporter au diamètre *K* pris comme base et ils sont exprimés par les relations suivantes :

Culots de lampes.

d_1 : maximum $= K - \frac{3P}{10}$ ou $K - 0{,}3000\,P$; minimum $= K - \frac{4P}{10}$ ou $K - 0{,}4000\,P$

D_1 : maximum $= K + \frac{3P}{10}$ ou $K + 0{,}3000\,P$; minimum $= K + \frac{2P}{10}$ ou $K + 0{,}2000\,P$

Supports de lampes.

d_2 : maximum $= K - \frac{P}{6}$ ou $K - 0{,}1666\,P$; minimum $= K - \frac{4P}{15}$ ou $K - 0{,}2666\,P$

D_2 : maximum $= K + \frac{13P}{30}$ ou $K + 0{,}4333\,P$; minimum $= K + \frac{P}{3}$ ou $K + 0{,}3333\,P$

Les longueurs des parties filetées sont telles qu'il y ait au moins trois filets en prise, le talon du culot de lampe devant en outre buter sur le fond du support de lampe.

Les figures 6 et 9, p. 15 et 82 récapitulent toutes les dimensions et tracés des filetages type Edison déterminés suivant les règles ci-dessus.

Tout type plus petit, plus grand ou intermédiaire à venir sera déterminé par ces mêmes règles, le diamètre *K* et le pas étant exprimés en fonction du pouce anglais.

Par exemple, la série des filetages Edison pourrait être complétée ainsi :

Diamètres :	1/4,	1/3,	1/2,	3/4,	1,	1 1/4,	1 1/2 pouce.
Nombre de filets au pouce.....	18	14	9	8	7	5	4

La progression ainsi obtenue est définie par le diagramme (figure 10 de la page 83 du 20 juillet 1918).

Calibres. — La vérification est obtenue par trois calibres pour les culots de lampes (voir les figures 15 et 17, pages 106 et 107).

Le premier est une bague lisse d'une ouverture égale à D_1 minimum. Le second est une bague filetée à d_1 minimum mais avec D_1 plus grand que le maximum, de façon à ne pas faire intervenir celui-ci.

Digitized by Google

ANNEXE III DU RAPPORT ZETTER : *Échantillons de supports de lampes.*

TYPES	FABRICANTS	SUR MODÈLE DE CULOT DE LAMPE PROPOSÉ			
		Maximum		Minimum	
		Entre	N'entre pas	Entre	N'entre pas
36 mm	Compagnie générale d'Électricité	1		1	
	Cie française Thomson-Houston, type cuivre rouge		1		1
	id. id. étanche provenance américaine	1		1	
	Paquet et Vial, type étamé 1915		1		1
	id. id. cuivre rouge 1915		1	1	
	id. id. étamé 1917		1	1	
	id. id. cuivre rouge 1917		1		1
	Edison et Swan united, modèle fort		1	1	
	id. modèle léger	1		1	
	Philipps	1		1	
	Luis Escola		1	1	
24 mm	Compagnie générale d'Électricité	1		1	
	L'Éclairage Électrique	1		1	
	Compagnie française Thomson-Houston		1	1	
	Edison et Swan United	1		1	
	Philipps	1		1	
	Support suisse	1		1	
	Luis Escola : type III (1)	1		1	
	id. id. (J y S)	1		1	
12 mm	Compagnie générale d'Électricité	1		1	
	L'Éclairage Électrique	1		1	
	Compagnie française Thomson-Houston	1		1	
	British Thomson Houston Co	1		1	
	Luis Escola	1		1	
8 mm	Compagnie générale d'Électricité, type avec pattes	1		1	
	id. id. fil souple	1		1	
	Edison et Swan United	traverse		traverse	

Le troisième est une bague filetée aux diamètres D_f et d_f maxima avec le profil correspondant ; il vérifie donc à la fois trois dimensions.

Pour connaître, dans les culots de lampes refusés comme trop grands, quelle est celle de ces trois dimensions qui est trop grande, on opère une selection avec deux calibres auxiliaires (fig. 18 et 19, p. 107).

Le premier est une bague lisse d'ouverture égale à D_f maximum.

Le second est une bague filetée au diamètre d_f maximum, mais avec D_f plus grand que la maximum.

Ces mêmes règles sont à suivre, mais en sens inverse, pour les supports de lampes.

La vérification est obtenue par trois calibres pour les supports de lampes (voir fig. 21 et 23, p. 107 et 108).

Le premier est un tampon lisse de diamètre égal à ds maximum.

Le second est un tampon fileté à D_s maximum mais avec d_s plus petit que le minimum de façon à ne pas faire intervenir celui-ci.

Le troisième est un tampon fileté aux diamètres D_s et ds minima avec le profil correspondant, il vérifie donc à la fois trois dimensions.

Pour connaître, dans les supports de lampe refusés comme trop petits, quelle est celle de ces trois dimensions qui est trop petite, on opère une sélection avec deux calibres auxiliaires (voir fig. 24 et 25, p. 108).

Le premier est un tampon lisse de diamètre égal à ds minimum.

Le second est un tampon fileté au diamètre D_s minimum, mais avec ds plus petit que le minimum.

Il y a donc pour le culot de lampe et le support de lampe de chacun des quatre types :

Trois calibres de vérification ;

Deux calibres de sélection.

Les calibres portent l'indication du type et de la dimension qu'ils sont destinés à contrôler et sont marqués « entre » ou « n'entre pas ».

Des calibres types seront ultérieurement déposés au Laboratoire central d'Electricité.

Le rapporteur,

C. ZETTER.

Le président de la quatrième Commission,

R. LEGOUEZ.

Le président de la septième Commission,

R. SARTIAUX.

Digitized by Google

ANNEXE III DU RAPPORT ZETTER : *Échantillons de culots de lampes*

TYPE	FABRICANTS	DANS MODÈLE DE SUPPORT DE LAMPE PROPOSÉ			
		Maximum		Minimum	
		Entre	N'entre pas	Entre	N'entre pas
36 mm	Compagnie générale d'Électricité	1		1	
	Larnaude	1		1	
	Société Lacarrière	1		1	
	Compagnie française Thomson Houston	1		1	
24 mm	Osram Lamp Works	1		1	
	Compagnie générale d'Électricité	1		1	
	L'Éclairage Électrique, type laiton N° 1		1		1
	id. id. N° 2	1		1	
	id. cuivre rouge		1		1
	Larnaude	1		1	
	Petit, type spécial	1		1	
	id. id. normal	1			1
	Delaporte type avec collerette	1		1	
	id. id. sans collerette	1		1	
	Société Lacarrière	1		1	
	Compagnie française Thomson Houston	1		1	
12 mm	Compagnie générale d'Électricité		1		1
	L'Éclairage Électrique type avec collerette		1		1
	id. id. sans collerette		1		1
	Larnaude		1		1
	Petit, type spécial	1			1
	id. id. normal		1		1
	Delaporte type N° 1		1		1
	id. id. N° 2		1		1
	Société Lacarrière	1			1
	Compagnie française Thomson Houston		1		1
8 mm	Brenot		1		1
	Compagnie générale d'Électricité, type laiton		1		1
	id. id. cuivre rouge		1		1
	L'Éclairage Électrique		1		1
	Larnaude		1		1
	Société des Agrafes françaises		1		1
	Petit		1		1
	Delaporte	1		1	
	Sloog		1		1

Unification des balais en charbon ou graphite pur ou métallisé

(Non compris les balais des moteurs de traction.)

Poursuivant son travail de normalisation dont les résultats se sont déjà manifestés par les publications de deux réglementations (1), la Chambre syndicale des Constructeurs de gros matériel électrique vient d'adopter les dimensions indiquées (en millimètres) dans les tableaux ci-dessous pour les divers types de balais en charbon ou graphite employés dans le matériel électrique à l'exception du matériel de traction. Dans le texte accompagnant ces tableaux se trouvent les prescriptions relatives aux dimensions des chanfreins et des flexibles, aux tolérances et au marquage des balais. Ces prescriptions sont entrées en vigueur le 1er juillet 1918.

Généralités. — L'unification a été entreprise dans le but de guider la construction future et non pour unifier celle existante. Elle ne porte que sur les dimensions ; l'unification de la qualité n'a pas été envisagée pour éviter de nuire aux progrès de la fabrication des balais ou dans la construction des machines.

L'unification comprend les types de balais suivants :

1° Pour pinces Thury (planche I) ;

2° Pour pinces Thomson-Houston (planche II) ;

3° Pour porte-balais à gaines (planche III) ;

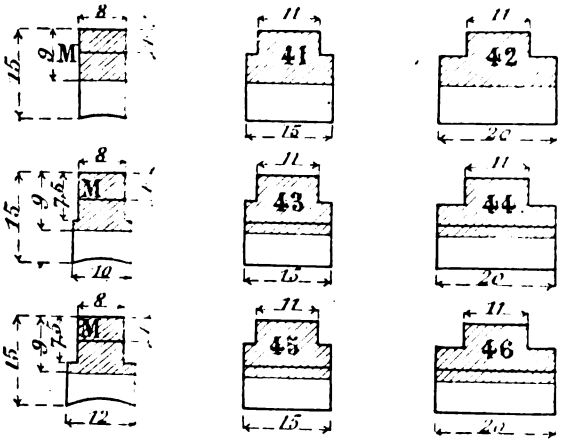
4° Pour porte-balais à réaction (planche IV).

(1) Unification des bouts d'arbres des moteurs électriques. *R. G. E.*, 31 avril 1918, t. III, p. 513-514 ; voir aussi 15 juin 1918, t. III, p. 857, une note se rapportant au sujet.
Unification des vitesses angulaires des turbines commandant des alternateurs. *R. G. E.*, 1er juin 1918, t. III, p. 808.

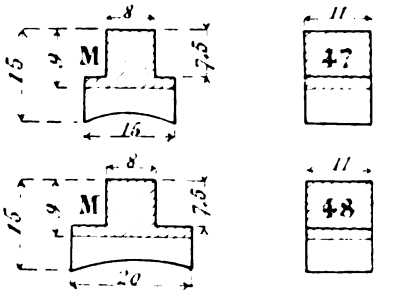
Digitized by Google

PLANCHE I. — Unification des balais pour pinces Thury.

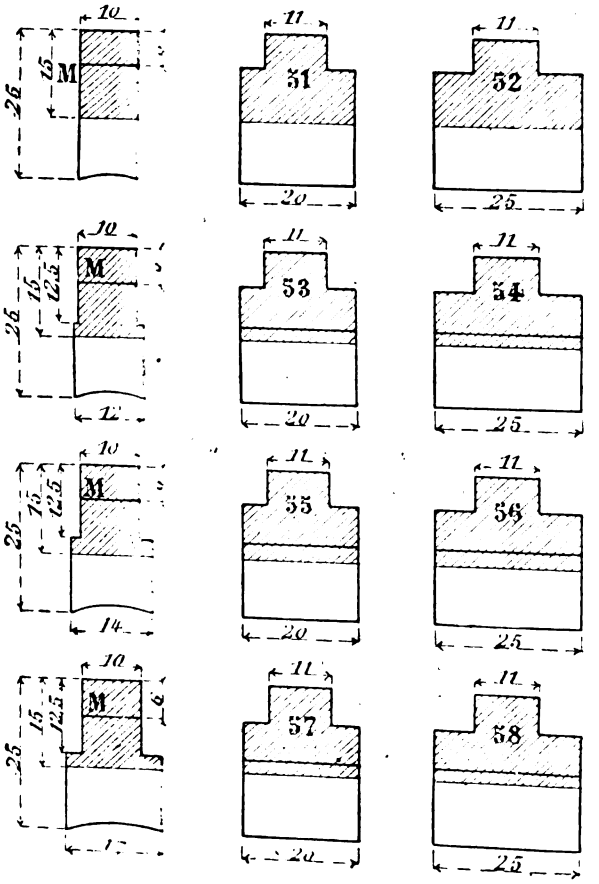
Pince de 8 pour collecteurs



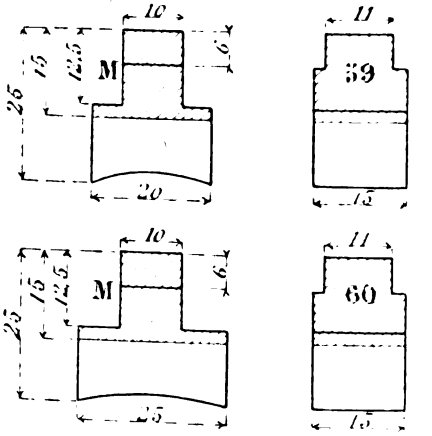
Pince de 8 pour bagues collectrices.



Pince de 10 pour collecteurs.



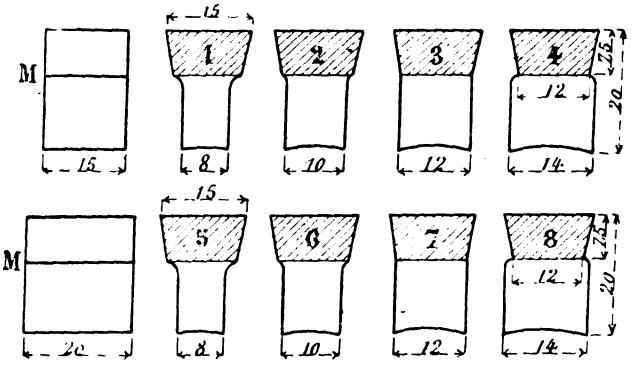
Pince de 10 pour bagues collectrices



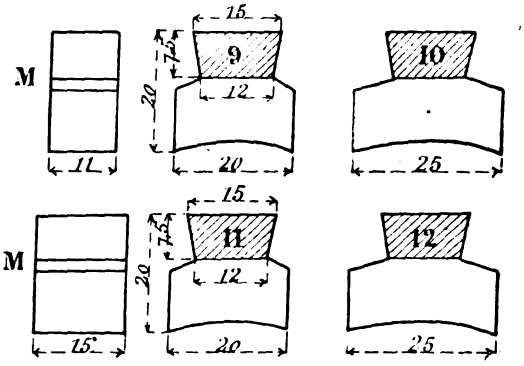
Digitized by Google

PLANCHE II. — Unification des balais pour pinces Thomson-Houston.

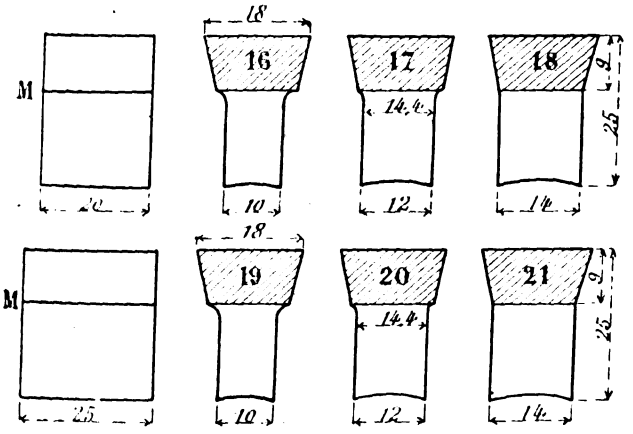
Pince n° I pour collecteurs.



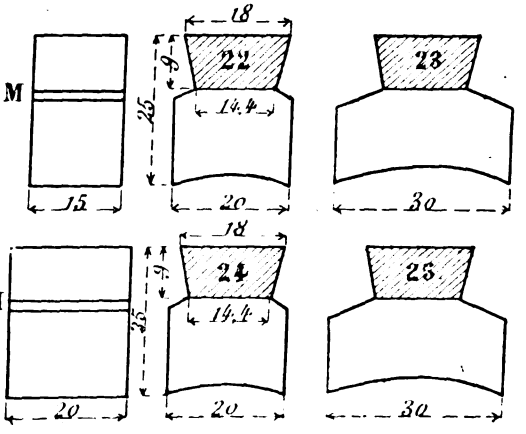
Pince n° I pour bagues collectrices.



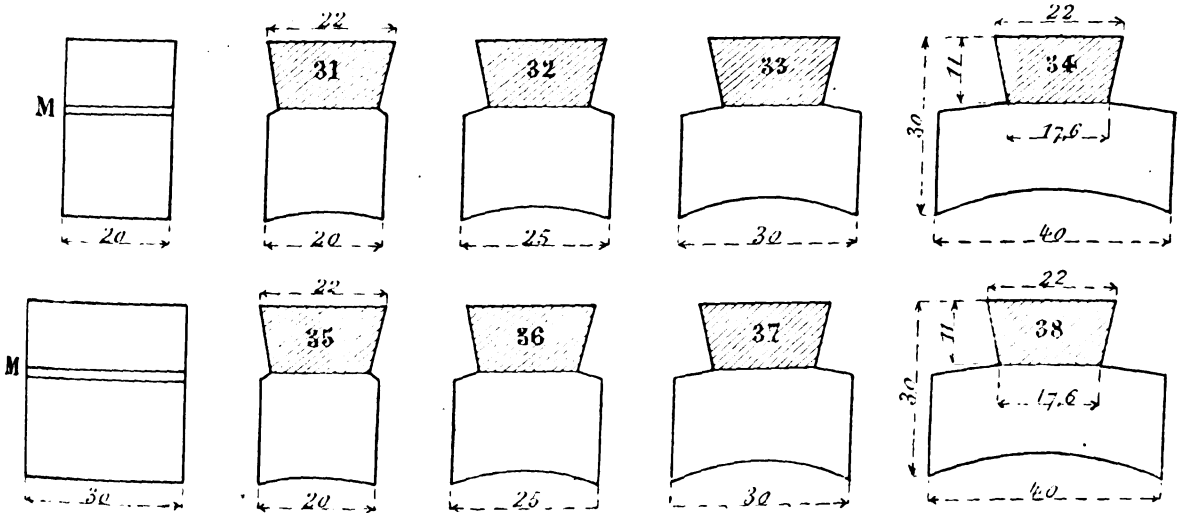
Pince n° II pour collecteurs.



Pince n° II pour bagues collectrices.



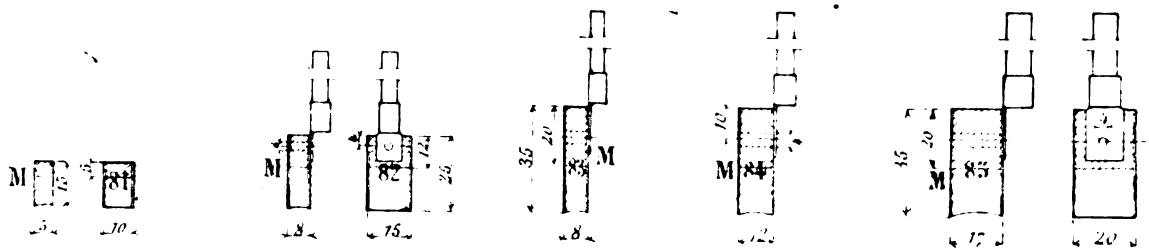
Pince n° III pour bagues collectrices.



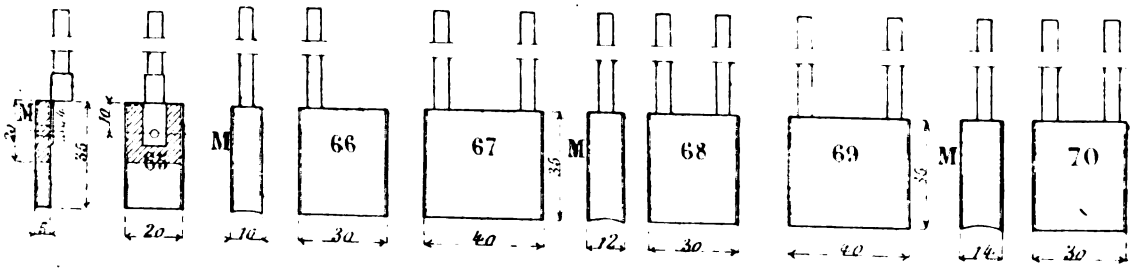
Digitized by Google

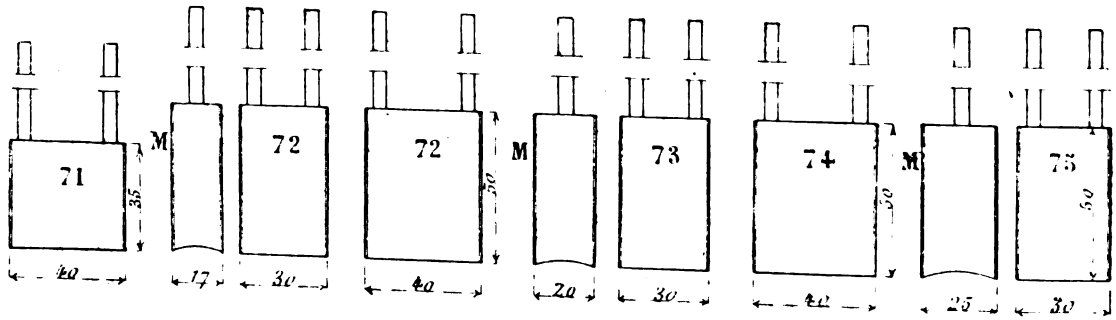
PLANCHE III. — Unification des balais pour porte-balais à gaine.

Balais "Marine Nationale"

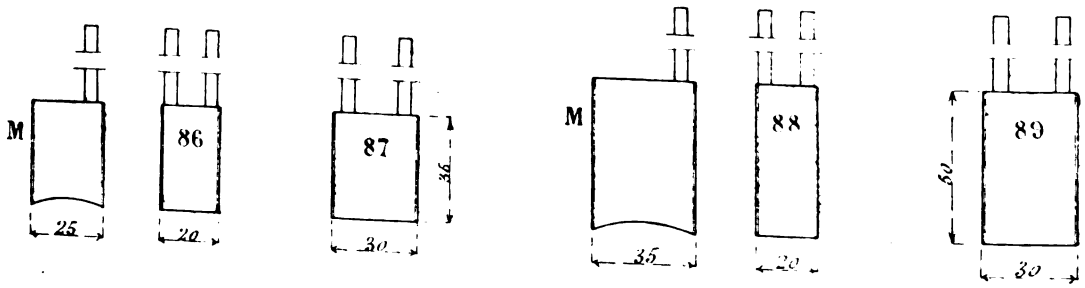


Balais pour collecteurs



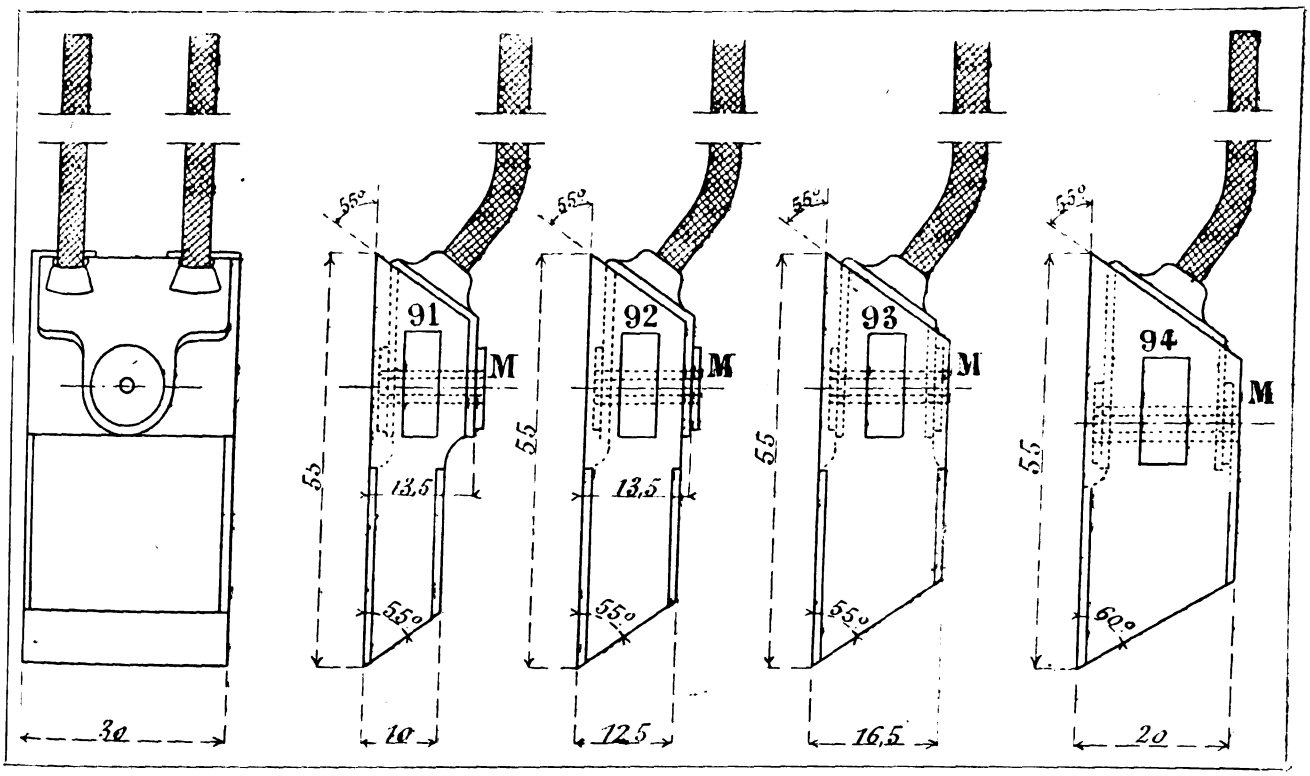


Balais pour bagues collectrices



Digitized by Google

PLANCHE IV. — Unification des balais pour porte-balais à réaction.



Le choix de l'un ou l'autre de ces types pour une machine quelconque est laissé à l'expérience du constructeur. L'influence de ce choix sur la commutation et sur la construction de la machine en général ne permet pas d'établir des règles à ce sujet.

Dimensions unifiées mais non indiquées dans les tableaux. *Chanfreins.* — Les angles des balais indiqués par un trait double sont chanfreinés à 45° et :

0,7 mm de côté pour les balais d'épaisseur inférieure ou égale à 12 mm ;

2 mm de côté pour les balais d'épaisseur supérieure à 12 mm.

Flexibles. — La longueur des flexibles, dont les valeurs normales sont de 65, 90 et 120 mm suivant le type de porte-balais, est la longueur de la partie supérieure du balai jusqu'à l'extrémité du flexible, si ce dernier n'est pas muni d'une cosse, ou jusqu'au centre de la fente ou du trou (en cas de plusieurs trous le trou le plus éloigné du balai) de la cosse lorsqu'il en est muni. Les flexibles devront être fixés aussi près du bord des balais que possible, c'est-à-dire que la distance entre les deux flexibles d'un même balai doit être le maximum compatible avec la solidité mécanique des balais.

Tolérances. — Les tolérances sont :

Longueur totale et longueur du cuivrage	± 1	mm
Longueur du flexible	± 2	
Largeurs (axiales) de la partie guidée ou prise par la pince	0 / — 0,4	mm
Epaisseurs (circonférentielles) :		
1° De la partie guidée	0	
a) Balais non cuivrés	— 0,1	
b) Balais cuivrés	0 / — 0,13	
2° De la partie prise par la pince	0 / — 0,13	
Trou de fixation du flexible dans les balais « Type Marine »	+ 0,3 / — 0,1	
Chanfrein : côté	± 0,1	
Hauteur de la partie prise dans la pince Thury ou Thomson-Houston	± 0,5	
Angle des tranches des balais pour porte-balais à réaction et angle entre les deux faces prises dans la pince Thury	± 1	degré
Dimension du trou ou de la fente dans la cosse	± 0,1	mm

Nota. — Comme étalon des dimensions, on doit se servir des calibres Johanson étalonné à 0°C.

Marquage. — Chaque balai doit porter lisiblement, à l'endroit indiqué par un « M », le numéro d'ordre inscrit sur les dessins. En outre, il doit recevoir, au même endroit, une marque comportant une ou deux lettres définissant la qualité : ainsi 84 X indiquerait un balai « type Marine » 12 × 20 de qualité X.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Répartition des courants dans des feeders en parallèle (1).

Méthode de calcul très simple qui permet de prédéterminer les intensités de courant alternatif dans des feeders couplés en parallèle avant de leur adjoindre des circuits supplémentaires. Représentons par r_1, r_2, ...r_n, les résistances des feeders; par x_1, x_2, ...x_n, leurs réactances et calculons, pour chacun, les grandeurs suivantes : impédance, $z = \sqrt{r^2 + x^2}$; admittance, $y = \frac{1}{z}$; conductance $g = \frac{r}{z^2}$; susceptance, $b = \frac{x}{z^2}$. Quand les feeders sont constitués par des câbles souterrains et des lignes aériennes, certaines réactances et susceptances peuvent être négatives, si la réactance de capacité est plus grande que la réactance de self-induction.

Pour la solution du problème proposé, nous supposerons que l'une au moins est négative. L'admittance équivalente de tous les feeders en parallèle est

$$Y = \sqrt{(\Sigma g)^2 + (\Sigma b)^2}.$$

Soient I le courant total ; E, la tension ; $y_1, y_1, \ldots y_n$, les admittances et I_1, I_2, ...I_n, les intensités pour chaque feeder; on a

$$\frac{I}{Y} = \frac{I_1}{y_1} = \frac{I_2}{y_2} = \ldots = E.$$

D'où

$$I_1 = \frac{y_1}{Y} I; \quad I_2 = \frac{y_2}{Y} I.$$

On a la valeur du courant dans chaque dérivation en pour 100 du courant total; il faut remarquer aussi que la somme arithmétique $I_1 + I_2 + \ldots + I_n$ est plus grande que I, parce que tous ces courants partiels ne sont pas en phase.

Appliquons à un exemple numérique pour lequel nous prendrons un conducteur aérien 1 en parallèle avec un câble souterrain 2, tels que

$$r_1 = 0,2, \quad x_1 = 0,3; \quad r_2 = 0,07, \quad x_2 = 0,5.$$

Alors

$$z_1 = \sqrt{0,2^2 + 0,3^2} = 0,36;$$

$$z_2 = \sqrt{0,07^2 + 0,05^2} = 0,505;$$

$$y_1 = 2,78, \quad g_1 = 1,54, \quad b_1 = 2,31;$$

$$y_2 = 1,98, \quad g_2 = 0,275, \quad b_2 = -1,96.$$

On tire de là

$$Y = \sqrt{(1,54 + 0,275)^2 + (2,31 - 1,96)^2} = 1,85.$$

Le conducteur aérien transporte donc $\frac{2,78}{1,85}$ ou 150 pour 100 du courant total; tandis que le câble n'a que les $\frac{1,98}{1,85}$ ou 107 pour 100 de ce courant total. C'est là un cas extrême en ce sens que le courant de résonance entre le fil aérien et le câble est considérable. Pour deux fils aériens ou pour deux câbles en parallèle, la répartition de la charge serait plus uniforme.

B. C.

Notes pratiques

Fosse pour le séchage des appareils électriques dans les ateliers de réparation (2). — La figure ci-jointe reproduit la coupe d'une telle fosse qui est creusée sous l'aire de l'atelier; elle est chauffée par un radiateur à vapeur disposé au fond; sa longueur est de 2,7 m, sa largeur de 1,40 m et sa hauteur de 1,80 m. A mi-hauteur est installée sur consoles une grille en fer amovible sur laquelle on dépose les objets à traiter, moteurs, transformateurs et, en général, tous appareils mesurant moins de 3 m de hauteur. Les détails de construction sont indiqués ci-après: 10' I Beam supporting trolley, fer I de 25,4 cm supportant une roue à laquelle est fixé un palan; 10', 10 pieds, 3 m; 2 1/2" Plank-cover, trappe en madrier de 6,35 cm d'épaisseur; 2 1/2" pouces, 6,35 cm; Shop Floor level, aire de l'atelier; O Plug for light, prise de lumière; 3', 0, 9 m; 6' 1,8 m; 4'8", 1,40 m; 3/8" 2", 2", console de 0,95 cm, 5,08 et 5,08 cm; Movable C. I. Grid Shelf, grille en fer amovible, supportée par la console ci-dessus; 3/4" riser, ajustage de 1,9 cm; Steam coil 2 turns 1 1/4" pipe, serpentin à vapeur constitué par deux spires de tuyau de 3,17.

La température de la fosse est, en moyenne, de 85° C; les petits moteurs, après rebobinage, sont mis à sécher 12 heures avant et 12 heures après trempage. Pour les transformateurs, il faut une exposition d'au moins 12 heures à la chaleur, suivant les résultats des essais d'isolement.

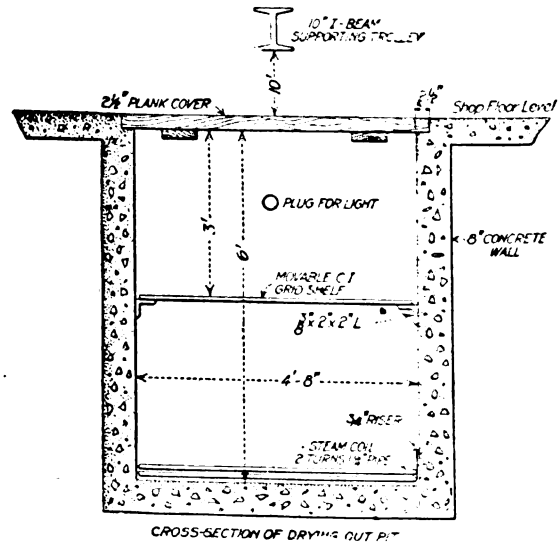


Fig. 1. — Coupe verticale d'une fosse pour le séchage et l'émaillage des appareils électriques après séparation.

(1) V. KARAPETOFF. *Electrical World*, 15 septembre 1917, t. LXX, p. 529.

(2) *Electrical World*, 6 avril 1918, t. LXXI, p. 727.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

De quelques matières premières nécessaires à l'industrie électrique : le tungstène (*Suite et fin*)

Dans la première partie de son article, publiée dans le numéro du 21 juillet 1918, t. IV, p. 87, l'auteur avait passé en revue les diverses dénominations du métal et de ses minerais et donné la liste des principaux gisements de tungstène. Dans cette deuxième partie il étudie la métallurgie du tungstène, ses emplois et ses marchés. Il termine en donnant une documentation bibliographique très détaillée.

Résumé de la production mondiale. — Dans la première partie de la présente étude nous avons donné un aperçu des diverses dénominations du tungstène et énuméré en détail les principaux gisements du précieux minerai sur différents points du globe. Nous résumons maintenant comme suit cette statistique.

La production mondiale approximative dudit minerai a été de :

1906	4 000 t	1914	8 000 t
1912	8 780	1915	12 000
1913	10 000	1916	20 000

Ordre d'importance des pays producteurs. — Les plus forts producteurs en 1916 de tungstène en concentrés à 60 pour 100 ont été, par ordre d'importance, les pays suivants :

Les États-Unis	7 459 t
La Birmanie	4 123
La Bolivie	920
Le Portugal	1 600
Le Queensland	800
L'Argentine	700
Le Tonkin	500
Le Siam	458
Le Japon	450
L'Espagne	400
Le Pérou	400
L'Angleterre	350
Le New Zealand	300
L'Allemagne et l'Autriche	300
La France	200
Le New South Wales	146
La Russie, la Sibérie, l'Inde anglaise, le Chili, les Détroits, la Nouvelle-Calédonie, la Corée	900
Ensemble	20 000 t

Il est à remarquer que l'extraction des trois premiers pays principalement et celle des autres a été en augmentant depuis 1906 au fur et à mesure des besoins de l'industrie et de la formidable guerre actuelle.

Manipulation du minerai sur place. — Séparer le minerai de tungstène mélangé avec l'étain par la méthode mécanique est impossible. Mais la concentration des minerais complexes par le broyage et le passage à l'eau est comparativement facile. On profite, pour séparer les deux métaux, du fait que le tungstène peut être soulevé par un fort aimant, tandis que l'étain y reste insensible. Le succès de cette opération dépend matériellement des dimensions relatives des particules associées de tungstène et d'étain, car, lorsque les deux métaux sont très étroitement amalgamés, il n'est guère possible de les séparer l'un de l'autre. Il y a encore d'autres procédés modernes produisant du tungstène ou de la schéelite de bonne qualité marchande à 65 pour 100 de TuO^3 de minerais qui contiennent moins de 1 pour 100 de $Tu\,O^3$; mais ces méthodes donnent des résultats peu favorables.

Traitement métallurgique du minerai à l'usine. — Le tungstène est introduit dans l'acier sous forme de métal tungstène ou de ferro-tungstène.

Nous allons examiner les deux méthodes l'une après l'autre :

1° *Métal tungstène.* — On obtient l'acide tungstique du minerai de tungstène en fondant les concentrés à une très haute température avec du charbon, du borax et de la ferraille, dans un creuset de plombagine. On obtient ainsi un alliage ou plutôt du tungstate de fer $Tu\,O^4\,Fe$. Le métal pur est obtenu en partant du trioxyde de tungstène ou anhydride tungstique $Tu\,O^3$, résultat du traitement des concentrés avec de la soude et une calcination convenable. Le produit est dissous avec de l'eau. On filtre la matière insoluble et, par des cristallisations successives, on sépare le tungstate de sodium $Tu\,O^4\,Na^2$ de la solution. En traitant ce dernier produit par l'acide chlorhydrique à chaud, on obtient un précipité jaune de trioxyde de tungstène hydraté $Tu\,O^4\,H^2$. Cette matière,

Digitized by Google

lavée, séchée et mélangée avec du charbon, est réduite dans un creuset en chauffant dans un four à température assez élevée. On a alors le tungstène métallique sous l'aspect d'une fine poudre grise, qui peut être fondue dans un four électrique;

2° Le *ferro-tungstène* est préparé en réduisant le minerai directement par l'électricité, l'aluminium ou autre corps très réducteur qui forme une couche de scorie au-dessus du ferro-tungstène. Il est nécessaire d'employer des minerais très purs dans la fabrication du tungstène par la réduction directe du minerai.

La pureté du produit dépend aussi du procédé de fabrication (métallurgique, aluminothermique ou électrométallurgique); ainsi que du four employé, qu'il s'agisse de creusets d'argile ou de graphite, de fours à flamme ou à coke, ou de four électrique.

Parmi les fours électriques, il faut citer le four à arc à production continue, construit et breveté par M. Paul Girod. Les procédés sont exploités par la Société anonyme électrométallurgique d'Ugine (Savoie), ainsi qu'à Courtepin et à Montbovon (Suisse). Il est décrit dans l'ouvrage de M. R. Pitaval « L'industrie électro-métallurgique de la France ».

Avec adresse on peut réduire au minimum certaines impuretés; mais c'est généralement avec une perte correspondante de tungstène. Le ferro-tungstène fait de cette façon fond à une température plus basse que le tungstène et est produit en lingots solides.

Pour l'acier au creuset, les lingots doivent être broyés en une fine poudre. Mais dans le four électrique on peut employer des morceaux plus grands.

Les usines françaises de Pont-du-Giffre (Haute-Savoie), d'Ugine (Savoie), de Saint-Béron, de Rioupéroux (Isère) livrent l'alliage de ferro-tungstène à des teneurs variant pour le tungstène de 80 à 95 pour 100 et pour le carbone de 1,5 à 0.25 pour 100.

On n'est pas d'accord sur les mérites respectifs du métal tungstène et du ferro-tungstène, les fabricants de chacun de ces produits prônant naturellement leur fabrication. Pour plus de détails sur les traitements mécanique et chimique des minerais et du métal tungstène, consulter l'ouvrage de M. Nicolardot et celui de M. Pitaval (voir au paragraphe bibliographique de la présente étude).

Emplois principaux du tungstène. — 1° Quoiqu'il ait été reconnu à l'analyse que les anciennes excellentes lames de sabres de Damas (damasquinées) renfermaient du tungstène, les débuts de l'industrie du tungstène datent environ de l'année 1900, où ils coïncidèrent avec l'utilisation du tungstène (produit gris) pour la fabrication de l'acier spécial dit « au tungstène » destiné aux outils à grande vitesse, aux aimants permanents (magnétos), aux ressorts, aux outils perforateurs, aux ciseaux à froid, aux besoins des forges et aciéries électriques.

Ce métal augmente la force de pénétration des projectiles de guerre.

Dès 1900, les usines Krupp d'Essen employaient 75 t par an de tungstène pour la fabrication de leurs aciers. Faut-il rappeler qu'une forte proportion de tungstène entre dans la composition de l'acier des canons à longue portée qui en avril et mai 1918 ont tiré sur Paris? La maison Osborne et Co, de Sheffield employait ce métal pour son acier « muschet », et les aciéries de Saint-Chamond l'utilisaient aussi.

L'emploi de ces aciers à grande vitesse a rendu possible la fabrication des outils à machines à des vitesses impossibles autrement. D'autres alliages ont été essayés; mais, pour les travaux au tour, rien ne vaut l'acier au tungstène.

On ajoute le tungstène à l'acier puddlé, à l'acier au creuset, à l'acier Bessemer, sous forme soit de tungstène, soit de ferro-tungstène, soit de tungstate de chaux.

La « Biermann Metal Industrie » de Hannover fournissait avant la guerre du tungstène à 93 pour 100 de métal, les ferro-tungstènes à 30, 40 ou 50 pour 100 et le minerai de tungstène en poudre.

Une autre usine productrice de tungstène, en Allemagne, était celle de Rosswein (Saxe).

Parmi les usines consommatrices d'avant-guerre, il faut citer: en France, Saint-Chamond, l'aciérie Hœltzer; en Angleterre, les aciéries de Sheffield; aux États-Unis, les usines de Philadelphia, New-York, Pittsburgh, etc.

2° L'addition à la fonte de tungstène réduit (1/8 à 1 pour 100 de tungstène) augmente la dureté et la ténacité du métal proportionnellement au poids de tungstène introduit.

3° Dans le centre métallurgique d'Imphy (Nièvre) on s'est servi de briquettes de tungstate de chaux chargées par couches alternatives avec le coke et la fonte, pour remplacer le « spiegeleisen », fer à miroir ou fonte très carburée (Fuchs et de Launay, « Traité des gîtes minéraux », p. 171).

4° On obtient par la combinaison du tungstène avec l'étain et le nickel un alliage d'un bel éclat argenté.

5° A partir de l'année 1903 le tungstène a été employé avec grand succès pour la fabrication des filaments métalliques des lampes électriques à incandescence.

Parmi les lampes à filaments métalliques (à base de tantale, de tungstène ou d'osmium) qui consomment 3 fois moins d'énergie que les anciennes à filaments de carbone), celles au carbure de tungstène sont les plus économiques. M. l'ingénieur Robert Pitaval évaluait en 1913 à seulement 5 à 6 t par an l'emploi du tungstène pour la fabrication des filaments des lampes électriques. Car, théoriquement, on peut faire 50 000 à 60 000 lampes avec 1 kg de tungstène et la production mondiale de ces lampes à filaments de tungstène était alors de 100 millions, dont 40 fabriqués en Allemagne.

C'est le produit pur qui est nécessaire pour cette fabrication délicate. Le tréfilage direct du métal se fait au moyen de filières en diamant. L'industrie de la région lyonnaise en détient la presque exclusivité de fabrication dans tous les pays du monde, y compris l'Allemagne et l'Angleterre venant avant-guerre s'y approvisionner en filières.

Digitized by Google

Là où l'on peut traiter des minerais très purs, les fabricants de ferro-tungstène et spécialement les usines françaises employant l'électricité provenant de chutes d'eau obtiennent des produits de qualité supérieure.

6° Il a été reconnu que le tungstène métal est de beaucoup supérieur aux alliages de platine et d'iridium pour la constitution des contacts dans les bobines, magnétos, relais, manipulateurs, etc., pour la construction des connexions des tubes de redresseurs ainsi que des électrodes de ces tubes (R. Pitaval).

7° Les sels de tungstène sont utilisés dans la teinturerie, la peinture à l'huile, l'aquarelle, la chromolithographie, pour la composition : du vert clair (tungstate de nickel), du vert sombre (tungstate de chrome), du violet indigo bleu (tungstate de cobalt), du jaune, du bleu, du bronze, du blanc (tungstate de baryum ou baryte). Cette dernière couleur blanche (wolfram weiss) est supérieure, dit-on, à la céruse.

8° En céramique, ces mêmes sels, combinés avec du monosilicate de plomb, par exemple, servent à la préparation de colorants bleus ou verts du verre et de la porcelaine.

9° L'imprégnation du bois et des tissus végétaux par ces sels les rend incombustibles.

10° Ils servent dans la technique des rayons X (tungstate d'uranium et de calcium) pour la préparation des fluoroscopes.

11° On les utilise pour le chargement des soies et des laines (tungstate de sodium) et comme mordant.

12° L'anhydride tungstique est employé en photographie sous forme d'acétotungstate.

13° Les borotungstates de Klein servent à la séparation des minerais.

Marchés du tungstène. — Les transactions importantes en cet article n'ont commencé que vers 1902.

Quant aux principaux marchés mondiaux du tungstène il faut citer : pour les États-Unis, New-York absorbant sa production; pour la France, Paris et Le Havre pour la période précédant la guerre et l'époque actuelle; pour l'Argentine, Buenos-Aires; pour le Portugal, Lisboa; ce dernier marché n'est que régional pour les produits de la péninsule ibérique seulement. Cependant, depuis le premier semestre de 1915, il y a eu sur ce marché une grande demande de tungstène et le résultat de la concurrence des acheteurs y a fait doubler les prix.

Mais le principal marché du précieux métal était incontestablement, avant la guerre, celui de Hamburg, où les transactions apparentes semblaient être de 400 à 500 t par mois, soit de 5 000 à 6 000 t par an de concentrés à 60-75 pour 100, représentant à peu près la consommation mondiale du produit à l'époque.

Cependant ce marché allemand était artificiel : car le peu de tungstène extrait du sol allemand ne pouvait à lui seul alimenter ce marché. Aussi la Metal Gesellschaft avait-elle créé de toutes pièces ce marché de Hamburg en y important des minerais achetés sur tous les gisements du globe y compris la France (Leucamp, Puy-les-Vignes). Elle les traitait dans ses usines de Silésie et les revendait en France, en Angleterre et ailleurs.

Le Statistisches Jahrbuch de Berlin estime à 10 millions de marks la valeur du minerai de tungstène importé en Allemagne en 1913. On pouvait peut-être répartir cette importation de la façon suivante :

53 %	provenant du Royaume-Uni (Métropole, Birmanie, Inde, Australie).
17 %	d'Amérique (États-Unis, Bolivie, Argentine).
10 %	de Portugal et de France.
10 %	d'Espagne et de Suède.
10 %	d'autres pays.
100 %	

Si, avant la guerre, les fabricants français de lampes à incandescence demandaient presque tous à l'Allemagne le tungstate d'ammoniaque d'où ils tiraient l'anhydride tungstique, il faut espérer que, après la guerre, pareil fait ne se renouvellera plus. Il est à souhaiter que, dorénavant, ces mêmes fabricants cherchent à se procurer aux sources mêmes de production, de préférence au Tonkin, colonie française, le minerai dont ils auront besoin, et le traitent eux-mêmes en France à leur grand avantage et à celui des consommateurs français.

Du reste, nos alliés anglais donnent d'ores et déjà à nos manufacturiers français un excellent exemple qu'ils devraient s'empresser de suivre et qui est le suivant : jusqu'au moment de la déclaration de guerre en 1914, la ville de Sheffield, quoique étant la plus forte consommatrice au monde de tungstène, était entièrement tributaire de l'Allemagne pour l'approvisionnement de la poudre du métal tungstène. Après de nombreuses recherches et des études approfondies, un groupement de 30 maisons de cette ville qui, avant la guerre, consommaient ensemble 80 pour 100 du tungstène employé à Sheffield, se forma pour monter une usine susceptible de pourvoir à leurs besoins en ce métal. On décida que sa pureté devait être le desideratum le plus essentiel. Dans ce but, l'usine ne devait produire que de la poudre de métal tungstène du plus haut degré possible. Les plans de l'usine furent dressés par le grand spécialiste anglais M. Julius Vogel, et celle-ci fut construite aussitôt que possible dans une localité adéquate. Aujourd'hui cette usine est la plus grande productrice de métal tungstène qui existe à notre connaissance. Ses produits titrent uniformément au-dessus de 98,5 pour 100 de tungstène pur : c'est substantiellement beaucoup mieux que le métal importé avant-guerre d'Allemagne en Angleterre.

En félicitant sincèrement nos amis anglais de ce grand succès industriel, nous incitons nos compatriotes à suivre cet exemple lumineux d'énergie scientifique et industrielle.

Pour ce qui est des détails de contrats de vente, échantillonnages, analyses, règlements relatifs au minerai et au métal tungstène, sur le marché de Hamburg, on peut consulter avec fruit l'ouvrage de M. Pitaval.

Prix du minerai et du métal. — L'approvisionnement utilisable de ce métal n'étant pas illimité et la

Digitized by Google

lavée, séchée et mélangée avec du charbon, est réduite dans un creuset en chauffant dans un four à température assez élevée. On a alors le tungstène métallique sous l'aspect d'une fine poudre grise, qui peut être fondue dans un four électrique;

2° Le *ferro-tungstène* est préparé en réduisant le minerai directement par l'électricité, l'aluminium ou autre corps très réducteur qui forme une couche de scorie au-dessus du ferro-tungstène. Il est nécessaire d'employer des minerais très purs dans la fabrication du tungstène par la réduction directe du minerai.

La pureté du produit dépend aussi du procédé de fabrication (métallurgique, aluminothermique ou électrométallurgique); ainsi que du four employé, qu'il s'agisse de creusets d'argile ou de graphite, de fours à flamme ou à coke, ou de four électrique.

Parmi les fours électriques, il faut citer le four à arc à production continue, construit et breveté par M. Paul Girod. Les procédés sont exploités par la Société anonyme électrométallurgique d'Ugine (Savoie), ainsi qu'à Courtepin et à Montbovon (Suisse). Il est décrit dans l'ouvrage de M. R. Pitaval « L'industrie électro-métallurgique de la France ».

Avec adresse on peut réduire au minimum certaines impuretés; mais c'est généralement avec une perte correspondante de tungstène. Le ferro-tungstène fait de cette façon fond à une température plus basse que le tungstène et est produit en lingots solides.

Pour l'acier au creuset, les lingots doivent être broyés en une fine poudre. Mais dans le four électrique on peut employer des morceaux plus grands.

Les usines françaises de Pont-du-Giffre (Haute-Savoie), d'Ugine (Savoie), de Saint-Béron, de Rioupéroux (Isère) livrent l'alliage de ferro-tungstène à des teneurs variant pour le tungstène de 80 à 95 pour 100 et pour le carbone de 1,5 à 0,25 pour 100.

On n'est pas d'accord sur les mérites respectifs du métal tungstène et du ferro-tungstène, les fabricants de chacun de ces produits prônant naturellement leur fabrication. Pour plus de détails sur les traitements mécanique et chimique des minerais et du métal tungstène, consulter l'ouvrage de M. Nicolardot et celui de M. Pitaval (voir au paragraphe bibliographique de la présente étude).

Emplois principaux du tungstène. — 1° Quoiqu'il ait été reconnu à l'analyse que les anciennes excellentes lames de sabres de Damas (damasquinées) renfermaient du tungstène, les débuts de l'industrie du tungstène datent environ de l'année 1900, où ils coïncidèrent avec l'utilisation du tungstène (produit gris) pour la fabrication de l'acier spécial dit « au tungstène » destiné aux outils à grande vitesse, aux aimants permanents (magnétos), aux ressorts, aux outils perforateurs, aux ciseaux à froid, aux besoins des forges et aciéries électriques.

Ce métal augmente la force de pénétration des projectiles de guerre.

Dès 1900, les usines Krupp d'Essen employaient 75 t par an de tungstène pour la fabrication de leurs aciers. Faut-il rappeler qu'une forte proportion de tungstène entre dans la composition de l'acier des canons à longue portée qui en avril et mai 1918 ont tiré sur Paris? La maison Osborne et Co, de Sheffield employait ce métal pour son acier « muschet », et les aciéries de Saint-Chamond l'utilisaient aussi.

L'emploi de ces aciers à grande vitesse a rendu possible la fabrication des outils à machines à des vitesses impossibles autrement. D'autres alliages ont été essayés; mais, pour les travaux au tour, rien ne vaut l'acier au tungstène.

On ajoute le tungstène à l'acier puddlé, à l'acier au creuset, à l'acier Bessemer, sous forme soit de tungstène, soit de ferro-tungstène, soit de tungstate de chaux.

La « Biermann Metal Industrie » de Hannover fournissait avant la guerre du tungstène à 93 pour 100 de métal, les ferro-tungstènes à 30, 40 ou 50 pour 100 et le minerai de tungstène en poudre.

Une autre usine productrice de tungstène, en Allemagne, était celle de Rosswein (Saxe).

Parmi les usines consommatrices d'avant-guerre, il faut citer: en France, Saint-Chamond, l'aciérie Hœltzer; en Angleterre, les aciéries de Sheffield; aux Etats-Unis, les usines de Philadelphia, New-York, Pittsburgh, etc.

2° L'addition à la fonte de tungstène réduit (1 8 à 1 pour 100 de tungstène) augmente la dureté et la ténacité du métal proportionnellement au poids de tungstène introduit.

3° Dans le centre métallurgique d'Imphy (Nièvre on s'est servi de briquettes de tungstate de chaux chargées par couches alternatives avec le coke et la fonte, pour remplacer le « spiegeleisen », fer à miroir ou fonte très carburée (Fuchs et de Launay, « Traité des gîtes minéraux », p. 171).

4° On obtient par la combinaison du tungstène avec l'étain et le nickel un alliage d'un bel éclat argenté.

5° A partir de l'année 1903 le tungstène a été employé avec grand succès pour la fabrication des filaments métalliques des lampes électriques à incandescence.

Parmi les lampes à filaments métalliques (à base de tantale, de tungstène ou d'osmium) qui consomment 3 fois moins d'énergie que les anciennes à filaments de carbone), celles au carbure de tungstène sont les plus économiques. M. l'ingénieur Robert Pitaval évaluait en 1913 à seulement 5 à 6 t par an l'emploi du tungstène pour la fabrication des filaments des lampes électriques. Car, théoriquement, on peut faire 50 000 à 60 000 lampes avec 1 kg de tungstène et la production mondiale de ces lampes à filaments de tungstène était alors de 100 millions, dont 40 fabriqués en Allemagne.

C'est le produit pur qui est nécessaire pour cette fabrication délicate. Le tréfilage direct du métal se fait au moyen de filières en diamant. L'industrie de la région lyonnaise en détient la presque exclusivité de fabrication dans tous les pays du monde, y compris l'Allemagne et l'Angleterre venant avant-guerre s'y approvisionner en filières.

Digitized by Google

Là où l'on peut traiter des minerais très purs, les fabricants de ferro-tungstène et spécialement les usines françaises employant l'électricité provenant de chutes d'eau obtiennent des produits de qualité supérieure.

6° Il a été reconnu que le tungstène métal est de beaucoup supérieur aux alliages de platine et d'iridium pour la constitution des contacts dans les bobines, magnétos, relais, manipulateurs, etc., pour la construction des connexions des tubes de redresseurs ainsi que des électrodes de ces tubes (R. Pitaval).

7° Les sels de tungstène sont utilisés dans la teinturerie, la peinture à l'huile, l'aquarelle, la chromolithographie, pour la composition : du vert clair (tungstate de nickel), du vert sombre (tungstate de chrome), du violet indigo bleu (tungstate de cobalt), du jaune, du bleu, du bronze, du blanc (tungstate de baryum ou baryte). Cette dernière couleur blanche (wolfram weiss) est supérieure, dit-on, à la céruse.

8° En céramique, ces mêmes sels, combinés avec du monosilicate de plomb, par exemple, servent à la préparation de colorants bleus ou verts du verre et de la porcelaine.

9° L'imprégnation du bois et des tissus végétaux par ces sels les rend incombustibles.

10° Ils servent dans la technique des rayons X (tungstate d'uranium et de calcium) pour la préparation des fluoroscopes.

11° On les utilise pour le chargement des soies et des laines (tungstate de sodium) et comme mordant.

12° L'anhydride tungstique est employé en photographie sous forme d'acétotungstate.

13° Les borotungstates de Klein servent à la séparation des minerais.

Marchés du tungstène. — Les transactions importantes en cet article n'ont commencé que vers 1902.

Quant aux principaux marchés mondiaux du tungstène il faut citer : pour les États-Unis, New-York absorbant sa production ; pour la France, Paris et Le Havre pour la période précédant la guerre et l'époque actuelle ; pour l'Argentine, Buenos-Aires ; pour le Portugal, Lisboa ; ce dernier marché n'est que régional pour les produits de la péninsule ibérique seulement. Cependant, depuis le premier semestre de 1915, il y a eu sur ce marché une grande demande de tungstène et le résultat de la concurrence des acheteurs y a fait doubler les prix.

Mais le principal marché du précieux métal était incontestablement, avant la guerre, celui de Hamburg, où les transactions apparentes semblaient être de 400 à 500 t par mois, soit de 5 000 à 6 000 t par an de concentrés à 60-75 pour 100, représentant à peu près la consommation mondiale du produit à l'époque.

Cependant ce marché allemand était artificiel : car le peu de tungstène extrait du sol allemand ne pouvait à lui seul alimenter ce marché. Aussi la Metal Gesellschaft avait-elle créé de toutes pièces ce marché de Hamburg en y important des minerais achetés sur tous les gisements du globe y compris la France (Leucamp, Puy-les-Vignes). Elle les traitait dans ses usines de Silésie et les revendait en France, en Angleterre et ailleurs.

Le Statistisches Jahrbuch de Berlin estime à 10 millions de marks la valeur du minerai de tungstène importé en Allemagne en 1913. On pouvait peut-être répartir cette importation de la façon suivante :

53 %	provenant du Royaume-Uni (Métropole, Birmanie, Inde, Australie).
17 %	d'Amérique (États-Unis, Bolivie, Argentine).
10 %	de Portugal et de France.
10 %	d'Espagne et de Suède.
10 %	d'autres pays.
100 %	

Si, avant la guerre, les fabricants français de lampes à incandescence demandaient presque tous à l'Allemagne le tungstate d'ammoniaque d'où ils tiraient l'anhydride tungstique, il faut espérer que, après la guerre, pareil fait ne se renouvellera plus. Il est à souhaiter que, dorénavant, ces mêmes fabricants cherchent à se procurer aux sources mêmes de production, de préférence au Tonkin, colonie française, le minerai dont ils auront besoin, et le traitent eux-mêmes en France à leur grand avantage et à celui des consommateurs français.

Du reste, nos alliés anglais donnent d'ores et déjà à nos manufacturiers français un excellent exemple qu'ils devraient s'empresser de suivre et qui est le suivant : jusqu'au moment de la déclaration de guerre en 1914, la ville de Sheffield, quoique étant la plus forte consommatrice au monde de tungstène, était entièrement tributaire de l'Allemagne pour l'approvisionnement de la poudre du métal tungstène. Après de nombreuses recherches et des études approfondies, un groupement de 30 maisons de cette ville qui, avant la guerre, consommaient ensemble 80 pour 100 du tungstène employé à Sheffield, se forma pour monter une usine susceptible de pourvoir à leurs besoins en ce métal. On décida que sa pureté devait être le desideratum le plus essentiel. Dans ce but, l'usine ne devait produire que de la poudre de métal tungstène du plus haut degré possible. Les plans de l'usine furent dressés par le grand spécialiste anglais M. Julius Vogel, et celle-ci fut construite aussitôt que possible dans une localité adéquate. Aujourd'hui cette usine est la plus grande productrice de métal tungstène qui existe à notre connaissance. Ses produits titrent uniformément au-dessus de 98,5 pour 100 de tungstène pur : c'est substantiellement beaucoup mieux que le métal importé avant-guerre d'Allemagne en Angleterre.

En félicitant sincèrement nos amis anglais de ce grand succès industriel, nous incitons nos compatriotes à suivre cet exemple lumineux d'énergie scientifique et industrielle.

Pour ce qui est des détails de contrats de vente, échantillonnages, analyses, règlements relatifs au minerai et au métal tungstène, sur le marché de Hamburg, on peut consulter avec fruit l'ouvrage de M. Pitaval.

Prix du minerai et du métal. — L'approvisionnement utilisable de ce métal n'étant pas illimité et la

Digitized by Google

concurrence étant grande pour son acquisition, ces deux raisons ont fortement contribué à en relever les prix en rapport avec ceux des autres métaux. Aussi, dès le commencement des hostilités, y a-t-il eu beaucoup de difficulté à faire face aux demandes des quantités de tungstène requises. Avant la guerre, la consommation du tungstène s'élevait constamment, surtout comme conséquence du remplacement graduel des machines surannées par d'autres capables de marcher à grande vitesse. En 1914, les immenses exigences des belligérants en obus, canons, navires, aéroplanes et à machineries diverses réclamant pour leur fabrication de l'acier à grande vitesse, mirent le comble aux besoins de la consommation. La demande dépassa rapidement les approvisionnements : d'où augmentation correspondante des cours. Cette impulsion détermina une grande activité dans tous les centres producteurs du globe ainsi qu'une augmentation accélérée de la production. Celle-ci dépassa vite les besoins et coïncida avec les mesures prises par les divers gouvernements alliés pour contrôler l'importation, la consommation et les prix (entre autres celle du gouvernement britannique qui contrôle les prix à raison de 55 shillings par unité), soit à 68 pour 100 à la parité de 4 675 fr la tonne. Ces circonstances ont motivé une baisse sensible des prix du tungstène dans les premiers jours de l'année en cours.

Nous donnerons plus bas un aperçu des fluctuations des cours du tungstène sur divers marchés, pour illustrer les considérations précédentes :

Prix en 1893, d'après Fuchs et de Launay :

Minerai de tungstène titrant 7/16 %		200 fr	aux 100 kg.
Ferro-tungstène	40 %	400	
Id.	80 %	900	
Tungstène métallique	95 %	650	
Tungstate de soude		225 fr	

En 1900 le cours le plus élevé du métal par unité était de 8 fr.

En 1902, il atteignait pour le plus haut 13 fr et pour le plus bas 8 fr.

En 1909, il atteignait pour le plus haut 60 fr et pour le plus bas 30 fr.

En 1910, à Hamburg, le tungstène métal en poudre titrant 96 à 98 pour 100, valait de 5,75 à 6,25 marks le kilogramme.

En 1913, à Hamburg : l'anhydride tungstique titrant 97 à 99 pour 100, était coté 4,70 marks le kilogramme.

Le tungstate de soude 72 à 75 pour 100 et 75 pour 100, Tu O^3 3,60 marks et 3,80 marks le kilogramme.

En 1913 à Lisboa, la valeur moyenne du minerai de tungstène était à la parité de 3 000 fr à 4 000 fr la tonne.

Dans le premier semestre de 1914 au Havre, la tonne valait 2 500 fr.

Les prix par unité, en dollars, ont été aux Etats-Unis les suivants :

En 1910, cours moyen de l'année	$	7,52
En 1911, Id.		5,97
En 1912, Id.		6,28
En 1913, Id.		7,30
En 1914, dans le 1er semestre, soit à la parité de 38,75 fr	$	7,75
Id. cours moyen de l'année		7,31
En 1915, Id.		29,33
En 1916, en avril, parité de 412 fr, ce qui fait à 68 pour 100 le prix exorbitant de 28,050 fr la tonne		82,50
Id. cours moyen de l'année		70
En 1917, les cours étaient retombés à la parité de 100 à 110 fr l'unité.		

Dans le premier semestre de 1915 à Lisboa, le taux de l'unité était à la parité de 32 fr à 34 fr.

Au commencement de 1916 au Havre, la tonne de concentré à 70 pour 100 atteignit 22 000 fr.

En 1917 à Buenos-Aires la cote de minerai de tungstène était pour l'unité, à 65 pour 100, de 15 1/2 piastres or, soit à la parité de 77,50 fr.

Dans le premier semestre de 1917 le cours de l'unité à 68 pour 100 était de 125 fr soit 8 500 fr la tonne.

A Paris, le ferro-tungstène était coté le 31 mai 1917 $ 80 pour 100 et 0,50 de carbure, à 30 fr le kilogramme pur.

Dans le second semestre 1917 il était de 145 fr à 9 860 fr la tonne.

Avenir du tungstène. — Il va sans dire que, dès la reprise des affaires après la signature de la paix, les industries d'avant-guerre non seulement reprendront leur activité, mais encore essaieront, par des efforts immenses, de rattraper le temps perdu. Nos industriels ne manqueront pas de profiter et de l'expérience acquise au cours des fabrications de guerre et des applications nouvelles du tungstène, soit pour la métallurgie, soit pour la fabrication des filaments de lampes à incandescence, etc. Il y a donc logiquement à prévoir une recrudescence de la consommation du tungstène. La France ne doit plus être à l'avenir tributaire de l'Allemagne, ni d'un autre pays pour ce produit comme du reste pour les autres, si possible. Elle doit se suffire à elle-même, étant donné qu'elle a en France et dans ses vastes possessions d'outremer des éléments considérables pour créer dans le métropole l'industrie du tungstène. Nous ne doutons pas que nos industriels sauront, comme ceux de Sheffield, créer dès que possible une usine spéciale pour la fabrication du tungstène, et, comme pis aller, avant cette création, se grouper pour acheter en commun aux sources mêmes de production le précieux métal dont ils auront un besoin urgent.

Observations générales. — Nous regrettons de n'avoir pu donner dans le cours de la présente étude plus de renseignements, de statistiques et de prix sur le produit qui nous intéresse, et ce, pour deux raisons : la première, le contrôle vigilant exercé sur le métal par les gouvernements alliés ; la seconde, le silence gardé par devers nous de quelques détenteurs actuels n'ayant peut-être pas intérêt à faire connaître les prix anormaux dont ils bénéficient.

Digitized by Google

Documentation. — Nous devons par contre exprimer ici notre reconnaissance aux personnes suivantes qui ont bien voulu nous aider de leurs renseignements précieux pour la rédaction du présent essai.

M. Julius Vogel, l'éminent spécialiste anglais pour le tungstène.

M. Miltiades Th. Armas, le savant ingénieur des mines, Grec francophile, surtout pour la partie bolivienne et argentine.

M. Jean Périer, l'infatigable attaché commercial de l'Ambassade de France en Angleterre.

M. L. Bélugou, le distingué président de la Société des mines d'étain, de Cao Bang (Tonkin).

Nous avons fait aussi quelques emprunts au ouvrages ou articles de MM. Ad. Carnot, Fuchs et de Launay, E.-F. Pittman, P. Nicolardot, L. Bélugou, R. Pitaval, Weed.

Nous donnons ci-dessous un aperçu bibliographique des ouvrages et articles sur le tungstène dont nous avons pu avoir connaissance :

Scheele. Mémoire sur le *tungsten*, vers 1781.

Morveau (Chimie) et Duhamel (Métallurgie). Traité détaillé du wolfram, 1786, dans l'*Encyclopédie méthodique*, éditée par Panckoucke à Paris, de 1781 à 1832.

D'Elhuyar y de Suvisa (frères Juan et Fausto). *Analisis quimica del wolfram* (entre 1785-1787).

L.-N. Vauquelin et Hecht. *Etude sur le tungstène de la Haute-Vienne*, 1805.

Carrière. Sur la découverte de la schéelite dans le gîte de Framont (Vosges). *B. S. G.* 2, 1852, t. x, p. 15.

Alluaud. *Aperçu géologique et minéralogique sur le département de la Haute-Vienne*, 1860.

Caron. Des effets produits par l'introduction du tungstène dans la fabrication du bronze et de la fonte. (*Ann. de Chim. et Phys.* (3), 1863, t. LXVIII, p. 143).

Le Guen. Amélioration des fontes par l'addition du wolfram. (*Ann. de Chim. et Phys.* (3), 1863, t. LXIX, p. 180).

Mallard. Sur les gisements stannifères du Limousin, p. 338. (*Ann. de m.* 6, 1865, t. x, p. 321).

Wurtz (Ch.-Ad.). Dictionnaire de chimie pure et appliquée, article sur *tungstène*. Paris, 1868-1886.

Adolphe Carnot. Sur quelques minéraux de bismuth et tungstène de Meymac. (Corrèze). *Compt. r. Acad. Sciences*, 1874, t. LXXIX, p. 302-306, 477-479, 637-640.

Silliman. On an association of gold with scheelite in Idaho. (*Ann. J. of Sc. and Arts*. 3, 1877, t. XIII, p. 451).

Philipps et Schwebel. Sur le bronze de tungstène. (*Deuts. Chem. Gesell.* 1880, t. XII, p. 2234), et (*Bull. de la Société chimique*, 1880, t. XXXIV, p. 453).

Philipps. Sur le bronze de tungstène. (*Bull. de la Société chimique*, 1882, t. XXXVIII, p. 253).

Mining Journal. East Pool's wolfram, 1883, p. 966. London.

D'Achiardi, 1883, t. II, p. 610.

Annales de Chimie et de Physique. Paris. Articles de Laurent (2), 67-219 ; Malaguti (2), 60-271 ; de Marignac (3), 69-41.

Poggendorf. Annal. Berlin. Articles de Wohler (2), 350 et de Zettnew, 130, (6).

Prof. Dr Rammelsberg et Dr Julius Philipp, articles du Bulletin de la *Berliner Chemischs Gesellschaft*, (15), 499-510.

George von Knorre, *Beiträge zur Kenntniss der Wolframverlindungen* (composés du wolfram), thèse du doctorat sur analyses de bronzes au tungstène, Leipzig, 1883.

Otto von der Pfordler. *Beiträge zur Kenntniss des Molybdäns und Wolframs*, thèse de doctorat sur observations et analyses.

J. Bernstein-Kohan. *Le wolfram et l'organisme animal* (en allemand). Giessen, 1883.

Corleis Ehreinfried. *Uber die Schwefelverbindungen des Wolfrans* (des sulfures de tungstène). Twunken, 1885.

Gouvernement américain. *Mineral resources of the United States*, 1886, p. 218 et suivantes.

Joly. *Le tungstène*, 1888.

R. Wille. *Wolframgeschosse* (projectiles en tungstène). Berlin 1890-1891.

Ed. Fuchs et L. de Launay. Traité des gîtes minéraux et métallurgiques, Paris, 1893, (voir t. II, p. 161-162 et 169-174 pour le *tungstène*).

A. Lacroix. *Minéralogie de la France et de ses colonies*, 1893-1902, p. 10-11 et 314-315 du t. III et p. 275-295 du t. IV.

Hans Mennicke. *Die Metallurgie des Wolframs*.

Legester. *Wolfram*.

J. Escard. *Les métaux spéciaux*.

P.-L. Burthe. Notes sur les travaux de recherches exécutés à Meymac. (*Annales des Mines* (9e), 1895, t. XII, p. 5-31, Paris).

Louis de Nussac. Extrait de la bibliographie limousine des sciences naturelles, t. I d'ouvrages sur le *Limousin*.

Edward F. Pittman. The mineral resources of New South Wales (article spécial sur le *tungstène*). Sydney, 1901.

L. Laurent. *Les productions minérales*, Marseille, 1907.

Journal du Four électrique, Paris.

Paul Nicolardot. Le tungstène, (p. 17 à 83) dans *Industrie des métaux secondaires et des terres rares*. O. Doin fils, Paris, 1908.

L. Bélugou. Le marché du wolfram. *Dépêche coloniale*, Paris, août 1910.

Daily commercial Report. Relevé statistique des cours moyens du wolfram de 1902 à 1910. London, août 1910.

R. Pitaval et L. Ganet, ingénieur civil des mines. Traité général du commerce des minerais et métaux (article sur le *tungstène*. Paris), 28, rue de Châteaudun, 1913.

Adriano Contreras y Roman Oriol, dans *Anuario de mineria metalurgica*, t. XIV, 1914. Madrid.

The Chamber of Commerce Journal, Tungsten and its production in the British Empire, London, juin, 1915.

The Chamber of Commerce Journal, Tungsten and other minerals of Portugal. London, octobre 1915.

Mineral Industry, tableau de la production mondiale du minerai de tungstène de 1906 à 1916, t. XXV. London.

Denis Cochin. Dans son rapport « Effets du blocus sur la fabrication des canons et des explosifs », p. 325-326, sur la chimie et le tungstène, dans le *Bulletin des Usines de guerre*, du 5 février 1917.

Walter-Harwey Weed. *The mines Handbook and Copper Handbook*, t. XIII, Tungsten mines, p. 199-202, 1918, New-York.

Désiré Pector,
Administrateur de sociétés coloniales.

Digitized by Google

Congrès général du Génie civil (*Suite*)

TRAVAUX DE LA SECTION IV (*Suite*).

L'accroissement du domaine minier français (1).

La production du sol français en minéraux, sauf pour les minerais de fer, d'aluminium et d'antimoine est très au-dessous de la consommation nationale.

L'accroissement de notre domaine minier est à considérer à trois points de vue différents : 1° recherches des gisements ; 2° conditions de l'institution des concessions ; 3° organisation des entreprises d'exploitation.

Autrefois, les recherches minières étaient faites par des chercheurs isolés, actuellement elles sont effectuées par des sociétés et même par des groupements de sociétés d'exploitants au grand profit de l'activité des recherches, car les exploitants offrent, au double point de vue technique et financier, les meilleures conditions pour mener à bien ces travaux difficiles et hasardeux. C'est ainsi qu'ont été réalisées de précieuses découvertes, telles que le bassin houiller lorrain, le prolongement du bassin du Nord et du Pas-de-Calais, le bassin houiller de la rive gauche du Rhône, d'importantes régions dans le bassin minier armoricain, etc.

Cependant, les sociétés d'exploitants ont une tendance à localiser les recherches dans leur voisinage, et les prospecteurs isolés se portent de préférence vers les minéraux demandés dans le moment. Dans ces conditions, des gisements fort dignes d'intérêt et des concessions injustement abandonnés, pourront, faute de se trouver sur le chemin des chercheurs, rester dans l'oubli.

L'article 39 de la loi de 1810 avait confié à l'État un rôle de contrôle et de centralisation des recherches minières, mais cet article a été abrogé virtuellement quatre ans après, quoique l'utilité d'une organisation nécessaire pour combler les lacunes de l'initiative privée ait jamais cessé d'exister. Les exploitants groupés pourraient remplir cette mission aussi bien que l'État. Ils centraliseraient les renseignements intéressant les recherches en France, qu'ils proviennent de travaux scientifiques ou qu'ils découlent de travaux industriels ; ils se limiteraient, bien entendu, aux résultats connus sans faire état de ceux qui peuvent avoir un caractère privé et confidentiel. Cette institution rendrait les plus grands services, tant à l'industrie nationale qu'aux industriels eux-mêmes.

Les conditions d'institution des concessions en France sont basées sur la loi du 21 avril 1810 ; on peut les résumer comme il suit :

Le propriétaire de la surface a le droit d'exécuter ou d'autoriser les recherches minières.

L'administration, à défaut de l'autorisation du propriétaire, peut accorder ce droit à tout demandeur.

(1) Rapport de M. Dayras.

Le gisement dont la présence vient à être révélée par ces recherches n'appartient pas au propriétaire du sol, non plus qu'à son inventeur ; il est *res nullius*, jusqu'à ce que l'État en constitue une propriété, en le concédant à celui des demandeurs qu'il juge discrétionnairement le mieux en mesure de l'exploiter.

Le décret de concession stipule, s'il y a lieu, une indemnité en faveur de l'inventeur et à la charge du concessionnaire ; il règle les droits des propriétaires du sol.

La mine concédée constitue une propriété distincte de celle de la surface, propriété perpétuelle, disponible et transmissible, sur laquelle des hypothèques pourront être assises.

Le concessionnaire doit payer à l'État une redevance fixe et une redevance proportionnelle, qui avaient été fixées d'abord à 0,10 fr par hectare pour la première et à 5 pour 100 du produit net pour la seconde.

Ces dispositions ont été complétées ou modifiées depuis ; la loi du 27 avril 1838 règle les mesures propres à éviter qu'un district de mines voisines se trouve inondé par la négligence d'un concessionnaire, et renforce l'action de l'administration sur les exploitants, notamment pour l'application de la déchéance. La loi du 16 juin 1840 applique le régime de la loi de 1810 aux mines de sel gemme et aux sources d'eau salée. Le décret du 23 octobre 1852 interdit de réunir plusieurs concessions sans une autorisation administrative. La loi du 2 mai 1866 supprime les liens de dépendance entre l'industrie métallurgique et celle des mines. La loi du 27 juillet 1880 règle divers points d'importance secondaire : protection des habitations contre les travaux souterrains ; formalités d'institution des concessions ; procédure d'occupation des terrains ; extension de la surveillance administrative ; rapport entre les exploitants de mines et de minières de fer. L'article 4 de la loi des finances du 8 avril 1910 a élevé le taux des redevances de 0,10 fr à 0,50 par hectare pour la redevance fixe et de 5 pour 100 à 6 pour 100 pour la redevance proportionnelle ; depuis la guerre les taux ont été portés à 2 fr par hectare pour la redevance fixe et à 12 pour 100 pour la redevance proportionnelle. Enfin l'article 138 de la loi des finances de 1911 a apporté certaines restrictions aux droits de propriété du concessionnaire ; mais, en réalité, sous le régime des sociétés anonymes, la facilité de négociation des actions peut rendre vaines les précautions stipulées par cet article.

Le rapporteur examine ensuite les bases de quelques législations étrangères qui sont d'ailleurs des plus variées, et les modifications diverses proposées à la loi de 1810 dont aucune n'a abouti. Le gouvernement, avant la guerre, n'encourageait pas beaucoup l'industrie minière ; pour des raisons de politique de partis, il laissait s'accumuler les dossiers des demandes en concessions, donnant suite seulement à un petit nombre d'entre

Digitized by Google

elles, considérées comme particulièrement urgentes et pour lesquelles les attributaires consentaient à promettre d'avance à l'État une participation sur les bénéfices ou une redevance à la tonne extraite.

Dans le but de mettre fin à une situation irrégulière dans la forme et préjudiciable à l'industrie française, puisqu'elle tient en suspens nombre de demandes de concessions, le ministre de l'Armement a décidé de présenter un projet de loi modifiant les conditions de perpétuité et de gratuité des concessions inscrites dans la loi de 1810. Dans ce projet il donne comme mission au Comité consultatif des mines, récemment institué, d'accorder le mieux possible les droits supérieurs de l'État, représentant la nation, avec les intérêts particuliers de l'industrie minière ; la durée des concessions est fixée à un délai uniforme de quatre-vingt-dix-neuf ans ; l'État participera aux bénéfices de l'exploitation suivant des règles également uniformes pour toutes les concessions, et qui seront fixées ultérieurement.

Le projet de loi dispose que l'État, s'il veut retirer la concession à l'expiration des quatre-vingt-dix-neuf ans, devra en prévenir le concessionnaire vingt-cinq ans à l'avance, faute de quoi la jouissance se continue par périodes de vingt-cinq ans. Le rapporteur estime que dans ces périodes le contrôle des travaux préparatoires et de leurs amortissements pourra gêner beaucoup le sage aménagement, tout en rendant délicats les rapports entre l'État et l'exploitant, et que pour atténuer ces difficultés il y aurait lieu de fixer également à quatre-vingt-dix-neuf ans la durée des périodes de renouvellement en conférant un droit de préférence au concessionnaire initial.

On avait proposé, entre autres réformes de la loi de 1810, de faire participer les ouvriers aux bénéfices de l'exploitation ; ceux-ci devant les difficultés que présenterait la répartition de la partie de bénéfices revenant aux ouvriers, entre les différentes catégories de travailleurs, ont renoncé à la participation et émis le vœu que ce soit l'État seul qui participe aux bénéfices et qui prenne sur les fonds généraux du budget les sommes nécessaires à l'entretien des œuvres sociales intéressant la classe ouvrière.

M. Dayras étudie ensuite la façon dont l'État doit participer aux profits ; il repousse l'idée d'une taxation initiale et pense que le meilleur prélèvement que puisse faire l'État est une participation aux bénéfices ; mais il est très délicat de fixer le bénéfice inférieur, correspondant au capital engagé, à partir duquel commencera le prélèvement de l'État, et le taux de prélèvement lui-même. Le projet de loi ne précise pas sur quelle base de bénéfice la participation de l'État sera calculée ; le Conseil d'État à ce sujet a recommandé dans son avis du 26 décembre 1907 que les conditions du prélèvement soient déterminées de manière à ne pas entraîner une immixtion de l'Administration dans la gestion industrielle et commerciale susceptible d'entraver la liberté de l'exploitant.

Examinant ensuite la question des cahiers des charges, M. Dayras dit que, d'après l'avis du Comité consultatif des Mines, le nouveau projet de loi respecte les lignes générales de la loi du 21 avril 1810 et conserve à l'acte administratif d'institution des concessions son caractère d'acte de police. Il faudrait donc, pour rester dans l'esprit de la loi de 1810, que la nouvelle loi détermine, soit par elle-même soit avec adjonction d'un règlement d'administration publique, toutes les conditions des concessions au lieu de s'en remettre au cahier des charges qui n'a pas le même caractère de fixité : elle assurerait aussi l'uniformité et l'immutabilité nécessaires pour encourager les initiatives. L'acte de concession devra être réduit au décret qui contiendrait, s'il y a lieu, des clauses spéciales et particulières.

Pour terminer, M. Dayras montre que l'industrie minière française tient dans le monde une place des plus honorables et que son seul point faible est l'insuffisance du domaine minier de la France en regard de ses besoins. Tous les efforts doivent donc s'exercer pour l'accroître autant que possible.

Comme conclusion au rapport de M. Dayras, le Congrès du Génie civil :

1° *En ce qui concerne les recherches et les mines inexploitées.* — Considérant qu'il importe d'encourager l'esprit de recherche, de tirer parti des richesses minérales françaises, et de remettre en activité les nombreuses concessions inexploitées ; considérant que tout en comptant sur l'initiative privée pour entreprendre les recherches des mines, on pourrait compléter ses efforts par la création et les soins d'un organisme central de documentation qui suivrait cette importante question avec des vues d'ensemble ;

Emet les vœux :

a) Que les groupements d'exploitants constituent cet organisme, en vue de l'intérêt général ;

b) Que les droits des inventeurs soient protégés et pleinement rémunérés, soit par la collation automatique de la concession, soit par des indemnités suffisantes, si la propriété minière ne leur est pas conférée de plein droit ;

c) Que la durée des formalités relatives à l'institution des concessions soit réduite et ne puisse dépasser deux ans, à dater du jour du dépôt de la demande à la préfecture, afin de ne pas retarder la mise en valeur de la richesse minière, ni reculer l'entrée en jouissance.

2° *En ce qui concerne l'institution des concessions.* — Considérant que, malgré les contrôles, le changement de mains d'un gisement minier, au cours de son exploitation, ne peut être que très préjudiciable à son bon aménagement et compromettre, sans profit pour l'État, la judicieuse exploitation des mines ; qu'il importe de donner toutes garanties dans le présent et dans l'avenir à ceux qui risquent leurs capitaux dans l'industrie minière ;

Emet le vœu :

a) Que, si le principe de la perpétuité ne doit pas être appliqué aux concessions nouvelles, la loi confère à ces concessions la plus longue durée possible ; qu'à défaut d'une durée correspondant à l'épuisement des gisements les concessions soient accordées au moins pour quatre-

Digitized by Google

vingt-dix-neuf ans et que les renouvellements soient consentis pour une nouvelle période égale à la première avec préférence accordée au précédent concessionnaire ;

b) Que les périmètres concédés soient suffisamment étendus pour compenser l'irrégularité des gisements français et l'aléa inhérent à toute exploitation de mines.

3° *En ce qui concerne les charges financières grevant la propriété minière.* — Considérant qu'un esprit de fiscalité excessive, en paralysant les initiatives individuelles, en menaçant la vitalité des entreprises et en se répercutant sur les prix de vente des produits, ferait perdre à l'État beaucoup plus que le profit des redevances qu'il peut obtenir éventuellement de participations raisonnables ;

Émet les vœux :

a) Que la contribution à fournir à l'État par les exploitants des nouvelles concessions soit demandée uniquement, lorsqu'elles sont constituées en sociétés, sous la forme de prélèvements opérés sur le superdividende des nouvelles mines à instituer ;

b) Que le taux de ce prélèvement soit modéré, qu'il soit laissé à l'exploitant, avant partage avec l'État, un intérêt annuel minimum et cumulatif de 8 à 10 pour 100 pour tenir compte du risque encouru par lui et du fait que, distribuant un fonds qui ne se renouvelle pas, il doit reconstituer le capital correspondant à ses immobilisations ;

c) Que ce prélèvement ne soit pas superposé à la redevance minière qui atteint actuellement 13,2 pour 100 des bénéfices et que, si le principe de l'établissement d'un impôt s'ajoutant au superdividende est admis, la redevance minière soit remplacée par l'impôt cédulaire de 4,50 pour 100 qui frappe tous les revenus industriels;

d) Que soient appliqués les articles 36 à 38 de la loi de 1810 instituant des dégrèvements en faveur des exploitants qui éprouvent des pertes ou des accidents.

4° *En ce qui concerne l'établissement de cahiers des charges.* — Considérant qu'il est nécessaire, pour provoquer les initiatives, que les conditions essentielles de l'institution des concessions soient nettement fixées et connues à l'avance, que les conditions soient les mêmes pour tous et aussi immuables que possible ;

Considérant que les conditions d'exploitation sont édictées par le règlement général sur l'exploitation des mines de 1909, et que, par suite, un cahier des charges, dont l'usage a du reste été supprimé depuis 1909, n'a plus raison d'être ;

Émet le vœu :

Que les conditions essentielles des concessions soient déterminées par la loi elle-même, complétée au besoin par un règlement général d'administration publique, le décret de concession ne devant contenir que les indications spéciales à chaque espèce, telles que les limites de la concession, les substances concédées, l'attributaire, les indemnités à l'inventeur s'il y a lieu et au propriétaire du sol.

(*A suivre.*)

Assemblées générales

Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est (Jeumont-Nord).

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 6 JUILLET 1918.

Les installations se trouvant dans les régions toujours envahies, la Société a dû ajourner le règlement des comptes de l'exercice.

Elle a fait tous ses efforts pour se tenir au courant de l'état de ses usines et installations pendant l'occupation, mais les communications sont devenues de plus en plus difficiles et incertaines et les renseignements obtenus de diverses sources ne présentent le plus souvent qu'un caractère de précision limité. Il est à craindre que la plus grande partie du matériel et des approvisionnements des usines ait été enlevée par l'ennemi.

La Société prend les mesures destinées à réserver ses droits à des indemnités réparatrices.

Dans le courant de l'exercice le capital a été porté de 30 à 40 millions.

La Compagnie a installé à la Plaine-Saint-Denis une usine de construction de matériel électromécanique et a repris ses fabrications d'avant-guerre, son carnet de commandes est largement pourvu, et elle espère, malgré les difficultés des approvisionnements, des transports et du personnel compétent, retirer des profits marqués. Cette usine, loin d'avoir l'importance de Jeumont, permettra d'attendre la réinstallation des usines envahies lors de la reprise des affaires.

L'usine de Saint-Ouen continue à travailler pour la Défense nationale, les résultats obtenus sont satisfaisants.

Le Conseil rend compte à l'assemblée de l'état de ses sociétés filiales.

Electricité et Gaz du Nord. — Cette Société, dont toutes les usines se trouvent en pays occupé par l'ennemi, n'a pu réunir les éléments nécessaires pour établir un bilan.

D'après les renseignements recueillis, les usines à gaz n'auraient pas subi de dommages sérieux, il en serait de même de la centrale de Jeumont. Les bâtiments de la centrale, en construction à Maubeuge, qui n'avaient encore reçu aucune des pièces de la machinerie seraient indemnes. Pour la centrale de Lomme près de Lille, il y a tout lieu de craindre qu'une partie très importante de cette usine ait disparu.

Société d'électricité de la région de Valenciennes-Anzin et *Société gaz et électricité du Hainaut.* — Ces deux sociétés étaient en plein développement, il y a lieu d'espérer que, la paix rétablie, elles reprendront un essor rapide.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR :
J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF :
Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. — TOME IV. — N° 5. — 3 AOUT 1918.

Chronique. — La précision des mesures industrielles de longueur. — A propos de la constante d'affaiblissement d'un circuit téléphonique. — Bibliographie : Aménagement de la petite usine, par Marcel HEGELBACHER ; La traction électrique et les chemins de fer de montagne, par A. BESLAY-THELLIER DE PONCHEVILLE. — Académie des Sciences, p. 129-130.

Section scientifique et technique. — Loi de réciprocité, par J.-B. POMEY, p. 131. — Création d'un point neutre artificiel dans un réseau monophasé ou triphasé. Equilibreurs de tension, par L. DUBAR, p. 132. — Revues, analyses et informations : Influence des variations journalières de la fréquence sur les indications des compteurs d'induction, p. 136; Sur la résistance de l'étincelle électrique, p. 140.

Section industrielle. — Les calibres industriels, par Ch.-Ed. GUILLAUME, p. 141. — Note sur le montage des moteurs électriques, par A. CURCHOD, p. 141. — Revues, analyses et informations : Phénomènes qui accompagnent la transmission de l'énergie avec certains systèmes de montage de transformateurs reliés en étoile, p. 150.

Section économique et financière. — Congrès général du Génie civil *(suite)*, p. 157. — Assemblées générales : Compagnie d'électricité du Sud-Est, p. 161; Société havraise d'énergie électrique, p. 161; Compagnie centrale d'énergie électrique, p. 162.

Section de législation. — La nouvelle loi de finances du 29 juin 1918 et ses innovations fiscales, par Paul BOUGAULT, p. 163.

La précision des mesures industrielles de longueur. — Il y a une trentaine d'années, bien peu nombreux étaient les ingénieurs qui prévoyaient que les déterminations minutieuses de longueur faites par les métrologistes avec une précision de l'ordre du micron pouvaient avoir dans l'avenir un intérêt industriel : l'ajustage des pièces des constructions industrielles n'était pas encore suffisamment précis pour que le besoin d'étalons ne différant entre eux que de quelques microns se fît sentir.

Cependant, dès 1890, la Section technique de l'Artillerie de l'Armée française se préoccupait de réaliser pour ses fabrications des calibres de contrôle présentant une telle précision, et, dans ce but, faisait appel à la collaboration des métrologistes du Bureau international des Poids et Mesures. Aujourd'hui, il est universellement admis que, la précision des ajustages industriels étant communément de l'ordre du centième de millimètre, les calibres doivent permettre de mesurer une longueur avec une erreur ne dépassant pas l'ordre du micron. Cette nécessité s'est d'ailleurs manifestée pratiquement par les inconvénients qui ont résulté de l'emploi simultané de calibres qui, bien que répondant individuellement à cette condition, n'étaient pas étalonnés à la même température, et, par suite, présentaient, dans les mêmes conditions d'emploi, des différences de longueur de quelques microns; nous avons eu l'occasion de relater ici [1] quelques-uns de ces inconvénients, et nous avons vu que, dans son rapport à la Section III du Congrès général du Génie civil, M. Ch. Marre a insisté [2] pour que tous les calibres soient étalonnés à la même température, celle de la fusion de la glace de préférence.

Pour ces raisons et aussi pour permettre aux études d'unification qui sont entreprises de divers côtés de reposer sur des bases solides, il nous a paru utile de présenter à nos lecteurs un exposé de l'état actuel de la question des calibres industriels. L'un des membres du Comité de Rédaction de la « R. G. E. » était particulièrement qualifié pour présenter cet exposé : M. Ch.-Ed. Guillaume, directeur du Bureau international des Poids et Mesures. On trouvera plus loin, p. 141, l'article qu'il nous a remis sur les « Calibres industriels » et, dans le prochain numéro, un autre article intitulé « La détermination des étalons à bout ».

A propos de la constante d'affaiblissement d'un circuit téléphonique. — Nous recevons la lettre suivante :

Je prends la liberté de vous adresser une remarque au sujet du calcul de M. Pomey sur « la longueur d'onde et

[1] *R. G. E.*, 9 mars 1918, t. III, p. 345.
[2] *R. G. E.*, 13 avril 1918, t. III, p. 561.

Digitized by Google

l'affaiblissement des circuits téléphoniques » (n° du 20 juillet 1918, p. 72).

Dans la formule

$$\beta^2 = -\frac{1}{2}(\omega^2 CL - AR) + \frac{1}{2}\sqrt{(\omega^2 C^2 + A^2)(\omega^2 L^2 + R^2)},$$

si nous posons

$$\omega^2 CL - AR = p,$$
$$AL + CR = q,$$

la formule devient

$$\beta^2 = -\frac{p}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{p^2 + \omega^2 q^2},$$

et comme, par hypothèse, q est petit relativement à p, il viendra en développant

$$\left(1 + \frac{\omega^2 q^2}{p^2}\right)^{\frac{1}{2}},$$

$$\beta^2 = \frac{\omega^2 q^2}{4p} - \frac{\omega^4 q^4}{16 p^3} + \ldots = \frac{\omega^2 q^2}{4p}\left(1 - \frac{\omega^2 q^2}{4p^2}\right).$$

Veuillez, etc.

A. Auric,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Bibliographie : Aménagement de la petite usine, par Marcel Hegelbacher, ingénieur civil (1). — L'auteur de cet ouvrage a cherché à donner des renseignements utiles aux industriels et artisans ayant à installer des usines de petite ou moyenne importance ; il donne des lignes de conduite à suivre pour obtenir avantageusement une petite installation comportant tous les perfectionnements de la technique moderne. Il a pensé être utile en particulier aux industriels des régions envahies qui auront, dès la libération de notre sol, à réinstaller complètement leurs usines. Dans le premier chapitre, l'auteur étudie l'air comprimé, sa production et ses applications industrielles ; le second chapitre traite du froid et de ses applications. Dans le troisième chapitre, l'auteur examine les appareils de manutention des marchandises dans l'industrie : brouettes, chariots, wagonnets, chemins de fer aériens suspendus sur câbles et monorails, les transporteurs, élévateurs et appareils de descente, les appareils de levage, ponts et grues ; il compare ensuite les prix de revient du transport sur route par chevaux, automobile à essence et automobile à vapeur, et montre que le camion à vapeur est le plus économique, tout en remarquant que cela dépend des conditions d'utilisation. Le chapitre IV est consacré à l'utilisation de l'eau dans l'industrie, aux moyens de se la procurer et de l'épurer. Dans le chapitre V l'auteur étudie l'électricité et ses applications industrielles ; il donne quelques notions sur la production de l'énergie électrique et passe en revue les différentes applications. Les chapitres VI et VII sont consacrés au gaz de houille et à l'acétylène. Dans le chapitre VIII l'auteur étudie la production de la force motrice par moteurs à vapeur, à explosion, à combustion intense, par moteurs électriques et moteurs hydrauliques. Le chapitre IX, donne des renseignements sur l'éclairage à l'essence et à l'air carburé, le chapitre X en donne sur les moyens de protection contre le vol et l'incendie. Dans le chapitre XI, l'auteur passe en revue les appareils de mesure employés habituellement dans la petite industrie. Le chapitre XII examine les différents modes de chauffage, et enfin, dans le chapitre XIII, l'auteur donne quelques notions sommaires sur les métaux usuels et sur la houille.

(1) Un volume format 19 cm × 12 cm, 236 pages, 90 figures, prix 3 fr, édité par Garnier frères, 6, rue des Saints-Pères, Paris.

Bibliographie : La traction électrique et les chemins de fer de montagne, par A. Beslay-Thellier de Ponchéville, ingénieur, attaché à la Société Vedovelli, Priestley et Cie à la Compagnie générale de constructions de Saint-Denis et à diverses sociétés (1). — Interné en Suisse après une dure captivité de vingt-sept mois en Allemagne, l'auteur a profité de cette heureuse détente pour compléter sur ses observations antérieures en recueillant sur place un certain nombre de documents intéressants sur les applications de la traction électrique principalement en pays de montagne. Cet opuscule est instructif au double point de vue des idées générales qui y sont développées et des lignes particulières qui y sont décrites. Celles-ci comprennent des lignes à voie normale, des lignes secondaires d'intérêt local et, enfin, des chemins de fer dits de touriste, particulièrement nombreux dans un pays aussi pittoresque que la Suisse. Parmi les réseaux qui font l'objet d'une description détaillée, beaucoup sont connus déjà de nos lecteurs : Burgdorf-Thun, Lœtschberg, Compagnie du Midi, Oberland-Bernois, Bernina, Jungfrau, etc., mais leur rapprochement permet de mieux en faire ressortir les différences caractéristiques.

Les trois derniers chapitres V, VI et VII, sont consacrés à l'étude des freins en pays de montagne, à la récupération, aux usines génératrices, aux sous-stations avec quelques indications sur l'emploi des convertisseurs à mercure et, enfin, à la conclusion dans laquelle l'auteur résume les tendances générales actuelles qui consistent, en gros, dans l'utilisation de tensions de plus en plus élevées et dans l'abandon de plus en plus marqué du courant triphasé.

En résumé, cet opuscule contient un certain nombre d'aperçus très nets sur les conditions générales de la traction électrique et sur les résultats déjà obtenus. Il rendra donc service aux ingénieurs et intéressera même, par la clarté de son exposition, tous les amateurs curieux des applications de l'électricité.

Académie des Sciences. — Séance du 22 juillet 1918. — Parmi la correspondance adressée à la savante assemblée pendant cette séance, nous signalons à nos lecteurs l'étude de M. Paul Girault « Sur un cas particulier de répartition du courant entre bobines de transformateur couplées en parallèles ». Nous reviendrons plus tard sur cet intéressant travail.

(1) Un vol. 18 cm × 25 cm, de 51 pages, 6 planches hors texte et 10 schémas et photographies de moteurs et locomotives. Editeurs, Georg et Cie, Genève-Lyon et Dunod et Pinat, 47, quai des Grands-Augustins, Paris (VIe).

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Loi de réciprocité

Dans cette note l'auteur établit, par l'application du principe des vitesses virtuelles, une relation donnant la force électromotrice e_k dans chacune des branches d'un réseau de conducteurs en fonction de la dérivée de l'énergie Joule par rapport au courant q'_k, et une seconde relation, réciproque de la précédente, donnant le courant en fonction des dérivées par rapport aux forces électromotrices.

Je considère un réseau de conducteurs en vue de lui appliquer les équations de Kirchhoff. Soit Q la quantité d'électricité qui a traversé une section de la branche R depuis le temps $t = 0$, soit I sa vitesse, on aura

$$I\delta t = \delta Q.$$

L'énergie calorifique virtuelle dégagée suivant la loi de Joule sera

$$\Sigma RI^2\delta t = \Sigma RI\delta Q.$$

Soit E la force électromotrice située dans la branche R, comptée positivement dans le même sens que I, l'énergie élémentaire virtuelle fournie par les sources sera

$$\Sigma E\delta Q.$$

Et le principe des vitesses virtuelles donnera

$$\Sigma RI\delta Q = \Sigma E\delta Q.$$

Mais en vertu de la loi de continuité, c'est-à-dire des équations de liaison relatives aux sommets, les variables Q ou I peuvent s'exprimer linéairement en fonction d'un certain nombre d'entre elles que j'appellerai q et q', lesquelles seront indépendantes. Par cette substitution, l'énergie fournie par les sources devient

$$\Sigma e\delta q.$$

La chaleur de Joule peut, de même, se transformer; posons

$$J = \Sigma RI^2,$$

d'où

$$\frac{1}{2}\frac{\partial J}{\partial I} = RI,$$

j'aurai

$$\Sigma RI\delta Q = \frac{1}{2}\Sigma\frac{\partial J}{\partial I}\delta Q.$$

Substituons les q et les q' aux Q et aux I, j'aurai

$$\Sigma RI\delta Q = \Sigma\frac{1}{2}\frac{\partial J}{\partial q'}\delta q.$$

Le principe des vitesses virtuelles donne alors

$$(I) \qquad e_k = \frac{1}{2}\frac{\partial J}{\partial q'_k}.$$

On sait, d'ailleurs, que, si l'on a affaire à un régime permanent de courants périodiques harmoniques de même fréquence, toutes ces équations subsistent à la condition de remplacer R par

$$R + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)\sqrt{-1},$$

et d'introduire les résistances imaginaires qui représenteront, s'il y a lieu, les coefficients d'induction mutuelle et qui seront de la forme $M\omega\sqrt{-1}$.

Cela posé, on aura

$$\delta e_i = \frac{1}{2}\Sigma_k\frac{\partial^2 J}{\partial q'_i\partial q'_k}\delta q'_k,$$

et, par conséquent

$$\Sigma_i q'_i\delta e_i = \frac{1}{2}\Sigma_i\Sigma_k q'_i\frac{\partial^2 J}{\partial q'_i\partial q'_k}\delta q'_k = \frac{1}{2}\Sigma_k\delta q'_k\Sigma_i q'_i\frac{\partial^2 J}{\partial q'_i\partial q'_k}.$$

Or, J est une fonction homogène du second ordre, et ses dérivées en sont du premier. On aura donc

$$\Sigma_i q'_i\delta e_i = \frac{1}{2}\Sigma_k\delta q'_k\frac{\partial J}{\partial q'_k} = \Sigma_k\delta q'_k e_k = \Sigma_i e_i\delta q'_i.$$

Mais, d'autre part, on a

$$\frac{1}{2}\Sigma_k\delta q'_k\frac{\partial J}{\partial q'_k} = \frac{1}{2}\delta J.$$

Or au moyen des équations (I), on peut exprimer les q' en fonction des e et alors J, que j'appellerai J_q quand il est exprimé en fonction des q', deviendra J_e quand il sera exprimé en fonction des e. J'aurai donc

$$\Sigma_i q'_i\delta e_i = \frac{1}{2}\delta J = \Sigma_i\frac{1}{2}\frac{\partial J_e}{\partial e_i}\delta e_i,$$

Digitized by Google

d'où, les δe_i étant indépendants

$$(II) \qquad q'_i = \frac{1}{2} \Sigma \frac{\partial J_e}{\partial e_i}.$$

Ce système est le système réciproque des équations (I); la coexistence de ces systèmes continue la loi de réciprocité.

On peut encore dire, en incitant Maxwell dans sa théorie des conducteurs isolés dans le champ électrostatique, que l'on a

$$(III) \qquad \Sigma e q' = J = \frac{1}{2} J_{q'} + \frac{1}{2} J_e,$$

d'où

$$\Sigma e \delta q' + \Sigma q' \delta e = \Sigma \frac{1}{2} \frac{\partial J_{q'}}{\partial q'} \delta q' + \Sigma \frac{1}{2} \frac{\partial J}{\partial e} \delta e,$$

de sorte que le système (I) entraîne le système (II) et réciproquement en vertu de (III), les variables indépendantes étant, au choix, soit les e, soit les q.

J.-B. POMEY,
Ingénieur en chef des Télégraphes.

Création d'un point neutre artificiel dans un réseau monophasé ou triphasé. Équilibreurs de tension

Il est souvent commode, dans certaines installations, d'avoir à sa disposition deux tensions différentes, l'une pour la force motrice, l'autre pour l'éclairage. En courant alternatif, on utilise surtout le monophasé à deux ponts et le triphasé à quatre fils. Mais il peut arriver que les transformateurs dont on dispose n'ont point de point neutre accessible, ou ont leur secondaire couplé en triangle, dans le cas du triphasé. Dans ce cas, on crée un point neutre artificiel à l'aide d'équilibreurs de tension. L'auteur de l'article ci-dessous étudie ces appareils et leur fonctionnement à vide et en charge. Quoique la théorie qu'il expose soit applicable à toutes les distributions polyphasées, il insiste particulièrement sur le monophasé et le triphasé qui sont le plus employés. Il donne pour finir quelques indications sur les équilibreurs hexaphasés que l'on rencontre assez souvent.

Les avantages des distributions d'énergie électrique à ponts multiples, permettant d'utiliser simultanément plusieurs tensions différentes, sont bien connus. En courants alternatifs, les plus employés de ces systèmes sont le monophasé à deux ponts et le triphasé à quatre fils. Le premier donne deux tensions dont l'une est moitié de l'autre; le second permet d'alimenter simultanément des appareils à la tension composée du réseau et à la tension simple qui est égale à $\frac{1}{\sqrt{3}}$ de la première. Il arrive très fréquemment, par exemple, qu'une usine soit alimentée en courants triphasés à 200 v composés; en général elle utilisera ces 200 v pour sa force motrice et branchera son éclairage sur la tension simple de 115 v.

Nous supposerons que nous possédons soit une distribution monophasée à deux fils, soit une distribution triphasée à trois fils et que nous voulons transformer la première en monophasée à deux ponts et la seconde en triphasée à quatre fils. Il nous faudra, pour cela, sortir le fil neutre des deux installations. Mais il peut arriver que ce neutre soit inaccessible (générateurs ou secondaires des transformateurs couplés en triangle par exemple) ou qu'il ne puisse être sorti que moyennant des transformations très coûteuses. Dans ce cas, nous pourrons créer un neutre artificiel au moyen d'appareils appelés équilibreurs.

Bien entendu, ces appareils sont des *équilibreurs de tension* et non des équilibreurs de puissance. Un transformateur n'est pas un volant d'énergie. En cas de charges déséquilibrées le pourcentage de l'énergie alternative et de l'énergie constante ou rotative reste sensiblement le même en amont et en aval de l'appareil. Par contre on peut équilibrer les tensions au moyen de couplages appropriés. Nous entendons par là, que l'on peut obtenir des tensions entre neutres et phases sensiblement constantes en charge, c'est-à-dire, ne différant que de 3 ou 4 pour 100 en plus ou en moins de ces mêmes tensions à vide.

Les appareils que nous allons étudier réalisent aussi parfaitement que possible ce programme. Nous dirons qu'ils sont auto-régulateurs.

Avant d'aborder leur étude, rappelons un principe fondamental de la technique des transformateurs, dont nous ne devrons jamais nous écarter.

Les transformateurs industriels sont à circuit magnétique fermé et absorbent un courant magnétisant faible. Il en résulte que la somme des ampères-tours primaires et secondaires de l'appareil doit être nulle. Mais de plus, à cause des fuites, on ne pourra jamais compenser les ampères-tours sur un noyau par d'autres ampères-tours sur un autre noyau. Il faudra donc que la somme des ampères-tours soit nulle *sur chaque noyau*. Comme, de plus, la somme géométrique des courants aboutissant à un même appareil doit être nulle, il peut arriver que cette dernière condition soit incompatible avec la première. C'est ce que nous devrons toujours éviter.

I. — **Equilibreurs monophasés.** — On les appelle également diviseurs de tension. Ces appareils connus et employés depuis très longtemps ont pour but, comme leur nom l'indique, de diviser en deux parties égales la tension d'une distribution monophasée simple. Par la

Digitized by Google

création d'un neutre artificiel, ils transforment une distribution à deux fils en une distribution à trois fils. Ils permettent d'utiliser simultanément la tension totale et les deux ponts de tension moitié moindre.

Les figures 1 et 2 représentent schématiquement deux types d'équilibreurs. Le premier n'est autre qu'un auto-transformateur de rapport de transformation égal à 1/2

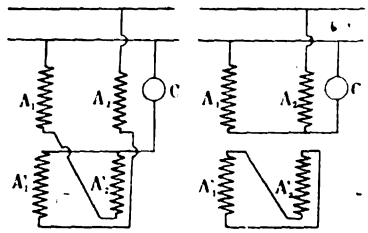


Fig. 1. — Equilibreur monophasé premier type.
Fig. 2. — Equilibreur monophasé deuxième type.

dont les deux enroulements A_1, A'_2 et A_2, A'_1 sont répartis par nombres de spires égaux sur les deux noyaux.

1° Courants. — Si nous supposons les deux ponts également chargés, il ne circule aucun courant dans le fil neutre ou fil d'équilibre et l'appareil fonctionne comme à vide. Il est facile de voir qu'il ne se charge qu'en proportion du courant dans le fil neutre, soit du déséquilibre entre les deux ponts. Nous pouvons donc, pour la théorie de l'appareil, faire abstraction de la portion de l'énergie empruntée directement au réseau et supposer une seule phase chargée par l'appareil C, soit par exemple la phase A_2, A'_1.

Les quatre enroulements A_1, A'_1, A_2, A'_2 étant enroulés dans le même sens à partir du haut, prenons comme sens positif des courants, par exemple celui des aiguilles d'une montre, sur la figure le sens de haut en bas, c'est-à-dire celui du flux qui produirait les ampères-tours correspondants.

Appelons I_1, I_2 les courants dans A_1, A_2 et I'_1, I'_2 les courants dans A'_1 et A'_2; I_0 le courant dans le fil neutre. La nullité des ampères-tours sur chaque noyau nous conduit à écrire :

$$I_1 + I'_1 = 0, \qquad I_2 + I'_2 = 0.$$

D'autre part A_1 étant en série avec A'_2 inversé (1) et A_2 en série avec A'_1 inversé, on a

$$I_1 = -I'_2, \quad I_2 = -I'_1, \quad \text{d'où} \quad I_1 = I_2.$$

Le courant est le même en grandeur et sens dans chacune des deux moitiés de l'enroulement.

(1) Inversé par rapport au sens que nous avons admis comme positif. Au point de vue du flux A_1 et A'_2 produisent dans le circuit magnétique des flux de même sens.

Comme de plus la somme géométrique des courants aboutissant à l'appareil doit être nulle, on a

$$2I_1 + I_0 = 0 \qquad I_1 = -\frac{I_0}{2}.$$

L'appareil se dimensionne pour la moitié du courant qui circule dans le fil neutre.

2° Dimensionnement. — Comme l'appareil ne possède qu'un seul enroulement, on pourra le bobiner sur une carcasse de transformateur de puissance moitié moindre. Si U est la tension totale appliquée à l'appareil, on prendra pour le bobiner une carcasse magnétique capable d'une puissance $\frac{UI_0}{4}$.

Passons au deuxième type (fig. 2). Comme le montre la figure, il est constitué comme un transformateur monophasé dont les deux enroulements primaires sont en série et dont les secondaires sont en opposition sans connexions extérieures. Avec les sens positifs que nous avons admis, on a

$$I'_1 = I'_2.$$

Comme d'autre part

$$I_1 = -I'_1, \qquad I_2 = -I'_2.$$

il s'ensuit que

$$I_1 = I_2 = -\frac{I_0}{2},$$

exactement comme pour le premier type d'appareil.

Remarquons qu'au point de vue du dimensionnement, l'appareil est bien moins avantageux que le premier car il comporte deux enroulements.

Il se dimensionne comme un transformateur de puissance $\frac{UI_0}{2}$.

3° Fonctionnement en charge. — Examinons d'abord l'appareil de la figure 1. En charge, l'appareil se comporte comme un auto-transformateur, c'est-à-dire, comme un transformateur dont le primaire et le secondaire sont en série. Dès lors, le diagramme des tensions se construit de la façon ordinaire. Soient (fig. 3), OE_1

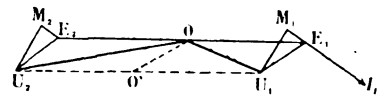


Fig. 3. — Diagramme des tensions en charge, dans un équilibreur monophasé.

et OE_2 les forces électromotrices dans les deux enroulements. Elles sont égales et opposées. Soit $E_1 I_1$ la direction du courant dans le pont chargé. Il s'y produit une chute de tension ohmique $E_1 M_1$ et une chute de tension réactive $M_1 U_1$ décalée de 90° en avant de $E_1 M_1$. La tension en charge est $O U_1$.

Digitized by Google

d'où, les δe_i étant indépendants

$$(II) \qquad q'_i = \frac{1}{2} \Sigma \frac{\partial J_e}{\partial e_i}.$$

Ce système est le système réciproque des équations (I) ; la coexistence de ces systèmes continue la loi de réciprocité.

On peut encore dire, en incitant Maxwell dans sa théorie des conducteurs isolés dans le champ électrostatique, que l'on a

$$(III) \qquad \Sigma e q' = J = \frac{1}{2} J_q' + \frac{1}{2} J_e,$$

d'où

$$\Sigma e \delta q' + \Sigma q' \delta e = \Sigma \frac{1}{2} \frac{\partial J_q'}{\partial q'} \delta q' + \Sigma \frac{1}{2} \frac{\partial J}{\partial e} \delta e,$$

de sorte que le système (I) entraîne le système (II) et réciproquement en vertu de (III), les variables indépendantes étant, au choix, soit les e, soit les q.

J.-B. Pomey,
Ingénieur en chef des Télégraphes.

Création d'un point neutre artificiel dans un réseau monophasé ou triphasé. Équilibreurs de tension

Il est souvent commode, dans certaines installations, d'avoir à sa disposition deux tensions différentes, l'une pour la force motrice, l'autre pour l'éclairage. En courant alternatif, on utilise surtout le monophasé à deux ponts et le triphasé à quatre fils. Mais il peut arriver que les transformateurs dont on dispose n'ont point de point neutre accessible, ou ont leur secondaire couplé en triangle, dans le cas du triphasé. Dans ce cas, on crée un point neutre artificiel à l'aide d'équilibreurs de tension. L'auteur de l'article ci-dessous étudie ces appareils et leur fonctionnement à vide et en charge. Quoique la théorie qu'il expose soit applicable à toutes les distributions polyphasées, il insiste particulièrement sur le monophasé et le triphasé qui sont le plus employés. Il donne pour finir quelques indications sur les équilibreurs hexaphasés que l'on rencontre assez souvent.

Les avantages des distributions d'énergie électrique à ponts multiples, permettant d'utiliser simultanément plusieurs tensions différentes, sont bien connus. En courants alternatifs, les plus employés de ces systèmes sont le monophasé à deux ponts et le triphasé à quatre fils. Le premier donne deux tensions dont l'une est moitié de l'autre ; le second permet d'alimenter simultanément des appareils à la tension composée du réseau et à la tension simple qui est égale à $\frac{1}{\sqrt{3}}$ de la première. Il arrive très fréquemment, par exemple, qu'une usine soit alimentée en courants triphasés à 200 v composés ; en général elle utilisera ces 200 v pour sa force motrice et branchera son éclairage sur la tension simple de 115 v.

Nous supposerons que nous possédons soit une distribution monophasée à deux fils, soit une distribution triphasée à trois fils et que nous voulons transformer la première en monophasée à deux ponts et la seconde en triphasée à quatre fils. Il nous faudra, pour cela, sortir le fil neutre des deux installations. Mais il peut arriver que ce neutre soit inaccessible (générateurs ou secondaires des transformateurs couplés en triangle par exemple) ou qu'il ne puisse être sorti que moyennant des transformations très coûteuses. Dans ce cas, nous pourrons créer un neutre artificiel au moyen d'appareils appelés équilibreurs.

Bien entendu, ces appareils sont des *équilibreurs de tension* et non des équilibreurs de puissance. Un transformateur n'est pas un volant d'énergie. En cas de charges déséquilibrées le pourcentage de l'énergie alternative et de l'énergie constante ou rotative reste sensiblement le même en amont et en aval de l'appareil. Par contre on peut équilibrer les tensions au moyen de couplages appropriés. Nous entendons par là, que l'on peut obtenir des tensions entre neutres et phases sensiblement constantes en charge, c'est-à-dire, ne différant que de 3 ou 4 pour 100 en plus ou en moins de ces mêmes tensions à vide.

Les appareils que nous allons étudier réalisent aussi parfaitement que possible ce programme. Nous dirons qu'ils sont auto-régulateurs.

Avant d'aborder leur étude, rappelons un principe fondamental de la technique des transformateurs, dont nous ne devrons jamais nous écarter.

Les transformateurs industriels sont à circuit magnétique fermé et absorbent un courant magnétisant faible. Il en résulte que la somme des ampères-tours primaires et secondaires de l'appareil doit être nulle. Mais de plus, à cause des fuites, on ne pourra jamais compenser les ampères-tours sur un noyau par d'autres ampères-tours sur un autre noyau. Il faudra donc que la somme des ampères-tours soit nulle *sur chaque noyau*. Comme, de plus, la somme géométrique des courants aboutissant à un même appareil doit être nulle, il peut arriver que cette dernière condition soit incompatible avec la première. C'est ce que nous devrons toujours éviter.

I. — Equilibreurs monophasés. — On les appelle également diviseurs de tension. Ces appareils connus et employés depuis très longtemps ont pour but, comme leur nom l'indique, de diviser en deux parties égales la tension d'une distribution monophasée simple. Par la

Digitized by Google

création d'un neutre artificiel, ils transforment une distribution à deux fils en une distribution à trois fils. Ils permettent d'utiliser simultanément la tension totale et les deux ponts de tension moitié moindre.

Les figures 1 et 2 représentent schématiquement deux types d'équilibreurs. Le premier n'est autre qu'un auto-transformateur de rapport de transformation égal à 1/2

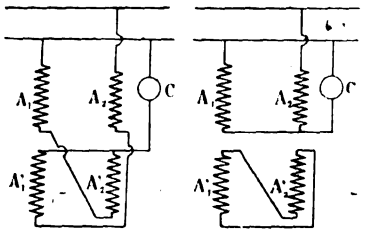


Fig. 1. — Equilibreur monophasé premier type.
Fig. 2. — Equilibreur monophasé deuxième type.

dont les deux enroulements A_1, A'_2 et A_2, A'_1 sont répartis par nombres de spires égaux sur les deux noyaux.

1° Courants. — Si nous supposons les deux ponts également chargés, il ne circule aucun courant dans le fil neutre ou fil d'équilibre et l'appareil fonctionne comme à vide. Il est facile de voir qu'il ne se charge qu'en proportion du courant dans le fil neutre, soit du déséquilibre entre les deux ponts. Nous pouvons donc, pour la théorie de l'appareil, faire abstraction de la portion de l'énergie empruntée directement au réseau et supposer une seule phase chargée par l'appareil C, soit par exemple la phase A_2, A'_1.

Les quatre enroulements A_1, A'_1, A_2, A'_2 étant enroulés dans le même sens à partir du haut, prenons comme sens positif des courants, par exemple celui des aiguilles d'une montre, sur la figure le sens de haut en bas, c'est-à-dire celui du flux qui produirait les ampères-tours correspondants.

Appelons I_1, I_2 les courants dans A_1, A_2 et I'_1, I'_2 les courants dans A'_1 et A'_2; I_0 le courant dans le fil neutre. La nullité des ampères-tours sur chaque noyau nous conduit à écrire :

$$I_1 + I'_1 = 0, \qquad I_2 + I'_2 = 0.$$

D'autre part A_1 étant en série avec A'_2 inversé (1) et A_2 en série avec A'_1 inversé, on a

$$I_1 = -I'_2, \quad I_2 = -I'_1, \quad \text{d'où} \quad I_1 = I_2.$$

Le courant est le même en grandeur et sens dans chacune des deux moitiés de l'enroulement.

(1) Inversé par rapport au sens que nous avons admis comme positif. Au point de vue du flux A_1 et A'_2 produisent dans le circuit magnétique des flux de même sens.

Comme de plus la somme géométrique des courants aboutissant à l'appareil doit être nulle, on a

$$2I_1 + I_0 = 0 \qquad I_1 = -\frac{I_0}{2}.$$

L'appareil se dimensionne pour la moitié du courant qui circule dans le fil neutre.

2° Dimensionnement. — Comme l'appareil ne possède qu'un seul enroulement, on pourra le bobiner sur une carcasse de transformateur de puissance moitié moindre. Si U est la tension totale appliquée à l'appareil, on prendra pour le bobiner une carcasse magnétique capable d'une puissance $\frac{UI_0}{4}$.

Passons au deuxième type (fig. 2). Comme le montre la figure, il est constitué comme un transformateur monophasé dont les deux enroulements primaires sont en série et dont les secondaires sont en opposition sans connexions extérieures. Avec les sens positifs que nous avons admis, on a

$$I'_1 = I'_2.$$

Comme d'autre part

$$I_1 = -I'_1, \qquad I_2 = -I'_2.$$

il s'ensuit que

$$I_1 = I_2 = -\frac{I_0}{2},$$

exactement comme pour le premier type d'appareil.

Remarquons qu'au point de vue du dimensionnement, l'appareil est bien moins avantageux que le premier car il comporte deux enroulements.

Il se dimensionne comme un transformateur de puissance $\frac{UI_0}{2}$.

3° Fonctionnement en charge. — Examinons d'abord l'appareil de la figure 1. En charge, l'appareil se comporte comme un auto-transformateur, c'est-à-dire, comme un transformateur dont le primaire et le secondaire sont en série. Dès lors, le diagramme des tensions se construit de la façon ordinaire. Soient (fig. 3), OE_1

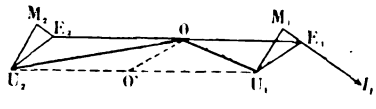


Fig. 3. — Diagramme des tensions en charge, dans un équilibreur monophasé.

et OE_2 les forces électromotrices dans les deux enroulements. Elles sont égales et opposées. Soit $E_1 I_1$ la direction du courant dans le pont chargé. Il s'y produit une chute de tension ohmique $E_1 M_1$ et une chute de tension réactive $M_1 U_1$ décalée de 90° en avant de $E_1 M_1$. La tension en charge est $O U_1$.

Digitized by Google

Dans la phase non chargée qui se comporte comme le primaire il faut pour obtenir la tension en charge, ajouter à OE_2 la chute ohmique $E_2 M_2$ et la chute inductive $M_2 U_2$.

Les courants I_1 et I_2 sont égaux en négligeant le courant magnétisant. Par suite de la disposition des enroulements les résistances et les self-inductions primaire et secondaire sont égales. Il s'ensuit que les triangles des chutes de tension $E_1 M_1 U_1$ et $E_2 M_2 U_2$, ont leurs côtés respectivement égaux et parallèles. La tension totale $U_1 U_2$ n'est autre que la force électromotrice totale $E_1 E_2$ déplacée parallèlement à elle-même de $E_2 U_2 = E_1 U_1$. Soit O' le milieu de $U_1 U_2$, la droite OO' est égale et parallèle à $E_1 U_1$ et $E_2 U_2$: Si nous supposons fixe la droite $U_1 U_2$, tout se passe comme si le neutre s'était déplacé du vecteur O' O égal et opposé à $E_1 U_1$. Il se produit une chute de tension dans le premier pont et une augmentation de tension dans le second.

Si l'appareil est convenablement construit, ces chutes et augmentations de tension ne dépassent pas 2 ou 3 pour 100.

Le déplacement du neutre en charge est au plus égal à la moitié de la tension de court-circuit du transformateur monophasé dont le primaire serait constitué par A_1 et A_2 en série et le secondaire par A'_1 et A'_2 en série. L'essai ordinaire en court-circuit effectué sur ce transformateur nous donnerait des quantités égales au double des chutes de tension dont il s'agit.

Ce que nous avons dit du premier type d'équilibreur, s'applique exactement au second type.

Avant d'aborder l'étude des équilibreurs triphasés, remarquons que le monophasé à deux ponts est le plus simple des systèmes polyphasés : les deux tensions sont décalées de 180°. Ensuite vient le triphasé où les trois tensions sont décalées de 120°, puis le tétraphasé appelé improprement diphasé, etc. Ce que nous allons dire du triphasé s'applique rigoureusement à un système polyphasé quelconque, donc au monophasé à deux ponts. Nous verrons par la suite que le premier type d'appareil de la figure 1 rentre dans la classe des équilibreurs polyphasés en zigzag et le deuxième dans celle des équilibreurs polyphasés en étoile-polygone.

II. — Equilibreurs triphasés. — Nous en étudierons deux types quoique l'on puisse aisément en imaginer d'autres plus compliqués.

Le premier type (fig. 4) n'est autre qu'un enroulement en zigzag bobiné sur une carcasse de transformateur triphasé. Le second (fig. 5) consiste en un transformateur dont le primaire est en étoile et le secondaire en triangle sans connexions extérieures. Si nous les comparons aux appareils monophasés des figures 1 et 2, nous constatons que les modes de couplages sont identiquement les mêmes; le nombre des phases seul varie.

Le type de la figure 1 et celui de la figure 4, sont deux enroulements en zigzag, l'un pour deux phases et l'autre pour trois. On constate d'ailleurs la même analogie entre les types des figures 2 et 5.

1° Courants. — Appelons I_1, I_2, I_3 les courants dans les enroulements A_1, A_2, A_3 et I'_1, I'_2, I'_3 les courants dans les enroulements A'_1, A'_2, A'_3; I_0 le courant dans le fil neutre et faisons les mêmes conventions de signe que pour les appareils monophasés.

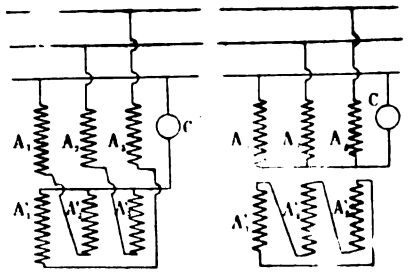


Fig. 4. — Equilibreur triphasé zigzag.
Fig. 5. — Equilibreur triphasé étoile-triangle.

La nullité des ampères-tours sur chaque noyau nous conduit à écrire pour le premier type (fig. 4)

$$I_1 + I'_1 = 0, \quad I_2 + I'_2 = 0, \quad I_3 + I'_3 = 0.$$

De plus, avec les conventions de signe adoptées

$$I_1 = -I'_2, \quad I_2 = -I'_3, \quad I_3 = -I'_1,$$

on en déduit

$$I_1 = I_2 = I_3.$$

Comme la somme géométrique des courants aboutissant à l'appareil est nulle, on a

$$3I_1 + I_0 = 0, \qquad I_1 = -\frac{I_0}{3}.$$

L'appareil se dimensionne pour le tiers du courant dans le fil neutre.

Passons au deuxième type (fig. 5). On a évidemment

$$I'_1 = I'_2 = I'_3.$$

Comme les ampères-tours primaires sont égaux et opposés aux ampères-tours secondaires, on a également

$$I_1 = I_2 = I_3 = -\frac{I_0}{3},$$

comme pour le premier type.

2° Dimensionnement. — Soit U la tension composée du réseau appliquée aux bornes de l'équilibreur. Nous avons vu que le courant est égal à $\frac{I_0}{3}$. La puissance apparente sera donc $\frac{UI_0}{3}\sqrt{3}$ pour les deux types d'appareil. Si nous prenons le deuxième type (étoile-triangle) qui est constitué comme un transformateur normal à deux enroulements, il faudra prendre une carcasse

Digitized by Google

magnétique capable de la puissance apparente totale $\frac{UI_0}{\sqrt{3}}$.

Il n'en est pas de même pour le type zigzag.

On peut le considérer comme un appareil à un seul enroulement zigzag. Il y aura donc, au point de vue du dimensionnement, réduction de moitié de la puissance par rapport à un transformateur couplé en zigzag. Or, comme ce dernier doit être dimensionné pour une puissance $\frac{2}{\sqrt{3}}$ fois plus élevée qu'un transformateur couplé en étoile-étoile, notre équilibreur zigzag sera bobiné sur une carcasse de transformateur capable de la puissance

$$\frac{UI_0}{3}\sqrt{3} \times \frac{1}{2} \times \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{UI_0}{3}.$$

On voit combien cet appareil est plus avantageux que le deuxième type. On pourra le bobiner sur une carcasse capable d'une puissance $\sqrt{3}$ fois plus faible.

3° Tensions a vide et forces électromotrices. — Nous allons démontrer qu'à vide, le point neutre se trouve rigoureusement au centre de gravité du triangle des tensions et qu'en charges déséquilibrées (c'est-à-dire, lorsqu'il circule un courant dans le fil neutre), il ne se déplace que très peu. Prenons d'abord le premier type (équilibreur zigzag). Traçons (fig. 6) le diagramme des tensions à vide dans l'appareil. E_1 E_2 E_3 est le triangle des tensions composées aux bornes de l'appareil. Pour plus de généralité, nous ne le supposerons pas équilatéral. Le cas se présente dans la pratique lorsqu'il est déformé par des chutes de tension inégales sur les trois phases.

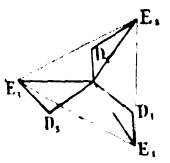


Fig. 6 — Diagramme des tensions à vide et des forces électromotrices dans un équilibreur triphasé zigzag.

OD_1, OD_2, OD_3 sont les tensions dues aux enroulements A_1 A_2, A_3 ; $D_1 E_1$, $D_2 E_2$, $D_3 E_3$ les tensions dues aux enroulements A'_1, A'_2, A'_3 ; OE_1 est la résultante de

$$OD_1 \text{ et de } D_1 E_1 = - OD_2.$$

De même OE_2 est la résultante de OD_2 et de $D_2 E_2 = - OD_3$; OE_3 est la résultante de OD_3 et $D_3 E_3 = - OD_1$ On a donc géométriquement

$$\overline{OE_1} = \overline{OD_1} - \overline{OD_2}; \quad \overline{OE_2} = \overline{OD_2} - \overline{OD_3};$$
$$\overline{OE_3} = \overline{OD_3} - \overline{OD_1}$$

Ajoutons

$$\overline{OE_1} + \overline{OE_2} + \overline{OE^3} = \overline{OD_1} - \overline{OD_2} + \overline{OD_2} - \overline{OD_3} + \overline{OD_3} - \overline{OD_1} = 0.$$

Les termes se détruisent deux à deux (1).

La somme géométrique de trois tensions à vide OE_1, OE_2, OE_3 est nulle. Le point O est donc bien le centre de gravité des trois points E_1 E_2 E_3. C. Q. F. D.

Pour le deuxième type d'appareil (fig. 5) la démonstration est encore plus simple. Les trois enroulements A'_1, A'_2, A'_3 étant en série et formant un circuit fermé, la somme géométrique des tensions secondaires est nulle. A vide il en est évidemment de même des tensions primaires qui leur sont parallèles et proportionnelles. Donc le neutre est bien encore au centre de gravité du triangle des tensions.

4° Fonctionnement sur charges déséquilibrées. — Nous avons vu que le neutre est au centre de gravité O du triangle des forces électromotrices E_1 E_2 E_3. Les tensions en charge OU_1, OU_2, OU_3 (fig. 7) diffèrent des forces

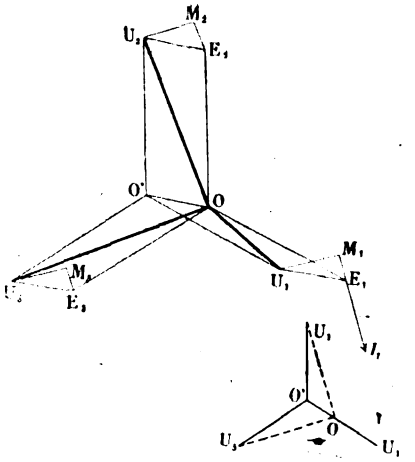


Fig. 7 — Diagramme des tensions en charge dans les équilibreurs triphasés.

Fig. 8. — Cas d'un appareil sans fuites et d'une charge simplement wattée sur la phase I.

électromotrices par les chutes de tension $E_1 U_1$, $E_2 U_2$, $E_3 U_3$. Ces trois chutes de tension sont équipollentes (au courant magnétisant près), puisque les intensités sont les mêmes dans les trois phases et que les résistances et les self-inductions de fuites sont identiques par construction. Donc, le triangle des tensions en charge U_1 U_2 U_3 n'est autre que le triangle à vide E_1 E_2 E_3 déplacé en bloc de la quantité $E_1 U_1$ par rapport au neutre supposé fixe. Si nous supposons fixe au contraire le triangle des tensions composées, qui nous

(1) On généralise aisément cette démonstration. On peut l'appliquer sans rien y changer à un zigzag polyphasé quelconque constitué en associant une demi-phase prise sur un noyau avec une demi-phase inversée prise sur un autre noyau et en continuant pour les autres phases par permutation tournante. On a dans ce cas $\sum_{1}^{n} (\overline{OD_i} - \overline{OD_{i+m}}) = 0$.

Les termes se détruisant 2 à 2. On a d'ailleurs intérêt au point de vue de l'utilisation de l'appareil à associer deux demi-phases faisant entre elles un angle aussi voisin que possible de 180°.

Digitized by Google

est donné par le réseau, tout se passe comme si le neutre s'était déplacé du vecteur O'O égal et opposé à $E_1 U_1$. Dans le cas de la figure, ce déplacement produit une chute de tension dans la phase chargée et une augmentation de tension dans les deux autres.

Voyons maintenant la valeur des chutes de tensions $E_1 U_1$, $E_2 U_2$, $E_3 U_3$.

$E_1 U_1$ est la chute de tension dans la phase 1 composée de deux enroulements A_1 et A'_2. Elle est la résultante de la chute ohmique $E_1 M_1 = (R + R') I_1$ de sens opposé au courant I_1 et de la chute inductive $\omega (L + L') I_1$ décalée de 90° en avant de la première. On a donc $E_1 M_1 = (R + R') I_1$; $M_1 U_1 = \omega (L + L') I_1$.

Si nous considérons le transformateur triphasé dont le primaire serait constitué par les enroulements A_1, A_2, A_3 couplés en étoile et le secondaire par les enroulements A'_1, A'_2, A'_3 également couplés en étoile. $R + R'$ serait la résistance apparente totale *d'une phase*, ramenée au primaire, et $L + L'$ la self-induction apparente totale *d'une phase* ramenée au primaire. On les mesurerait par l'essai en court-circuit effectué en mettant A'_1, A'_2, A'_3 en court-circuit sur des ampèremètres et en mesurant les watts et les tensions sur A_1, A_2 ou A_3.

La comparaison de notre équilibreur avec le transformateur étoile-étoile, constitué par un simple changement de connexion, nous montre que l'auto-régulation pourra être très satisfaisante. OO' variera suivant la puissance de 2 à 5 pour 100 de la tension simple.

Les chutes de tensions dans l'appareil de la figure 5 se calculent et se mesurent exactement de la même façon que celles de l'équilibreur à enroulement zigzag.

Bien entendu, dans les quatre appareils que nous venons d'étudier, les deux enroulements de chaque noyau doivent être, en vue de diminuer la chute inductive, enchevêtrés à la façon du primaire et du secondaire d'un transformateur. On pourra les bobiner soit concentriquement, soit en galettes alternées.

III. — **Equilibreurs hexaphasés**. — Nous pouvons étendre les propriétés que nous avons établies à un système polyphasé quelconque, les démonstrations que nous avons données ne faisant pas intervenir le nombre des phases. Lorsque le nombre de phases dépasse 3, il est possible de constituer plusieurs zigzags différents, qui sont d'autant plus avantageux que les tensions associées deux à deux font entre elles un angle plus grand. (voir note 1 de la page 135).

Nous nous contenterons de signaler l'équilibreur hexaphasé qui est représenté schématiquement dans la figure 9 et qui s'emploie souvent pour les commutatrices

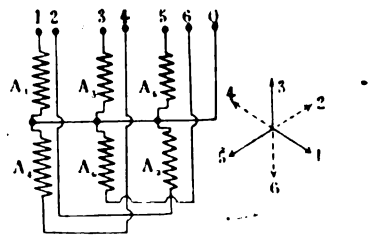


Fig. 9. — Equilibreur hexaphasé pouvant servir d'auto-transformateur triphasé-hexaphasé.

Il est constitué en somme, par trois diviseurs de tension monophasés $A_1 A_4$, $A_3 A_6$, $A_5 A_2$ dont les points milieux sont réunis au neutre O. Bien entendu, pour que l'appareil fonctionne convenablement, il importe que les enroulements A_1 et A_4, A_3 et A_6, A_5 et A_2 soient disposés l'un par rapport à l'autre, comme le primaire et le secondaire d'un transformateur. (Concentriquement ou en galettes alternées.)

Cet appareil est également très souvent employé comme auto-transformateur triphasé hexaphasé. En effet, si nous l'alimentons avec des courants triphasés aux bornes 1, 3 et 5 nous recueillons des courants hexaphasés aux bornes 1, 2, 3, 4, 5 et 6.

L. Dubar,
Ingénieur E. C. P. et E. S. E.

Revues, analyses et informations

Influence des variations journalières de la fréquence sur les indications des compteurs d'induction.

Parmi les causes d'erreurs qui affectent les indications des compteurs à courants alternatifs la variation de la fréquence a une importance considérable. Au cours des nombreux essais de compteurs, qu'effectua le Laboratoire central d'Électricité, l'influence de cette variation a donné lieu à diverses remarques que M. A. Durand a exposées dans une communication récente à la Société française des Électriciens (1), en prenant d'ailleurs toutes précautions utiles pour ne pas trahir le secret professionnel. Nous reproduisons ci-dessous cette communication.

Vous savez que, d'après les arrêtés ministériels, les compteurs doivent être essayés avec des fréquences différant de $\pm$ 5 pour 100 de la valeur de la fréquence normale ; ces écarts, du reste, sont constatés très souvent, sur les réseaux de distribution ; et même certains cahiers des charges en prévoient de plus élevés.

Quelle peut être l'influence sur les indications d'un compteur d'induction, de ces variations journalières de la fréquence ? Cette question intéresse les producteurs et acheteurs d'énergie électrique, elle intéresse les constructeurs de compteurs, les ingénieurs-conseils, et les bureaux de contrôle.

Ces influences viennent contribuer à l'incertitude d'une

(1) *Bulletin de la Société française des Electriciens*, mars 1918, t. VIII, 3e série, p. 59-69.

Digitized by Google

mesure que nous voudrions aussi exacte que possible dès que la question de prix a été débattue. Nous avons eu, pour notre part, à vérifier des compteurs enregistrant chacun des puissances de 10000 kw ; une simple erreur de 1 pour 100 sur leurs indications peut se chiffrer annuellement, par 100 000 fr. Quel beau Laboratoire on entretiendrait avec cette somme !

Avant de vous montrer les courbes, permettez-moi de vous rappeler la formule finale à laquelle conduit la théorie de ces compteurs, théorie que M. Paul Janet vous a exposée en 1901 et qui devint rapidement classique.

La vitesse du disque a pour valeur

$$\omega' = \frac{K\omega\mathcal{H}_1\mathcal{H}_2 \sin\varepsilon}{\mathcal{H}_1^2 + \mathcal{H}_2^2 + A'}$$

K étant un facteur de proportionnalité, ω la pulsation du réseau, $\mathcal{H}_1$ et $\mathcal{H}_2$ des champs agissants présentant entre eux une différence de phase ε, et A un terme proportionnel au couple antagoniste proportionnel à la vitesse et produit par un aimant amortisseur.

La vitesse ω' dépend donc de la pulsation ω ; elle devrait, toutes choses égales d'ailleurs, augmenter avec la fréquence : nous verrons plus loin qu'il n'en est pas toujours ainsi.

Si dans cette relation le champ $\mathcal{H}_1$ est proportionnel à la tension du réseau et $\mathcal{H}_2$ proportionnel à l'intensité du courant de l'installation, la vitesse du disque sera proportionnelle à la puissance à mesurer $UI \cos\Phi$ à condition toutefois : 1° que $\sin\varepsilon = \cos\Phi$; 2° qu'au dénominateur le terme $\mathcal{H}^2_1 + \mathcal{H}^2_2$ soit négligeable devant A, de manière que ce dénominateur soit sensiblement constant.

La condition $\sin\varepsilon = \cos\Phi$ est réalisée quand le décalage du réseau Φ est complémentaire de l'angle ε. On peut, pour cela, ou bien augmenter par un dispositif approprié le décalage du courant passant dans l'enroulement de tension, de façon à amener sa phase à être en quadrature avec la tension du réseau, ou bien, après avoir décalé fortement le courant du circuit de tension, diminuer dans le compteur, de la quantité voulue, l'angle de phase du circuit intensité.

La réalisation de cette quadrature a été obtenue de bien des manières ; mais, actuellement, le seul dispositif employé est celui de la bague dont les brevets sont dans le domaine public. Dans cette bague, embrassant généralement le champ créé par le courant provenant de la tension, il se produira des courants d'induction. Les champs produits par ces courants induits vont se composer avec le champ primitif pour donner un champ résultant ayant la quadrature cherchée.

Il existe des types de compteurs où la condition $\sin\varepsilon = \cos\Phi$ est réalisée en disposant la bague sur une dérivation magnétique du champ série.

La relation donnant la vitesse ω', toute théorique deviendra très complexe si nous voulons tenir compte de toutes les actions qui peuvent se produire dans ces compteurs pourtant si simples.

De quoi se composent en principe ces appareils ? Un électro-aimant branché entre les pôles de l'installation, un autre traversé par le courant principal, des dispositifs de réglage (aimant, bagues, compoundage) et un disque mobile.

Les électro-aimants contiennent des tôles, d'où introduction des effets dus à la perméabilité, à l'hystérésis, aux courants de Foucault.

L'intensité du courant passant dans l'électro-aimant de tension est

$$I_1 = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \mathcal{L}^2\omega^2}};$$

elle dépend bien entendu de la tension, ensuite de la résistance R de l'enroulement, de la self-induction $\mathcal{L}$ et de la pulsation ω ; mais la résistance R est variable avec la température (température ambiante, échauffement des enroulements sous l'influence de l'effet Joule produit par le courant, échauffement des tôles par les courants de Foucault). Le coefficient $\mathcal{L}$ est variable avec l'induction dans le fer, induction dépendant, elle aussi, de l'intensité I_1.

Ce sont toutes ces causes, magnétiques et autres, qui vont contribuer à faire varier, non seulement la grandeur, mais encore la phase de ce courant.

L'électro-aimant traversé par le courant principal aura, dans ses tôles, une induction variable avec ce courant ; il en résultera, pour la courbe d'étalonnement, la forme caractéristique bien connue (retard de 1 à 2 pour 100 entre les étalonnements à demi et pleine charge).

Ce n'est pas tout. Ces électro-aimants émettent des flux plus ou moins utiles. Les variations périodiques de ces flux vont produire des courants d'induction dans les parties métalliques voisines : disque, bagues, compoundage, et peut-être même aussi dans les boîtiers, etc. ; ces courants *induits* dépendront en premier lieu de la fréquence ; car, si le flux est de la forme $\mathcal{F} = \mathcal{F}_0 \sin\omega t$, la force électromotrice induite sera

$$-\frac{d\mathcal{F}}{dt} = \omega\mathcal{F}_0 \cos\omega t;$$

le flux maximum $\mathcal{F}_0$ est donc multiplié par ω. L'intensité et la phase de ces courants de réaction dépendront de l'impédance de leurs circuits ; leurs champs variables, eux aussi, en grandeur et en phase, viendront se composer avec les champs des électro-aimants pour former, dans le compteur, les champs $\mathcal{H}_1$ et $\mathcal{H}_2$ théoriques.

C'est en tenant compte d'une partie de ces actions que notre collègue, M. Iliovici, a établi la relation qu'il nous a rappelée dans sa Communication de juillet 1915 ; vous pourrez constater, en vous reportant à ce travail, que la formule primitive est déjà bien changée !

Tout ceci s'applique aux compteurs pour courants monophasés ; si, maintenant, nous passons aux compteurs pour courants triphasés, compteurs comportant deux ou trois systèmes de couples d'électro-aimants, nous aurons à tenir compte des réactions des phases les unes sur les autres ; ce fait est assez connu pour qu'il y ait, dans le commerce, des indicateurs de phases vous indiquant l'ordre dans lequel les lignes du réseau doivent être reliées au compteur.

Quoi qu'il en soit, ces théories, bien qu'incomplètes, nous sont d'un grand secours : elles nous montrent le but à atteindre ; ainsi, par exemple, s'il nous était possible de rendre nulle la résistance ohmique de l'électro-aimant de tension, on arriverait à ce résultat que ω disparaîtrait du numérateur de la formule ; la fréquence n'interviendrait que dans le terme $\mathcal{H}^2_1$ du dénominateur, terme qui avec $\mathcal{H}^2_2$ doivent être négligeables devant le couple antagoniste de l'aimant.

De plus, le champ dans l'électro-aimant de tension dont le déphasage est $\operatorname{tang}\alpha = \frac{\mathcal{L}\omega}{R}$ serait alors en quadrature

Digitized by Google

avec la tension, de sorte que la bague n'aurait plus d'utilité. Cette relation $R = 0$ est, bien entendu, impossible à réaliser, mais plus R sera faible, plus nous nous rapprocherons de cette solution idéale, et moins le rôle de la bague sera important. Notons aussi que plus R sera faible, plus nous diminuerons le coefficient de température de l'enroulement de tension.

En résumé pour avoir, d'après la théorie, la grandeur de l'erreur, il nous faudrait connaître des coefficients qui, s'appliquant aux actions comme celles de la bague et autres, contribuent par leurs importances relatives à donner aux courbes que nous allons voir leurs différents aspects.

La méthode expérimentale, heureusement plus simple, va nous permettre d'étudier l'influence de la fréquence. Il nous faudra, pour cela, laisser constants les termes comme la tension, l'intensité. Les réglages seront, néanmoins, très délicats, comme vous le pensez.

Sur les courbes se rapportant, sauf une, à des compteurs agréés par le ministère, sont portés en ordonnées les avance ou retard pour 100 ; en abscisses, les fréquences. La fréquence normale est représentée par 1 ; elle variait, pour les compteurs présentés, entre 42 et 53 p:sec, et même elle pouvait ne pas être celle indiquée sur la plaque, nous verrons tout à l'heure pourquoi.

Ces courbes ont été obtenues à courant constant (demi-charge en ampères) et cela pour les facteurs de puissance 1 (courbes A), 0,8 (courbes B) et 0,5 (courbes C). Ce mode opératoire laisse constante l'action du champ série, mais par contre fait varier la vitesse du disque d'un facteur de puissance à l'autre; on pourrait donc craindre l'influence des frottements mécaniques ; je ne crois pas cette crainte justifiée, l'erreur au quart de charge étant, le plus souvent, bien voisine de celle de la demi-charge.

Les diverses courbes se coupent, pour chaque compteur, en une région qui peut, selon le réglage, se trouver ou non

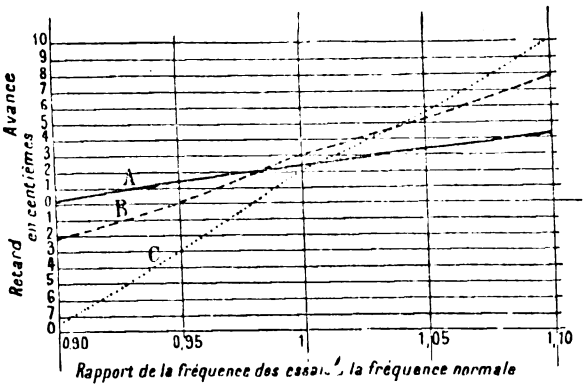


Fig. 1. — Compteur pour courants triphasés équilibrés, 10 ampères, 110 volts (1).

sur l'axe des abscisses, en un point voisin ou non de la fréquence normale.

Le sens de l'erreur dépend des facteurs de puissance ; la variation de l'erreur atteint, bien souvent, la limite d'une unité en plus ou en moins, imposée par les arrêtés ministériels pour une variation de $\pm$ 5 pour 100 sur la valeur de la fréquence.

Ne croyez pas que ces résultats aient été obtenus d'emblée sur les compteurs qui nous avaient été présentés ; il n'en est malheureusement rien, mais je puis vous dire que les compteurs provenant de maisons, *essentiellement* françaises, ont donné de meilleurs résultats que les compteurs étrangers. La proportion des compteurs ayant exigé, avant les essais définitifs, une ou plusieurs retouches par les fabricants atteignait 72 pour 100 pour les étrangers tandis qu'elle était de 40 pour 100 pour les nôtres.

Les courbes de la figure 1 se rapportent à un mauvais compteur qui, bien entendu, n'a pas eu l'approbation ministérielle ; tandis que l'erreur pour le facteur de puissance 1 atteint la limite prescrite par l'arrêté, cette erreur pour les facteurs de puissance 0,8 et 0,5 peut dépasser de 3 et 5 unités l'erreur trouvée à la fréquence normale ; l'erreur

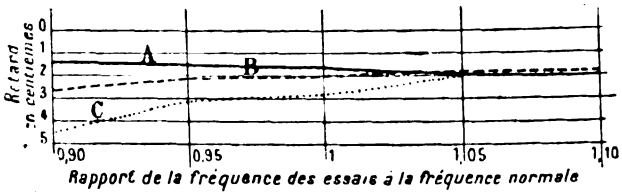


Fig. 2. — Compteur pour courants monophasés, 10 ampères, 110 volts.

du compteur pour le facteur 0,8, passe de 0 à 5 pour 100 d'avance quand la fréquence varie de 0,95 à 1,05.

L'allure des courbes nous montre à quelle fréquence le compteur répondrait le mieux aux conditions requises. On voit sur la figure 2 qu'il eût été préférable de faire fonctionner le compteur à une fréquence supérieure de 5 pour 100

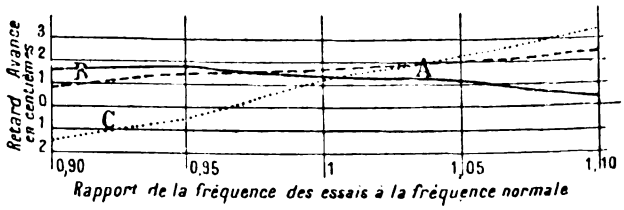


Fig. 3. — Compteur pour courants triphasés (3 fils, 10 ampères, 220 volts.

à la fréquence normale ; cette observation, je puis vous l'affirmer, n'est pas inconnue de tous les constructeurs.

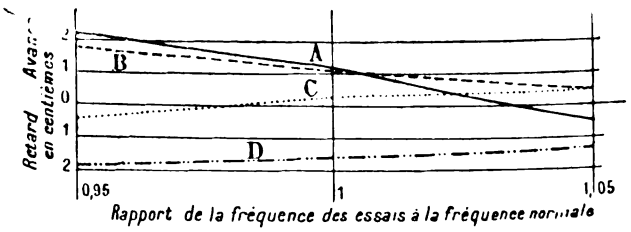


Fig. 4. — Compteur pour courants monophasés, 5 ampères, 110 volts.

L'épanouissement des courbes montre combien l'écart est variable avec la fréquence.

En général, les compteurs ont des courbes analogues à celles des figures 3 et 4 dans lesquelles, pour le facteur de

(1) Sur cette figure et les suivantes, les courbes A (en trait plein) se rapportent à des essais à intensité constante avec un facteur de puissance égal à 1, les courbes B (en trait interrompu) avec un facteur de 0,8, les courbes C (en pointillé) avec un facteur de puissance de 0,5. Sur la figure 4, la courbe D (en trait mixte) se rapporte à des essais à puissance constante avec un facteur de puissance de 0,5.

Digitized by Google

puissance 1, les indications retardent avec l'augmentation de fréquence ; il y a, au contraire, avance pour le facteur de puissance 0,5.

La courbe, avec le facteur 0,8, peut se trouver sur l'axe des abscisses (fig. 5).

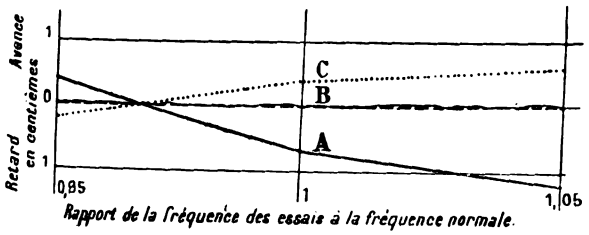


Fig. 5. — Compteur pour courants monophasés (3 fils, 10 ampères, 200 volts.

Enfin un type de compteur (fig. 6) ne semble pas donner des courbes aussi convergentes. L'avance, avec la fréquence, augmente pour tous les facteurs de puissance ; dans ce type de compteur la bague n'est pas placée, comme dans tous les autres, sur le champ de tension.

Ces courbes se rapportent aux essais faits avec la même intensité ; elles seront vraisemblablement différentes pour

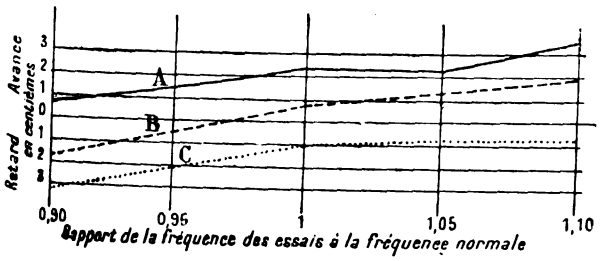


Fig. 6. — Compteur pour courants triphasés (3 fils).

les essais effectués à *puissance constante* (moitié de la puissance du compteur) comme il est spécifié dans l'arrêté ministériel du 30 mai 1914 ; je n'ai que peu de renseignements à ce sujet, la guerre ayant interrompu tous les essais.

La courbe inférieure (D) (fig. 4) se rapporte à un essai effectué avec cette nouvelle condition et le facteur de puissance 0,5. Il est évident que, pour avoir la même puissance avec ce décalage, il faut doubler l'intensité du champ série, ce qui accentue l'action freinante de ce dernier champ.

Si maintenant, élargissant un peu notre sujet, nous examinons avec quelle précision on peut mesurer l'énergie électrique, nous voyons qu'aux erreurs dues aux variations de la fréquence viendront s'ajouter les influences de forme de la courbe, influences qui, dans certains cas, peuvent n'être pas négligeables ; nous avons connaissance de compteurs qui, exacts à une certaine heure de la journée, avaient 15 pour 100 d'erreur à un autre moment, et cela à cause du changement d'alternateur.

Les variations de la tension pourront produire des erreurs d'environ 1 pour 100 (variables avec le décalage) pour des écarts de ± 10 pour 100 sur la valeur de la tension.

Les variations de température agiront surtout sur les constantes de l'enroulement de tension et sur la bague. Cette influence est minime, (1 pour 100 pour 20° d'échauffement) avec le facteur de puissance 1 ; elle est loin d'atteindre le coefficient de $\frac{3}{1000}$ par degré de la plupart des compteurs genre Thomson ; ceci tient à ce que, dans ces derniers compteurs, le coefficient de température provient, surtout, de la variation de résistance du disque, variation qui influe sur les courants induits par l'aimant amortisseur. Nous avons bien la même action dans les compteurs d'induction, mais le couple actif étant affecté aussi par la même cause, il y a compensation.

Les déphasages dus aux transformateurs interviendront également pour produire des erreurs.

Devons-nous renoncer à ces compteurs d'induction ? Evidemment non : ils sont très robustes, d'un prix très minime, *trop minime même*, et demandent très peu d'entretien. Ces compteurs conviennent donc à la grande majorité des abonnés pour lesquels les erreurs de ± 3 pour 100 sont absolument négligeables.

Quel autre système de compteurs pourrait-on employer en courants alternatifs ?

Les compteurs, genre Thomson, avec leur grand coefficient de température, leurs balais, leurs collecteurs, etc., ne donneraient pas une valeur plus exacte de l'énergie ; il nous reste les compteurs pendulaires Aron ; ceux-là, théoriquement, semblent plus parfaits, mais quelle complexité d'organes et, souvent, quelle marche irrégulière rendant impossible toute correction !

Nous aurons donc une plus grande sécurité de marche avec les compteurs d'induction ; toutefois nos constructeurs devraient bien étudier des modèles *spéciaux* destinés aux gros abonnés qui, j'en suis sûr, n'hésiteraient pas à payer, *même très cher*, un appareil leur donnant le maximum de garantie.

Il est d'usage courant, pour la mesure des grandes puissances, de mettre en série deux compteurs de même type montés ou non sur les mêmes réducteurs ; cette pratique, excellente dans le cas d'arrêt d'un des compteurs, ne donne cependant pas une sécurité absolue : car les mêmes accidents (courts-circuits, variations de fréquence, etc.) produiront les mêmes effets sur les deux compteurs.

Je puis, à cet égard, vous citer deux exemples absolument typiques : les indications de deux compteurs Thomson ne différaient pas entre elles de 5 pour 100 et, cependant, le meilleur retardait de 9 pour 100. Deux compteurs pendulaires Aron n'avaient pas non plus un écart de 5 pour 100, mais le meilleur retardait de 18 pour 100. Dans l'un des cas, l'erreur annuelle pouvait se chiffrer par 250 000 fr et, dans l'autre, par 80 000 fr.

La solution évidente est de mettre en série des appareils de principe différent et de vérifier si le rapport de leurs indications reste constant.

Enfin, s'il est utile et facile de constater les défauts des autres, il est encore plus utile, mais souvent plus difficile de constater les siens. Avec quels appareils vérifions-nous les compteurs ?

L'erreur dans l'évaluation des temps proviendra de la mise en marche ou de l'arrêt du chronomètre ; elle sera éliminée si la durée est assez longue : elle tiendra peu à la marche même du chronomètre, car si mauvaise que soit cette marche, elle sera loin de varier de 1 pour 100 (1 h en 4 jours !).

Mais nos wattmètres ont des courbes d'étalonnement, en courants alternatifs, connues à $\frac{5}{1000}$ près, et cela dans la meilleure partie de l'échelle. L'indécision de lecture, les déplacements du zéro (en marche) dus à la torsion des res-

Digitized by Google

sorts, les défauts de pivotage, les déphasages, etc., interviennent déjà au Laboratoire où, cependant, nos courants sont aussi stables que possible; mais en ville, sur les charges variables du fait de l'abonné ou du secteur, quelle précision aurons-nous? Il est fréquent de voir l'aiguille de nos wattmètres osciller d'une division de part et d'autre de la position d'équilibre!

Nous arriverons bien, grâce aux moyennes, à établir un certain facteur de correction, facteur qui s'appliquera à une période déterminée, mais qu'il faudrait avoir dans d'autres conditions d'exploitation (tension, fréquence), souvent difficile de faire varier. Nous ne pouvons évidemment pas nous astreindre à relever les lectures aux wattmètres à des intervalles de 5 ou 10 sec comme nous l'avons, cependant, fait deux fois pendant vingt-quatre heures de suite!

Il résulte de ce qui précède qu'il ne convient pas d'appliquer, strictement, ces facteurs de correction dans l'espoir d'en déduire l'énergie réellement consommée; mais, au contraire, qu'elles aient été stipulées ou non dans les cahiers des charges, les tolérances prévues, pour les erreurs, dans les arrêtés ministériels, devraient être adoptées (sauf pour des cas spéciaux).

Le rôle du service de vérification devrait aussi se borner à dire si les indications sont dans les limites prévues, sans indiquer le sens de l'erreur; de cette façon les regrets de l'une des parties seraient évités; mais, ceci ne pourrait être fait que par des Laboratoires officiels disposant du matériel voulu pour la vérification des appareils de contrôle, vérification qui est une des parties les plus difficiles de notre travail et qui, je vous l'affirme, nous prend souvent beaucoup plus de temps que l'essai même du compteur.

Enfin, la proportion considérable de compteurs nécessitant une retouche par les fabricants, proportion qui n'a guère changé depuis le rapport que j'ai présenté au Congrès de Turin, montre combien serait utile la réception individuelle des compteurs; ce serait une garantie pour les constructeurs, pour les secteurs et pour les abonnés.

Ne pensez-vous pas comme moi que, si la mesure d'une puissance « active » est déjà difficile, celle d'une puissance « réactive » sera encore plus aléatoire?

Sur la résistance de l'étincelle électrique (1).

Soit un condensateur de capacité C se déchargeant dans un circuit de résistance R et de self-inductance L présentant une coupure de quelques millimètres à travers laquelle jaillit l'étincelle.

Le courant de décharge a pour expression

$$i = V_0 \sqrt{\frac{C}{L}}\, e^{-\frac{R}{2L}t} \sin 2\pi \frac{t}{T}.$$

Posons

$$\frac{R}{2L} = \alpha, \quad \delta = \alpha T = \pi R \sqrt{\frac{C}{L}},$$

α est le facteur d'amortissement et δ le décrément logarithmique.

La différence de potentiel efficace correspondant à la différence de potentiel périodique

$$V = V_0 e^{-\alpha t} \cos 2\pi \frac{t}{T},$$

est donnée par la relation

$$v^2 = \frac{n V_0^2}{4\alpha}.$$

La résistance de l'étincelle est donnée par

$$R = 2L\alpha = L \frac{n V_0^2}{v^2}.$$

Dans ses expériences, l'auteur a conservé une self-inductance constante égale à 17398 cm, tandis qu'il a fait varier la capacité entre 1,9 cm et 7,5 cm.

Le tableau suivant indique les résultats trouvés par l'auteur pour $C = 1{,}877$ cm.

l longueur de l'étincelle en mm	α	R en ohms
1	841,4	0,0293
2	626,3	0,0218
3	593	0,0206
4	496	0,0173
5	452	0,0157
6	382,6	0,0133
7	340,6	0,0118
8	311,6	0,0108
9	244	0,008
10	201,1	0,007

On voit donc que la résistance de l'étincelle diminue, quand sa longueur augmente, jusqu'à atteindre un minimum que l'auteur n'a pu obtenir car l'allongement de l'étincelle change le régime de décharge qui cesse d'être oscillatoire. Ce résultat montre qu'on peut assimiler la résistance de l'étincelle à celle d'une résistance métallique; l'élévation de température augmente la formation d'ions gazeux ou métalliques qui sont d'autant plus nombreux que le trajet est plus long, ce qui accroît la conductibilité.

D'un autre côté, à chaque longueur d'étincelle, correspond un potentiel de charge différent, et, par suite, une énergie de charge différente; les expériences ne sont donc comparables entre elles que si on les ramène à un potentiel de charge V_0 invariable, on obtient alors le tableau suivant.

l en mm	v	V_0	R	$\frac{R}{l}$
1	1,573	16,10	0,0293	0,029
2	1,967	27,50	0,0636	0,031
3	2,324	38,20	0,116	0,039
4	2,700	47,70	0,152	0,038
5	3,085	56,30	0,192	0,038
6	3,471	64,90	0,216	0,036
7	4,048	71,60	0,233	0,033
8	4,813	77,00	0,247	0,031
9	7,032	81,60	0,218	0,023
10	8,043	84,70	0,193	0,019

Le tableau montre que, après réduction à une même énergie de charge, la résistance de l'étincelle augmente avec la longueur de celle ci, mais la résistance unitaire de l'étincelle n'est pas constante, elle doit d'abord rester constante pour les longueurs d'étincelles comprises entre 3 mm et 5 mm, puis diminue.

On ne peut donc parler de la résistance de l'étincelle, mais d'une pseudo-résistance définie par le phénomène même qui lui sert de mesure.

(1) F. Beaulard de Lenaizan. *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 29 avril 1918, t. clxvi, p. 678,

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Les calibres industriels

Tous les ingénieurs connaissent l'importance considérable qu'ont prise les calibres dans la fabrication des pièces mécaniques de haute précision et les ennuis qui ont résulté de l'ajustage de ces calibres à différentes température. L'auteur de l'article ci-dessous, M. Ch.-Ed. Guillaume, directeur du Bureau international des Poids et Mesures, étudie cette intéressante question; il montre les progrès considérables qui ont été faits dans cette voie, grâce à la Section technique de l'Artillerie de l'Armée française, il expose toutes les difficultés du problème et les sanctions officielles qui ont été prises.

I. — **L'évolution des étalons de longueur.** — Pour les anciens métrologistes, une longueur ne pouvait être représentée avec précision que par la totalité d'un étalon. L'ère des étalons à bouts battait son plein lorsque fut créé le système métrique, et ce ne fut guère que trente ou quarante ans plus tard, que l'étalon à traits affirma décidément sa supériorité comme représentatif précis d'une longueur.

L'évolution fut liée à deux faits de la technique métrologique: l'invention du microscope à micromètre oculaire et la mise à découvert de la fibre neutre.

Les métrologistes d'autrefois n'ont guère connu, pour la comparaison des longueurs, que les délicates combinaisons de leviers, que d'aucuns surent manœuvrer avec une extrême habileté ; les comparaisons faites par Borda ou Lefèvre-Gineau nous en apportent un témoignage éclatant. L'invention du microscope micrométrique fut un progrès certain : elle était liée, pour sa réalisation, à celle d'un bon objectif et d'une bonne vis, deux conquêtes relativement modernes.

Quant à l'étalon à traits lui-même, il présente, sur l'étalon à bouts, ces deux avantages évidents, d'épargner les contacts à l'organe même qui définit sa valeur, et de former, pour cette valeur, une suite continue avec ses subdivisions. Ainsi, un mètre divisé en millimètres condense, en une seule barre de métal, les étalons de mille longueurs distinctes, tandis que, dans l'autre système, le même résultat n'est obtenu que par mille pièces séparées.

Pourtant, on fit pendant longtemps, à l'étalon à traits, une objection d'ordre métrologique, que Bessel soutint de toute son autorité : sa valeur dépend de son mode de support.

Bessel voyait, en effet, comme tous ses contemporains, l'étalon à traits figuré par une règle rectangulaire, dont la face supérieure a été divisée. Alors, en raison de la rotation des sections droites autour d'axes situés dans la fibre neutre, les distances des traits se modifient avec la position des cales qui soutiennent la barre ; et l'on sait, d'autre part, que, vouloir supporter une barre dans toute sa longueur, se heurte à une impossibilité mécanique ; quels que soient le soin et l'habileté du constructeur, la règle et son support n'auront jamais qu'un nombre limité de points de contact.

L'objection fut levée par la Commission britannique chargée de la « restauration » des étalons détruits, en 1834, par l'incendie du Parlement. Dans la réalisation, qu'ils entreprirent, du nouvel étalon du yard et de ses copies, rompant délibérément avec les anciens errements, ils adoptèrent des barres de forte section (1 inch au coté) ; puis ils pratiquèrent, à leur face supérieure, des puits atteignant la fibre neutre, et dans le fond desquels les traits de définition furent tracés sur des mouches en or.

Ces étalons étaient encore limités à une dimension unique. Dans les travaux préparatoires à ceux de la Commission internationale du Mètre, en 1872, Henri Tresca leva cette objection, par l'établissement des célèbres sections, en H ou en X, par lesquelles la fibre neutre est découverte dans toute sa longueur. Ainsi fut constituée la règle à traits de précision telle que nous l'entendons encore aujourd'hui.

Or, si, dans beaucoup de mesures d'ordre industriel ou commercial, la règle à traits peut être d'un bon usage, en revanche, son emploi devient difficile dès que l'on veut pousser la mesure industrielle jusqu'à une précision élevée. Non point pour les ingénieurs spécialistes des usines, dont beaucoup disposent de machines à mesurer où l'étalon est une règle à traits, mais pour les ouvriers, qui ont à reproduire, sur la pièce en fabrication, les cotes données par un dessin, et que, de toute nécessité, il faut matérialiser d'abord dans une pièce admettant le même mode de définition des longueurs que l'objet fabriqué. Cette pièce est donc un étalon à bouts, auquel on se réfère, en s'aidant d'un micromètre à vis.

Telle est la raison qui a présidé à la résurrection de l'étalon à bouts, pour l'usage précis de l'industrie.

II. — **Action conjointe du Bureau international des Poids et Mesures et de la Section technique de l'Artillerie.** — L'idée étant dans l'air, on la vit surgir partout presque simultanément ; cependant, je ne crois pas qu'elle fût nulle part étudiée de façon aussi complète et aussi systématique que par la Section technique de

Digitized by Google

l'Artillerie de l'Armée française, ni surtout qu'elle fût, en quelque autre établissement, public ou privé, réalisée avec autant d'ampleur.

Ce fut le commandant (plus tard colonel) Hartmann, qui, avec son adjoint, le capitaine (plus tard général) J. Mengin, posa la question sur son vrai terrain : distribuer à toutes les usines travaillant à un même objet une série complète de jauges, identiques entre elles dans les limites extrêmes de la précision industrielle, et rapporter aussi exactement que possible au mètre les valeurs réelles de ces jauges ; préalablement, adopter un système rationnel de définition des longueurs et des éléments pratiques de réalisation ; enfin, assurer la détermination de jauges prototypes et leur reproduction fidèle au très grand nombre exigé par le programme d'unification adopté.

Un comparateur automatique fut inventé et réalisé en de multiples exemplaires, qui travaillèrent de façon continue, pendant des années, à la détermination des copies ; mais aussi, pour l'établissement de la série principale, le Bureau international des Poids et Mesures put apporter un utile concours. Dès la fin de 1895, les premiers résultats étaient acquis ; ils se sont accumulés dans le cours des années, et ont entraîné, d'abord dans les constructions de l'Artillerie, puis, par une contagion nécessaire, dans toutes les industries annexes, une unification réelle, et non seulement nominale, qui en assurait toute la cohésion.

III. — **La température de définition.** — Il fallait d'abord établir les principes. La définition d'une longueur métrique pour les usages de la science ne souffre aucune difficulté. Quelle que soit sa matérialisation, cette longueur, au moment où elle est envisagée, est dans un rapport déterminé avec la distance, à 0°, des traits tracés sur le Mètre prototype international ; ce rapport fixe sa valeur numérique. Pour un physicien, par exemple, cette longueur sera connue si, représentée par la distance de deux traits tracés sur une barre de métal, cette distance est donnée à une température de repère, en même temps que la formule de dilatation de la barre. La détermination de la température est l'opération conjointe.

Si simple que soit le calcul de la longueur actuelle, il ne faut pas l'imposer à un ouvrier ; surtout il faut le dispenser de la mesure de la température, et lui donner une jauge qu'il n'ait qu'à copier. Or là gît, au point de vue de la logique, une sérieuse difficulté. La valeur de la jauge varie avec sa température ; pourtant, on admet à toute température sa valeur nominale, bien que les écarts entre la valeur numérique vraie de la jauge et sa valeur inscrite puisse excéder dix ou vingt fois la limite de tolérance admise dans les ajustages précis de l'industrie.

Le paradoxe est aisément levé. Ce qu'on demande d'une machine, c'est seulement d'avoir un fonctionnement irréprochable et, pour cela, d'être constituée par un ensemble de pièces parfaitement ajustées entre elles. Or, à la seule condition que les diverses parties de la machine soient faites en métaux de même dilatabilité, ainsi que l'étalon, l'ajustage réciproque subsistera quelles que soient, séparément, les températures auxquelles le réglage sur l'étalon a été effectué. Si, par le fait du choix de la température de définition, les dimensions vraies de la machine sont de un ou deux dix-millièmes plus fortes ou plus faibles, cela est sans aucune importance pour telle ou telle machine isolée. Pourtant, diverses machines sont souvent appelées à travailler ensemble à une même fabrication ; tout le groupe devra être établi à la même échelle. Et, marchant de proche en proche, il ne serait peut-être pas difficile de montrer que toutes les machines du monde doivent être rapportées à une échelle unique.

L'unification dans la construction industrielle revient donc en définitive à l'acceptation générale d'une température pour laquelle les étalons posséderont leur valeur nominale, c'est-à-dire, en somme, d'une *température de définition des étalons*.

Pour cette température de définition, deux propositions sont en présence ; la première est précise : température de la glace fondante ; la seconde est vague : une température usuelle. Elle s'est, d'ailleurs, transformée en une proposition multiple, toutes les températures, de degré en degré, ou même par fraction de degré (par exemple 62°F = 16° 2/3C) entre 15° et 20° ayant été proposées ou adoptées pour la définition des étalons industriels.

Posons maintenant à un ingénieur, pris au dépourvu, la question suivante : « Désirez-vous que vos machines possèdent leur valeur métrique vraie à la température de la glace fondante ou à celle de l'atelier ? » La réponse est à peine douteuse — telle est du moins ma statistique — « Bien entendu, à la température de l'atelier ». Certains ingénieurs sont même plus catégoriques : « Il serait absurde d'en proposer une autre. »

Sur ce point, la discussion qui précède nous a déjà éclairé ; l'échelle, entre d'étroites limites, est indifférente. Mais on peut aller plus loin. L'industrie emploie autre chose que des tours ou des fraiseuses. La température de l'atelier est une chose, la température de la machine en est une autre. Telle pièce prendra sa place sur un moteur à explosion, telle autre sur une machine frigorifique ; la construction précise s'applique aussi aux transports ou à l'aviation. Les températures varient dans un intervalle vingt fois plus large que celui du zéro aux températures usuelles ; on peut même dire que, dans bien des cas, la notion de température usuelle est dépourvue de sens.

Mais il reste ceci : sur le zéro, l'entente fait appel à une solution unique ; sur la température usuelle, le désaccord règne en maître.

On peut, pour le zéro, donner d'autres bons arguments : le mètre prototype international possède, comme toutes ses copies nationales, sa valeur à 0° ; et, si l'on veut réaliser une unification sur le système métrique, il y a quelque intérêt à ce que les étalons industriels possèdent une même température de définition que l'étalon fondamental et les représentatifs du mètre qui ont transporté sa valeur dans les divers pays et l'y fixent.

Digitized by Google

La discussion, on le voit, ne revêt pas un aspect mathématique ; on ne peut pas dire qu'une solution soit logique et qu'une autre soit absurde ; mais, en pesant avec soin tous les arguments pour ou contre, on arrive à se convaincre que la balance penche décidément pour le zéro. Disons plus : elle y penchait il y a vingt-cinq ans ; ainsi du moins le pensèrent ceux qui eurent alors à prendre une décision pour la définition. Mais, cette décision une fois prise par la Section technique, à l'exemple de ce qu'avaient déjà fait MM. Bariquand et Marre, et une grosse fabrication industrielle, celle de l'artillerie, étant réglée sur cette échelle, l'argument de fait devient irrésistible : on ne peut, aujourd'hui, raisonnablement se rallier qu'à une solution unique : *l'établissement de la valeur vraie des étalons à la température de la glace fondante.*

Comment donc se fait-il que les constructeurs américains, fort avisés, en aient jugé autrement ? C'est que, dans le système britannique, la valeur du yard est définie par l'Imperial Standard pris à la température de 62° Fahrenheit, qui est, à peu d'exception près, la température de référence dans tout le système britannique. Mais nous ne cherchons pas l'unification dans le système du yard ; au contraire, nous pensons que nos amis britanniques et américains voudront, dans un avenir peu éloigné, partager avec nous les bienfaits qu'entraîne l'emploi du système métrique.

Il n'est pas inutile, à ce propos, de rappeler les raisons qui engagèrent les illustres fondateurs du système métrique à choisir la température de la glace fondante pour la définition complète reposant sur le mètre des Archives. A cette époque, la thermométrie était, en quelque sorte dans l'enfance ; deux points de l'échelle étaient bien déterminés, 0° et 100° ; les autres dépendaient du mode d'interpolation c'est-à-dire de la construction du thermomètre employé. Dans l'intérieur de l'intervalle fondamental, les écarts entre les divers thermomètres atteignent plusieurs degrés. Mais, même à l'époque où fut rétabli le yard, le thermomètre était encore assez rudimentaire pour que nous ne puissions pas savoir aujourd'hui, à quelques microns près, quelle était alors la valeur de cette définition de l'unité britannique fondamentale. Cette incertitude n'existe pas sur le mètre.

IV. — **Digression sur les métaux.** — Les métaux, presque toujours ferriques, dont sont faits les divers organes des machines précises, possèdent des dilatabilités un peu différentes. En voici le tableau (valeurs vraies à 20°) :

Fer	$11{,}74 \cdot 10^{-6}$
Acier à 0,1 C recuit	11,70
0,5 Id.	11,40
1,3 Id.	10,60
1,5 Id.	10,27
Fonte à 3,0 C	10,04
Acier trempé	12,0 à 13,5

Ces nombres, empruntés à diverses sources, ne sont pas exactement comparables. Cependant ils montrent que le carbone ajouté au fer en abaisse régulièrement la dilatabilité à l'état recuit (anomalie de la cémentite) (1). La trempe, au contraire, relève cette dilatabilité considérablement et irrégulièrement, en ce sens que la dilatabilité d'une pièce trempée dépend dans une large mesure du mode de trempe, et, par conséquent, du volume et de la forme de la pièce. En outre, la dilatabilité peut être sensiblement modifiée après la trempe ; abaissée par le revenu, mais, fait singulier, relevée par l'étuvage, ainsi que je l'ai établi.

Associons les extrêmes. Un tampon de 200 mm, ajusté dans une pièce en fonte, prendra un jeu d'un bon centième de millimètre, si la température s'abaisse de 20 degrés. Cette quantité, pour certains ajustages précis, excède les limites tolérables ; il y a donc lieu d'associer judicieusement, dans les cas difficiles, les métaux ferriques.

Pour les étalons eux-mêmes, la solution est tout indiquée : ils doivent être faits en acier, non seulement pour réaliser l'égalité de la dilatabilité entre les organes des machines, mais aussi parce que, en trempant les portions voisines des faces définissantes, on rend celles-ci pratiquement inusables.

V. — **Les étalons.** — Si l'on cherche à appliquer l'un contre l'autre deux plans limitant des pièces de verre ou de métal, on y éprouve quelques difficultés ; pour le verre, les anneaux de Newton renseignent immédiatement ; leur forme se modifie sans cesse, témoignant de la grande variabilité du contact.

Lorsque la Section technique de l'Artillerie entreprit en grand la construction des étalons à bouts, elle voulut tout naturellement éviter les surfaces planes, et décida que les étalons seraient terminés par des surfaces sphériques, pratiquées aux extrémités de tiges d'acier de 12 mm de diamètre, et centrées sur le point marquant le milieu des tiges (fig. 1, B). Cette disposition présente un avantage : si la sphère est prise entre deux plans parallèles, sa position est indifférente ; on mesure toujours son diamètre.

Pour les faibles longueurs, l'inconvénient se faisait sentir de trop fortes courbures ; on substitua alors, aux précédents étalons, des cylindres dont le diamètre, pris entre deux rainures traçant des limites, correspondait à la valeur nominale de l'étalon (fig. 1, A).

Afin d'éviter la variabilité connue des pièces trempées, la Section technique ne trempait les étalons à bouts sphériques que sur une très faible longueur ; pour les étalons cylindriques, qui n'excédaient pas 20 mm, la trempe était faite à cœur.

L'emploi des étalons des deux sortes ne nécessite aucune technique particulière. Les étalons à bouts sphériques admettent l'addition dans un tube qui les place bout à bout ; toutefois, dans ce cas, il est de toute nécessité d'éviter les notables efforts de compression, qui produisent de petits écrasements à chaque contact,

(1) Dans les fontes grises, une partie du carbone se trouve à l'état de graphite, d'où l'atténuation de son action qui apparaît dans le tableau.

Digitized by Google

et font dépendre la valeur de l'ensemble de celle de ces efforts.

Le succès rencontré par les étalons de la Section technique semblait, à beaucoup de personnes, établir l'inutilité de la recherche d'autres étalons. Aussi ne fut-ce pas sans quelque surprise que les industriels, comme les métrologistes, virent surgir, il y a une quinzaine d'années, des étalons à faces planes dont on disait des merveilles (fig. 1, C). Je dois avouer que, lorsque je reçus pour la première fois la visite du représentant de

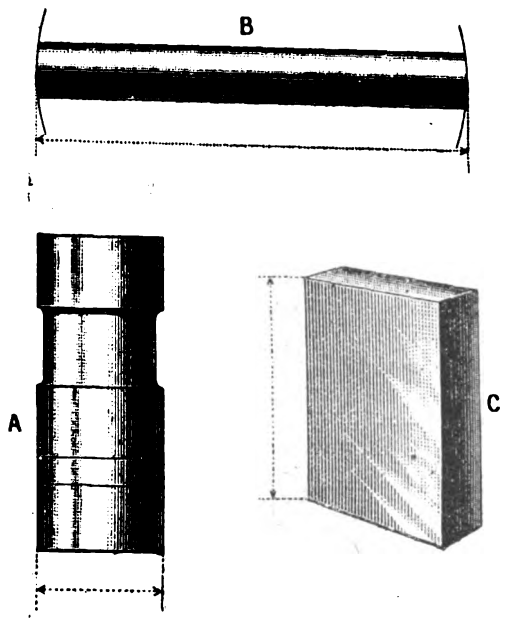


Fig. 1. — A, étalon cylindrique; B, étalon à bouts sphériques; C, étalon à faces planes.

M. Johansson, le constructeur des nouveaux étalons, lequel m'annonçait des précisions très élevées, je crus une fois de plus à l'illusion d'un inventeur ignorant ce que c'est qu'une mesure de haute précision. Comme beaucoup d'autres, pourtant, je me rendis à l'évidence. Le contact, tel que M. Johansson avait enseigné à l'établir, par un glissement des surfaces l'une sur l'autre, en vue de chasser les poussières, ne ressemble pas du tout au contact par simple application. Ce nouveau contact est de l'ordre que l'on reconnaît, dans le cas du verre, à l'apparition de la tache noire. Des essais faits en divers laboratoires bien outillés, et notamment au Bureau international, où ils furent confiés à M. A. Pérard, ont montré, à l'étonnement des métrologistes, que l'incertitude de ce contact, c'est-à-dire la variabilité de distance des surfaces que l'on applique l'une contre l'autre, se chiffre seulement par centièmes de micron. Il en résulte ce fait très important de métrologie industrielle, que l'on peut, tout en gardant une précision remarquable, constituer une longueur composite par l'addition d'un nombre assez grand de pièces isolées. On peut donc, avec un nombre de pièces restreint, obtenir des étalons de longueur variant par intervalles très petits.

Si l'on retient, en plus, ce fait que les étalons ainsi associés sont fortement adhérents (1), on comprendra que l'ensemble des procédés Johansson représente, pour la technique métrologique des ateliers, une très fructueuse acquisition.

L'ajustage lui-même, réalisé dans les ateliers d'Eskilstuna, est étonnant de précision. On peut, sans autre vérification, compter à moins d'un micron près sur les valeurs nominales.

Lorsque M. Johansson présenta pour la première fois ses étalons dans les ateliers français, il y rencontra un réel succès. Pourtant, il se buta bientôt à une difficulté imprévue : son ajustage était fait à 20°, et ses étalons de 200 mm différaient de plus de 0,04 mm de ceux de la Section technique, que la Marine avait adoptés entre temps. Il se les vit retourner par les maisons dont on avait refusé les pièces après contrôle dans les arsenaux de l'Etat. Ce fut avec beaucoup de regret que M. Johansson changea son échelle; mais il en comprit la nécessité, comme l'avaient comprise la Société Genevoise et la Précision mécanique, qui elles aussi, ont mis sur pied une importante fabrication de calibres divers.

Aujourd'hui grâce à l'accession de ces importants groupements à l'ajustage à 0°, on peut dire qu'au moins en France, l'unification est sinon complète, du moins en très bonne voie de réalisation.

VI. — **Les sanctions officielles.** — Le Comité international des Poids et Mesures ne pouvait se désintéresser de la question. Dans sa session de 1909, il prit la résolution suivante :

« Afin de permettre la réalisation d'une unification que le développement de la précision dans l'industrie rend urgente pour l'uniformité de la construction mécanique dans tous les pays, le Comité international des Poids et Mesures recommande instamment que la température de la glace fondante soit celle pour laquelle on ajuste désormais les étalons industriels le plus près possible de leur valeur nominale. »

Cette dernière résolution était accompagnée d'un commentaire qui, sans en affaiblir la portée, explique qu'en la prenant le Comité international a voulu beaucoup moins formuler un principe d'ordre scientifique, qu'établir une règle d'opportunité dictée par les conditions de l'avantage maximum :

« Toutefois, en faisant cette déclaration, le Comité ne voudrait pas faire naître l'impression qu'il regarde la température zéro du système métrique comme une institution fondamentale de la métrologie en général. Mais la recommandation d'adopter cette température pour les ajustages perfectionnés de l'industrie est essentiellement dictée par la conviction que, sur cette base, existe déjà la plus grande probabilité d'arriver à une homogénéité rationnelle désirable entre les procédés métrologiques de la science et de l'industrie. »

La Conférence générale réunie en 1913 ébaucha la dis-

(1) Lorsque les étalons sont depuis un moment en contact, l'effort d'arrachement est de l'ordre de 50 kg pour une surface de 3 cm² environ.

Digitized by Google

cussion de la question ; elle se montra éminemment favorable à l'adoption de l'ajustage à 0°, mais ne prit pas de résolution ferme (1), parce que, entre temps, une difficulté avait surgi. Les étalons Johansson sont trempés à cœur, et nous avons vu que la dilatabilité de l'acier ainsi traité est sensiblement plus élevée que celle de l'acier recuit. Lorsque j'ai dit tout à l'heure que M. Johansson avait accepté l'ajustage à 0°, j'ai passé à une très faible distance de la vérité. En fait, il a désiré surtout être, pour la France, d'accord, aux températures ordinaires de la vérification, avec les étalons de l'Artillerie. Il a donc pris comme échelle mobile celle qui est fournie par la dilatation des étalons en acier dur recuit, et a fixé son ajustage sur ces derniers vers 19°. Aux autres températures, ses étalons gagnent ou perdent un peu sur ceux de la Section technique, en raison de la différence de leur dilatabilité.

Ainsi la question se complique. Elle apparaît maintenant comme liée à une échelle mobile constituée par la dilatation d'un acier n'ayant pas subi la trempe, à moins que l'on ne trouve la possibilité de tremper l'acier sans modifier sa dilatabilité. Ce problème n'est peut-être pas insoluble.

Mais nous nous mouvons déjà dans des quantités tellement petites que les meilleurs mécaniciens d'il y a vingt ans eussent douté que l'on pût jamais s'en préoccuper dans la construction mécanique. Je dois dire que la discussion conduite en ce moment par les métrologistes est un peu en avance sur la construction industrielle la plus précise ; cela est dans l'ordre des choses ; un temps viendra où les mécaniciens seront heureux de trouver les problèmes résolus.

Ch.-Ed. GUILLAUME,
Directeur du Bureau international des Poids et Mesures.

(1) Voir Ch-Ed. GUILLAUME. *Les récents progrès du système métrique*, 1913.

Note sur le montage des moteurs électriques

Souvent les constructeurs livrent les appareils de démarrage des moteurs électriques, sans donner aucune indication sur leurs connexions internes. Il en résulte des difficultés pour les monteurs qui sont chargés de brancher ces appareils. L'auteur de l'article ci-dessous, qui a édité déjà un livre fort intéressant sur les schémas des connexions des installations électriques indique, dans la note ci-dessous, le rôle de chacune des bornes des appareils de démarrage et comment on doit les brancher par rapport au moteur et par rapport à la ligne. Il examine tous les types de moteurs à courant continu ou alternatifs que l'on peut rencontrer dans la pratique courante. Nous pensons que cette note rendra les plus grands services aux monteurs.

Comment établir les connexions entre un moteur donné et ses appareils de commande et de manœuvre? Telle est la question que cette note a pour but de résoudre dans les cas les plus simples et les plus généraux.

La méthode employée est celle de la représentation schématique qui est bien la plus claire et la plus facile à exposer et à comprendre.

Les traits en pointillé, sur les schémas qui suivent, figurent les connexions à l'intérieur des appareils et dont la disposition peut varier dans les détails d'un type d'appareil à un autre ; ce qu'il importe de connaître, dans le montage d'un moteur, c'est le rôle de chacune des bornes des appareils qui entrent dans l'installation considérée, et c'est précisément ce rôle qu'il s'agit de mettre en évidence.

Moteurs à courant continu. — On distingue, ainsi que chacun sait, le moteur à excitation en dérivation, le moteur à excitation série et le moteur à excitation compound.

MOTEURS A EXCITATION EN DÉRIVATION. — Les moteurs de la première catégorie présentent, en général, trois bornes libres, deux bornes de l'induit et une borne de l'enroulement inducteur, la seconde borne de cet enroulement étant le plus souvent reliée à une des bornes de l'induit à l'intérieur du moteur. Le démarreur à son tour porte également trois bornes. Les figures 1 à 5 représentent les connexions des moteurs à excitation en dérivation, dans le cas d'un seul sens de rotation. Si le sens de rotation pour lequel le moteur est établi n'est pas celui qu'il faut obtenir, il suffit de modifier la connexion à l'intérieur du moteur entre l'induit et l'inducteur en reliant la même extrémité de l'inducteur à l'autre borne de l'induit. Sur le démarreur une des bornes est destinée à recevoir le fil d'arrivée de la ligne, la deuxième porte la connexion à l'induit du moteur, et la troisième, la connexion à l'inducteur.

Il importe de veiller, dans le montage de ces moteurs, à ce que la résistance de démarrage, en série avec l'induit, ne soit pas introduite dans le circuit de l'inducteur au moment de la mise en marche ; il faut donc que la borne du démarreur correspondant à l'inducteur soit reliée directement à la ligne lorsque la manette du démarreur est sur le premier plot du démarrage.

L'interrupteur et le coupe-circuit représentés à l'extérieur du démarreur même peuvent également être combinés avec cet appareil et former un tout, sans qu'il n'y ait rien à modifier sur les schémas en tenant compte néanmoins que, dans ce cas, les connexions entre l'interrupteur et les résistances de démarrage sont à l'intérieur de l'appareil de démarrage qui porte alors quatre bornes au lieu de trois.

Digitized by Google

Chacun sait que le moteur à excitation en dérivation a une vitesse de rotation sensiblement constante ; mais cette vitesse est réglable par les variations de la résistance du circuit inducteur, ce que l'on réalise en introduisant une résistance en série avec l'enroulement inducteur. Or, l'appareil qui tient lieu de régulateur de la vitesse est le plus souvent combiné avec le démarreur; les connexions sont alors celles figurées sur le schéma 5.

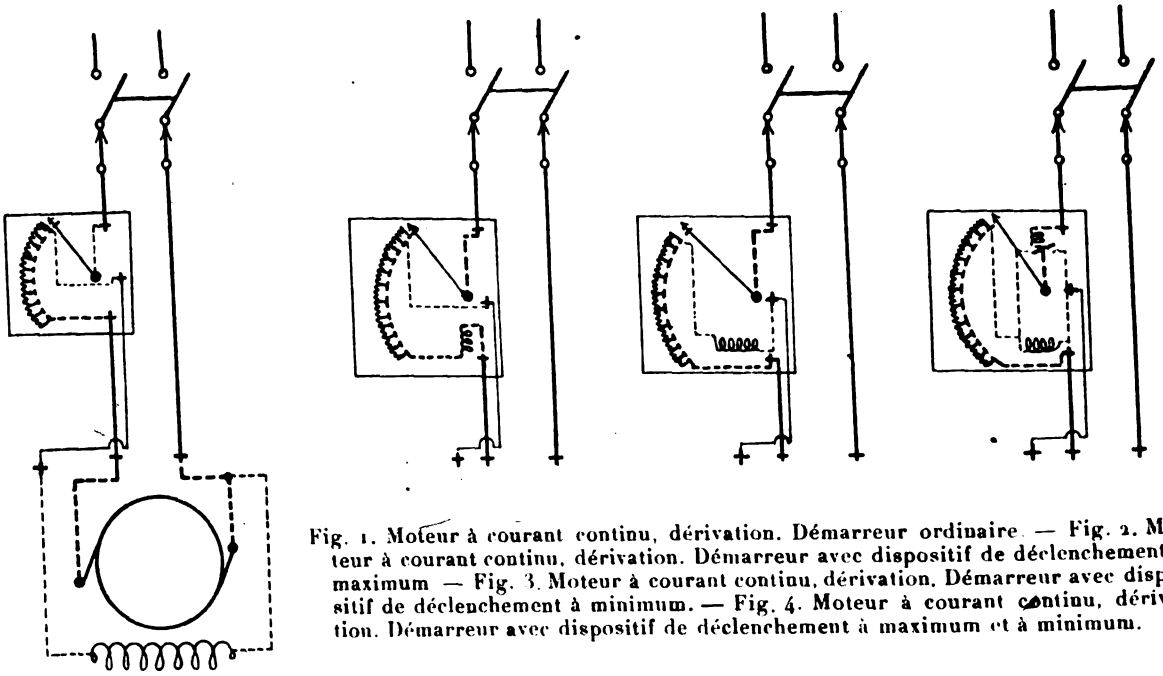


Fig. 1. Moteur à courant continu, dérivation. Démarreur ordinaire. — Fig. 2. Moteur à courant continu, dérivation. Démarreur avec dispositif de déclenchement à maximum — Fig. 3. Moteur à courant continu, dérivation. Démarreur avec dispositif de déclenchement à minimum. — Fig. 4. Moteur à courant continu, dérivation. Démarreur avec dispositif de déclenchement à maximum et à minimum.

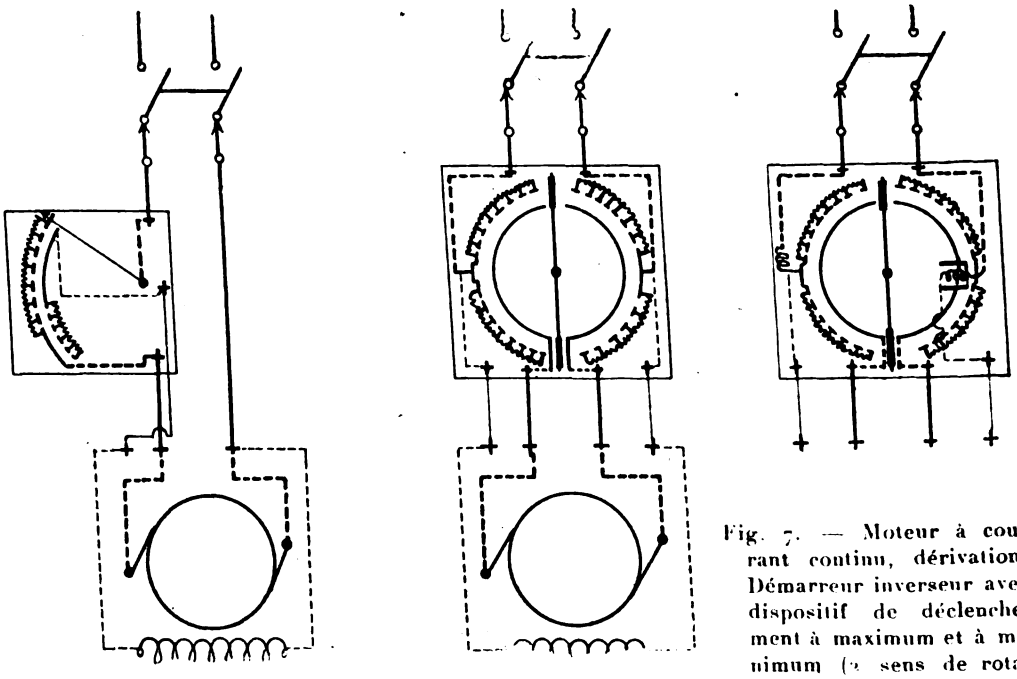


Fig. 5. Moteur à courant continu, dérivation. Démarreur avec régulateur de vitesse. — Fig. 6. Moteur à courant continu, dérivation. Démarreur inverseur. (2 sens de rotation).

Fig. 7. — Moteur à courant continu, dérivation. Démarreur inverseur avec dispositif de déclenchement à maximum et à minimum (2 sens de rotation).

Cet appareil comporte deux rangées de plots, l'une correspondant aux résistances de démarrage introduites dans le circuit de l'induit, et l'autre aux résistances à intercaler dans le circuit des inducteurs. La ligne est

Digitized by Google

connectée à l'un et l'autre circuit par l'intermédiaire de la manette du rhéostat. On remarquera que, conformément à la règle rappelée plus haut et qu'il importe de ne pas oublier au moment du démarrage, il n'y a aucune résistance introduite dans le circuit inducteur.

Enfin, les figures 6 et 7 représentent les connexions à établir dans le cas où le sens de rotation du moteur doit pouvoir être inversé. Le démarreur est en même temps un inverseur qui permet de changer le sens du courant dans l'induit; le montage doit être tel que le sens du courant ne soit pas modifié dans l'inducteur. On pourrait prévoir une inversion du courant dans l'inducteur et non dans l'induit, mais il est préférable de conserver aux pôles inducteurs leur polarité et de procéder comme l'indique la figure. Dans ce cas le moteur porte quatre bornes libres au lieu de trois, la quatrième borne correspondant à la seconde extrémité de l'inducteur qui ne peut plus être reliée, comme dans les cas précédents, directement à l'induit.

Moteurs a excitation série. — Dans les moteurs à excitation série, l'induit et l'inducteur forment un seul circuit dans lequel il n'y a aucune difficulté à intercaler une résistance pour la mise en route, comme l'indiquent les figures 8 à 10. L'inversion du sens de rotation s'obtient, comme dans les moteurs à excitation en dérivation, par l'intermédiaire d'un inverseur qui permet de changer le sens du courant dans l'induit. Il est alors nécessaire de séparer les deux circuits de l'induit et de l'inducteur et d'établir les connexions de façon que le

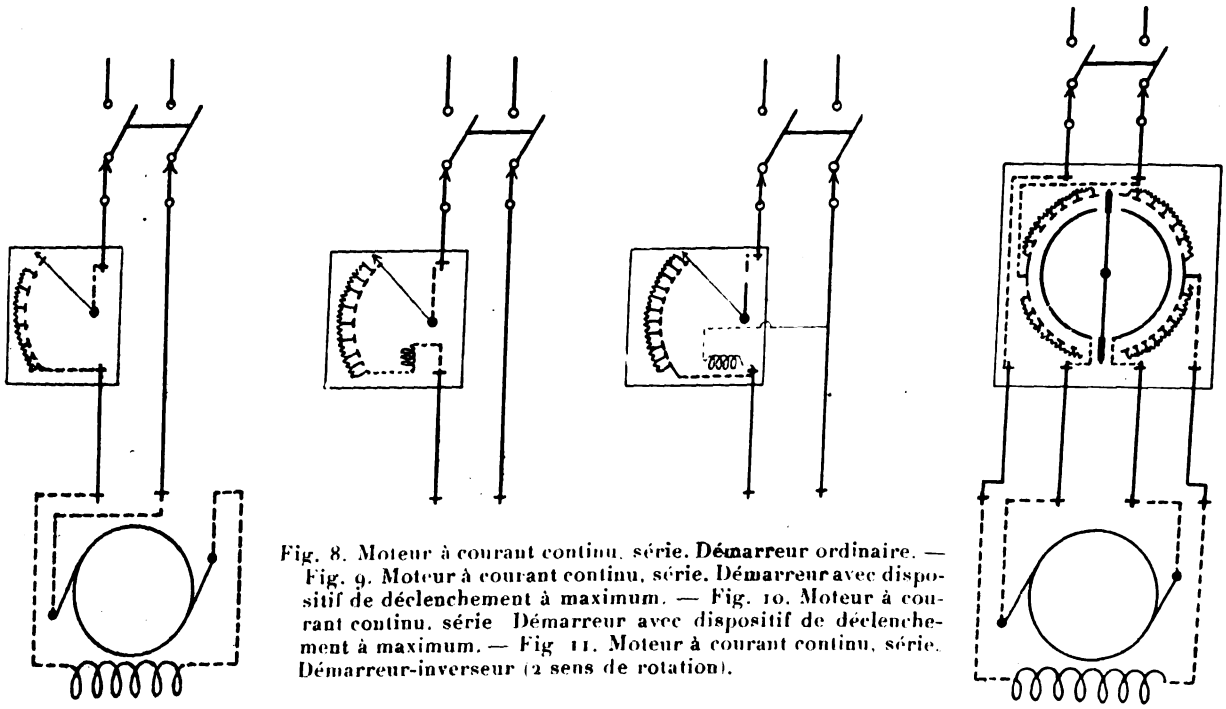


Fig. 8. Moteur à courant continu, série. Démarreur ordinaire. — Fig. 9. Moteur à courant continu, série. Démarreur avec dispositif de déclenchement à maximum. — Fig. 10. Moteur à courant continu, série Démarreur avec dispositif de déclenchement à maximum. — Fig 11. Moteur à courant continu, série. Démarreur-inverseur (2 sens de rotation).

sens du courant puisse être inversé dans l'induit sans l'être dans l'inducteur.

Moteurs a excitation compound. — Le montage des moteurs à excitation compound ne diffère pas de celui des moteurs à excitation en dérivation; dans ces moteurs, en effet, la partie de l'enroulement inducteur en dérivation est, en général, plus importante que celle qui est en série avec l'induit et dont les connexions sont généralement à l'intérieur du moteur. Il n'y a donc pas lieu de revenir sur les connexions de cette catégorie de moteurs.

Remarque. — Qu'il s'agisse de moteurs à excitation en dérivation ou de ceux à excitation en série, le démarreur peut être prévu avec ou sans des dispositifs de sécurité. Le but de ces dispositifs est de ramener la manette du rhéostat à la position de repos, soit en cas de surcharge du moteur, soit en cas d'absence momentanée de courant, ou encore dans l'un et l'autre cas.

Si le moteur est soumis à une surcharge exagérée le dispositif à déclenchement à maximum, représenté sur les figures 2 pour les moteurs de la première catégorie et 9 pour ceux de la seconde catégorie, provoque le rappel de la manette à sa position de repos par l'intermédiaire d'une bobine parcourue par le courant de l'induit du moteur; l'action de cette bobine, qui est un véritable électro-aimant, est mécanique, semblable à celle d'un disjoncteur à maximum. La figure ne représente pas le dispositif mécanique d'enclenchement et de déclenchement de la manette, ce dispositif variant dans ses détails d'un type d'appareil à un autre; il suffit de se rappeler, pour comprendre le fonctionnement de cet appareil, que la manette est soumise à l'action d'un ressort de rappel la ramenant dans sa position de repos et qu'elle ne peut

Digitized by Google

donc rester dans la position de marche que si elle y est maintenue par un dispositif d'enclenchement quelconque sur lequel agira l'armature mobile de la bobine à maximum.

Dans le cas du déclenchement à minimum (fig. 3 et 10) la bobine montée en dérivation sur la ligne, en série

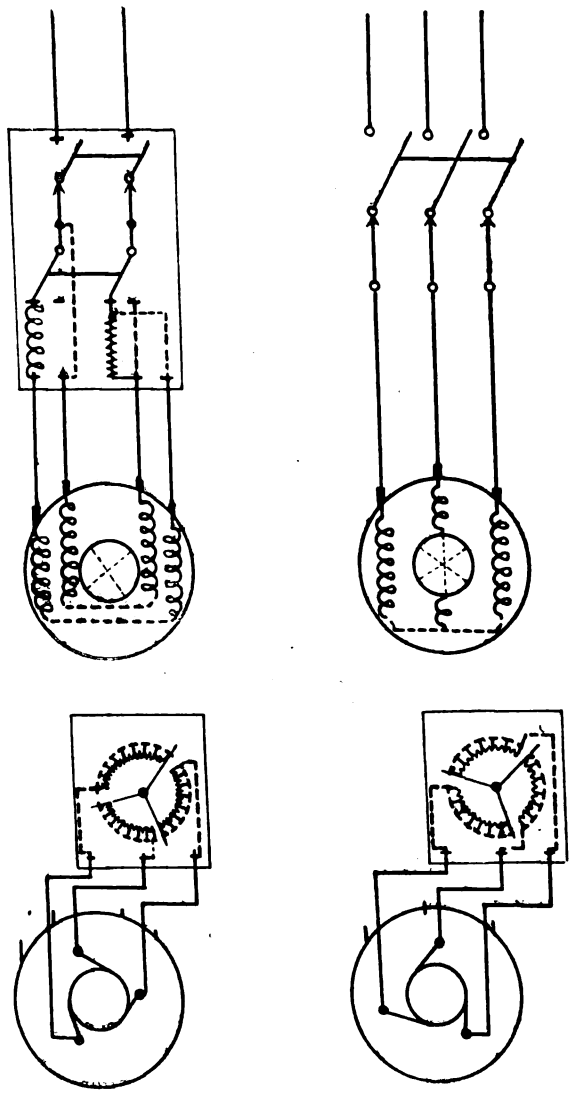


Fig. 12. Moteur à courant monophasé, induit en court-circuit — Fig. 13. Moteur à courant monophasé, induit à bagues. — Fig. 14. Moteur à courants triphasés, induit en court-circuit. — Fig. 15. Moteur à courants triphasés, induit à bagues.

avec l'inducteur, dans le moteur à excitation en dérivation, exerce une attraction sur la manette lorsqu'elle est dans la position de marche, tant que l'intensité du courant est assez élevée ; si la tension baisse et à plus forte raison si elle s'annule pour une raison quelconque, par suite par exemple de la rupture d'un fil de la ligne ou d'un arrêt subit des machines d'alimentation, cette action attractive de la bobine cessant, la manette est ramenée, toujours grâce à un ressort de rappel, à la position de repos.

Le dispositif de déclenchement à maximum et à minimum n'est qu'une combinaison des deux dispositifs précédents (fig. 4). La bobine à minimum maintient par son attraction la manette dans sa position de marche et la bobine à maximum provoque, en cas de surcharge du moteur, la cessation de l'action attractive de la bobine à minimum en court-circuitant les deux bornes de cette bobine, par son armature mobile, et en réduisant ainsi l'intensité du courant qui la traverse.

On peut prévoir ces mêmes dispositifs sur le démarreur-inverseur (fig. 7).

Comme les connexions de ces dispositifs de sécurité sont généralement à l'intérieur des appareils, leur adjonction ne modifie en rien les règles générales du montage des connexions énoncées plus haut et résumées dans les schémas ci-joints.

Moteurs asynchrones à courant alternatif. — Ces moteurs peuvent être à courant monophasé ou à courant polyphasé ; on distingue encore dans chaque cas entre les moteurs à induit en court-circuit et ceux à induit à bagues.

Pour les moteurs à induit en court-circuit, il suffit de s'arrêter aux connexions du stator ; de plus, ces connexions étant les mêmes pour le moteur à induit à bagues, on peut simplifier la représentation schématique des connexions du moteur à courant alternatif, en évitant de reproduire pour les moteurs à induit à bagues les connexions du stator données pour le moteur de la première catégorie. Il suffit d'ajouter aux connexions relatives au stator celles du rotor au démarreur dans le cas des moteurs à induit à bagues.

Moteurs a courant monophasé. — Dans les stators des moteurs à courant monophasé (fig. 12 et 13), il est prévu un enroulement auxiliaire pour le démarrage : il y a deux circuits distincts, le circuit de l'enroulement principal et celui de l'enroulement auxiliaire, d'où résulte la présence de quatre bornes au moteur et de six bornes au démarreur : deux bornes pour l'arrivée de la ligne et les quatre autres correspondant aux bornes du moteur. Au démarrage, on introduit une bobine de self-induction dans le circuit de l'enroulement auxiliaire et une résistance non inductive dans celui de l'enroulement principal ; lorsque le moteur est en route, l'enroulement auxiliaire est supprimé et la résistance non inductive, introduite dans le circuit de l'enroulement principal, court-circuitée. Les enroulements du rotor des moteurs à induit à bagues sont reliés au démarreur ; comme ces enroulements sont triphasés, le démarreur comporte trois bornes, correspondant chacune à un des enroulements du rotor et à une des trois rangées de plots du démarreur. Ces trois séries de résistances sont reliées entre elles par la manette même qui en constitue le point commun.

Moteurs a courants polyphasés. — Les connexions des stators des moteurs à courant polyphasé (triphasé,

Digitized by Google

fig. 14 et 15; diphasé, fig. 20 et 21) ne présentent aucune particularité. Il suffit d'intercaler un interrupteur triphasé ou tétrapolaire arrêtant le nombre de fils ou des coupe-circuits sur le circuit du stator. On prévoit aussi, comme pour les moteurs à courant continu, des dispositifs à déclenchement à maximum et à minimum : l'interrupteur est alors remplacé par des disjoncteurs à maxima et à minima (fig. 16).

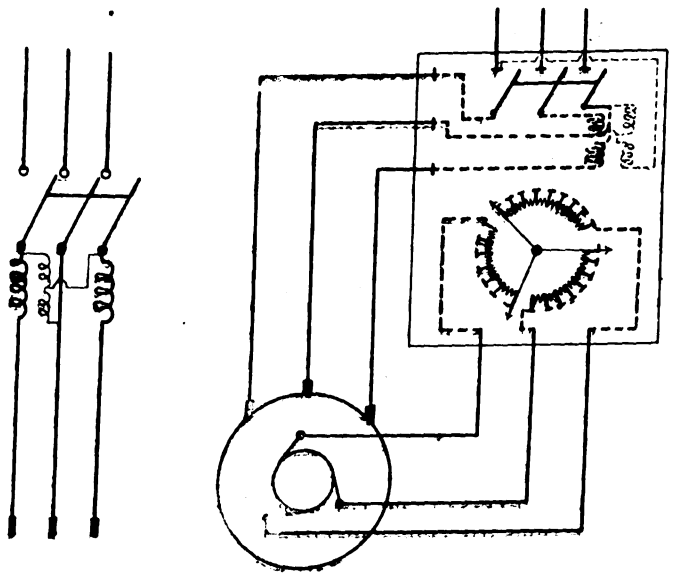


Fig. 16. Moteur à courants triphasés, induit en court-circuit. Dispositif de déclenchement à maximum et à minimum. — Fig. 17. Moteur à courants triphasés, induit à bagues. Dispositif de déclenchement automatique à maximum et à minimum.

Si le moteur est à induit à bagues, il peut être intéressant de provoquer le rappel à la position de repos de la manette du rhéostat en cas de surcharge ou d'absence de courant sur l'une des phases. L'appareil de démarrage comporte dans ce cas outre l'interrupteur, qui peut être à déclanchement automatique, deux bobines à maxima et deux bobines à minima dont l'action mécanique est telle que la manette ne peut être maintenue dans la position de marche que si l'attraction des bobines à minima est assez forte ; si la tension aux bornes de l'une de ces bobines baisse ou s'annule, ou si l'intensité du courant atteint une valeur trop élevée dans l'une des deux bobines à maxima, la manette est ramenée automatiquement à sa position de repos par un ressort de rappel dont l'action était annulée avant par la force attractive des bobines à minima ou par tout autre dispositif mécanique d'enclenchement. La figure 17 représente les connexions à établir avec cet appareil de démarrage, mais n'indique pas les détails de la disposition adoptée pour maintenir la manette dans la position de marche, car elle varie d'un type d'appareil à un autre. Les différentes solutions envisagées jusqu'ici pour la manœuvre des moteurs asynchrones à courants polyphasés obligent de recourir à des moteurs à induit à bagues s'il s'agit d'éviter un

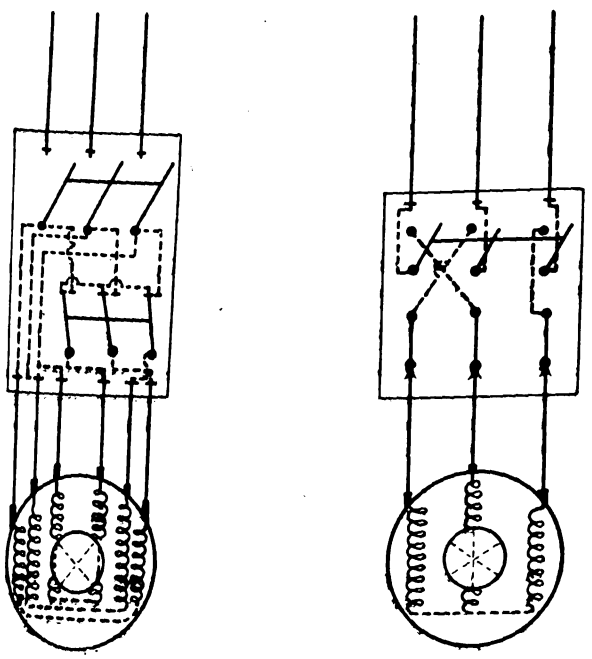


Fig. 18. Moteur à courants triphasés, induit en court-circuit. Démarrage en « étoile-triangle ». — Fig. 19. Moteur à courants triphasés, induit en court-circuit (2 sens de rotation).

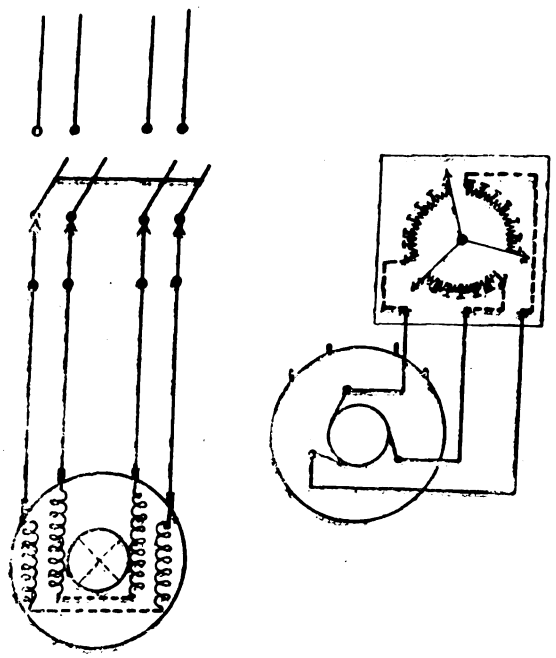


Fig. 20. Moteur à courants diphasés, induit en court-circuit. — Fig. 21. Moteur à courants diphasés, induit à bagues.

Digitized by Google

démarrage brusque; mais, grâce au commutateur dit « étoile-triangle », on peut arriver au même résultat avec un moteur à induit en court-circuit, le commutateur permet de brancher les enroulements du stator en circuit ouvert (ou en étoile) pour le démarrage et en circuit fermé (ou en triangle) pour la marche normale du moteur. La figure 18 représente les connexions à établir avec ce dispositif pour des moteurs à courants triphasés. Le montage serait le même pour le courant diphasé, mais au lieu de trois enroulements il faudrait en considérer quatre. Le moteur est prévu en conséquence avec six bornes disponibles s'il s'agit de courants triphasés; il aurait huit bornes pour le courant diphasé.

Enfin, l'inversion du sens de rotation s'obtient dans les moteurs à courants triphasés en inversant la position relative de deux des enroulements du stator par rapport aux enroulements de l'alternateur qui l'alimente et cela par un simple inverseur triphasé, comme l'indique la figure 19. L'inverseur tient en même temps lieu d'interrupteur.

Tous ces dispositifs seraient les mêmes pour les moteurs à courants diphasés, mais au lieu de trois fils il faudrait prévoir quatre fils; il suffit donc d'appliquer les mêmes schémas que ceux des courants triphasés en tenant compte que le moteur comporte un quatrième enroulement identique aux trois autres.

Les figures 20 et 21 représentent, comme mémoire, le montage d'un moteur à courants diphasés, avec induit en court-circuit d'une part et avec induit enroulé d'autre part. Là encore le rotor est à trois enroulements; le démarreur comporte donc trois séries de résistance correspondant chacune à l'un des enroulements du rotor, la manette du rhéostat leur tenant lieu de point commun.

D'une manière générale, lorsqu'il s'agit d'établir les connexions d'un moteur avec ses appareils de manœuvre, il importe de se rendre compte du rôle de chacun des organes qui rentrent dans l'installation, de déterminer leur position relative qu'ils doivent occuper dans le circuit et de définir le rôle de chacune des bornes qu'ils peuvent comporter. La représentation schématique de ces connexions permet précisément de simplifier ces recherches et d'éviter des erreurs; il est donc nécessaire de commencer le montage de ces connexions par l'étude du circuit à établir et c'est précisément cette étude que cette note a pour but de simplifier en résumant en quelques schémas les solutions relatives aux cas les plus généraux.

A. Curchod.

Revues, analyses et informations

Phénomènes qui accompagnent la transmission de l'énergie avec certains systèmes de montage de transformateurs reliés en étoile.

En règle générale, le montage en étoile-étoile de transformateurs monophasés formant une batterie triphasée est considéré comme une mauvaise disposition. Dans les rares cas où on l'a employé, on a dû prendre des précautions spéciales pour assurer la stabilité de la ligne de transmission. Là où ces précautions n'ont pas été assurées, on a observé souvent de désastreux résultats. Les phénomènes perturbateurs ont été trop soudains pour qu'on pût en observer les causes. Par la théorie, on a attribué ces effets à l'harmonique d'ordre 3 qui prend naissance dans les circuits magnétiques formés de fer.

Un auteur américain [1] a publié récemment une étude sur des phénomènes de ce genre. Nous analyserons ici la partie la plus intéressante de son travail.

L'auteur montre d'abord pourquoi, en général, l'harmonique 3 dû au courant magnétisant ne peut pas développer des tensions assez fortes pour rompre l'isolement d'une batterie de transformateurs montée en étoile-étoile et reliée à une ligne de transmission triphasée, pourvu que les enroulements et entrées d'appareils soient isolés pour la pleine tension normale et aient été essayés à une tension au moins double de la normale par rapport à l'enveloppe, au noyau, et entre les spires. Il montre ensuite comment ces phénomènes, inobservés jusqu'ici, dépendent des lois générales de l'électricité et du magnétisme.

[1] Lloyd Robinson. *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, décembre 1917, t. XXXVI, p. 967-997.

Harmoniques du courant magnétisant d'un transformateur. — Si l'on applique une tension sinusoïdale à un circuit dont l'inductance est constante, le courant sera une sinusoïde déphasée par rapport à la tension appliquée. L'inductance est par définition

$$L = m \frac{\Phi}{i},$$

m étant une constante, Φ le nombre de lignes de force magnétique, i le courant.

Dans un circuit inductif formé de fer, le rapport $\frac{\Phi}{i}$ n'est pas constant, mais décroît à mesure que la densité de flux dans le fer augmente. Cependant le flux, pour donner lieu à une force contre-électromotrice sinusoïdale, doit varier suivant la loi du cosinus, car

$$\frac{d(\sin x)}{dx} = \cos x \quad \text{et} \quad \frac{d(\cos x)}{dx} = -\sin x.$$

Considérons en premier lieu un circuit magnétique formé de fer sans hystérésis, pour étudier d'abord les effets de la variation de perméabilité au moyen de la courbe $\mathcal{B}$-$\mathcal{H}$. $\mathcal{B}$ est le produit du flux par une constante et $\mathcal{H}$ le produit de l'intensité par une constante. Les constantes étant données pour une machine quelconque, on peut transformer par un changement d'échelle, la courbe $\mathcal{B}$-$\mathcal{H}$ en une courbe Φ-i, et c'est ce qu'on fera dans cette discussion. La figure 1 représente une courbe $\mathcal{B}$-$\mathcal{H}$ typique pour les tôles de transformateurs. Cette courbe $\mathcal{B}$-$\mathcal{H}$ transformée est l'axe de la boucle hystérétique que représente la figure 2.

Digitized by Google

Pour une onde sinusoïdale de flux par exemple

$$\Phi = 10 \sin at,$$

représentée par la courbe I de la figure 3, il faudra une onde de courant réactif ou magnétisant dévatté, i_m, comme la courbe II de la figure 3, basée sur la courbe i_m de la figure 2.

Dans la magnétisation du fer, il faut considérer, outre le

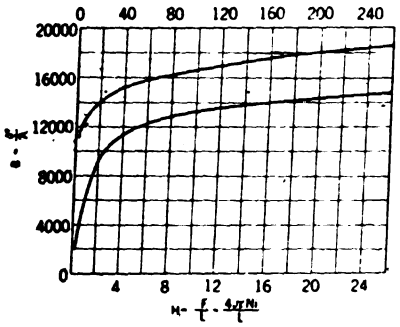


Fig. 1.

courant magnétisant dévatté, les composantes d'intensité dues à l'hystérésis et aux courants de Foucault. On peut, par les équations des courants de Foucault, éliminer ceux-ci de la discussion, et considérer maintenant ensemble la composante dévattée qui est le courant magnétisant et la composante wattée que nécessite l'hystérésis. La résultante

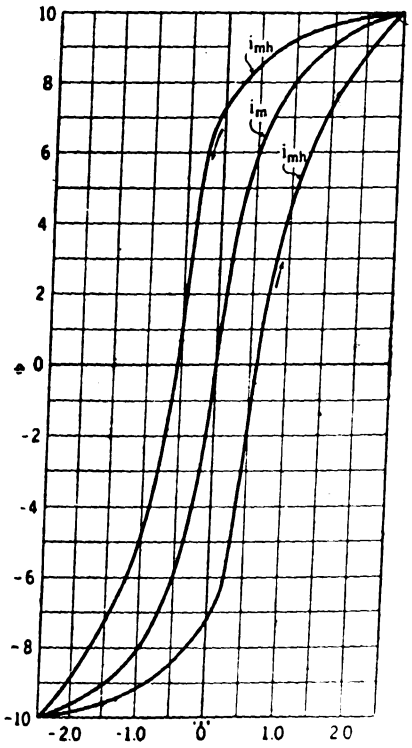


Fig. 2.

s'obtient d'après le cycle d'hystérésis pour une onde donnée de flux, par exemple

$$\Phi = 10 \sin at.$$

Le courant correspondant à ce flux s'obtient par la courbe i_{mh} de la figure 2 et donne la courbe III de la figure 3.

Les coefficients du développement en série de Fourier des

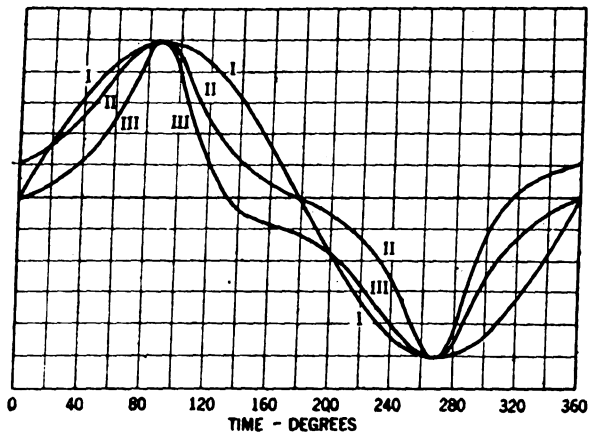


Fig. 3.

trois fonctions périodiques de la figure 3 sont donnés dans la table ci-dessous :

Tableau I.

ORDRE D'HARMONIQUE	I FLUX		II i_m		III i_{mh}	
	coeff. des sinus	coeff. des cosinus	coeff. des sinus	coeff. des cosinus	coeff. des sinus	coeff. des cosinus
1	10	0	1,708	0	1,693	0,801
3	0	0	−0,557	0	−0,552	−0,243
5	0	0	0,158	0	0,167	−0,011
7	0	0	−0,053	0	−0,051	0,039
9	0	0	0,018	0	0,027	−0,013
11	0	0	−0,009	0	−0,013	0,035
13	0	0	0,001	0	0,004	−0,022
15	0	0	0,008	0	0,006	0,003

On remarque que les coefficients des termes sinus de la courbe III sont pratiquement égaux aux coefficients des termes sinus de la courbe II. Les écarts sont dus à ce qu'on n'a employé que 18 ordonnées par demi-onde dans l'analyse et que les calculs n'ont été faits que jusqu'à la troisième décimale au plus. Cette identité des coefficients sinus des courbes II et III est due au fait que la courbe i_m de la figure 2 est l'axe de la courbe i_{mh}, de sorte que les composantes de l'intensité en phase avec le flux, dans les deux cas, sont identiques.

Remarque intéressante : dans la courbe III, les coefficients des termes cosinus sont sensiblement moitié des coefficients des termes sinus pour l'harmonique fondamental et l'harmonique triple. Dans les premières études sur l'harmonique triple dû au courant magnétisant des transformateurs, on attribuait entièrement cet harmonique à l'hystérésis. On vit plus tard que c'était une erreur, et il fut généralement admis que les harmoniques étaient dus presque entièrement à la variation de la perméabilité. On étayait surtout cette thèse par l'argument qu'il n'y a pas d'harmonique triple dans la tension appliquée au transformateur et que, par suite, l'harmonique triple du courant

Digitized by Google

magnétisant doit être entièrement dévatté. Les coefficients de la table montrent que, dans cette tôle, à une induction maximum de valeur normale, l'hystérésis introduit dans le courant magnétisant des harmoniques triples en quadrature avec ceux qui sont dus à la variation de la perméabilité, et ayant pratiquement la moitié de l'amplitude de ceux-ci. On ne peut donc pas dire que les harmoniques triples du courant magnétisant d'un transformateur soient dus à l'hystérésis seule ou à la variation de perméabilité seule. Ils sont produits par l'ensemble de ces deux causes

S'il existe un circuit fermé pour le passage des harmoniques du courant magnétisant, ceux-ci circuleront de façon à adapter le courant aux conditions qu'exige la force contre-électromotrice. Il est évident que ces harmoniques de courant, circulant par exemple dans la résistance d'un enroulement d'alternateur ou du triangle formé par une batterie de transformateurs, donneront naissance à des pertes d'énergie. Donc ils ne sont pas dévattés. Ce qui se passe en réalité est une transformation de fréquence à l'intérieur du transformateur. Mais, tandis que dans un groupe transformant la fréquence de 25 p : sec à 60 p : sec par exemple, l'énergie passe de la forme électrique à la forme magnétique, puis mécanique, puis magnétique, puis électrique, il y a ici une transformation plus directe de la forme électrique à la forme magnétique, puis électrique.

Harmoniques triples dans les batteries triphasées de transformateurs. — L'auteur rappelle ici les phénomènes connus auxquels donnent lieu les harmoniques triples, soit avec le montage étoile-triangle, soit dans le montage étoile-étoile avec primaire à quatre fils, soit dans le montage étoile-étoile avec neutres isolés ou avec neutre primaire mis à la terre. Il étudie ensuite un montage qui donne lieu à des phénomènes très particuliers, c'est le suivant :

Montage étoile-étoile avec neutre mis à la terre du côté de la ligne seulement. — Dans le cas d'une batterie de trois transformateurs identiques alimentée par une source triphasée à point neutre isolé, cette batterie étant montée en étoile-étoile avec point neutre mis au sol du côté de la ligne seulement et alimentant une longue ligne de transmission (fig. 4), il n'y a pas de circuit pour les harmoniques triples

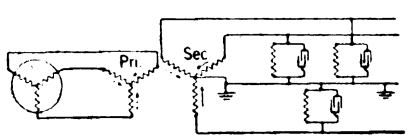


Fig. 4.

du courant magnétisant dans les primaires, tandis que dans les secondaires, ces harmoniques triples circulent dans le fil neutre qui leur sert de retour commun, les circuits étant fermés par les admittances entre les conducteurs de ligne et le sol.

Puisque dans le primaire il n'y a pas de circuit pour des courants qui sont en phase dans les trois transformateurs, on voit que ces courants harmoniques triples des secondaires sont vraiment des courants magnétisants, et comme tels sont affectés par la réactance de magnétisation (susceptance de magnétisation divisée par le carré de l'admittance de magnétisation) des transformateurs.

Dans le cas des lignes et réseaux de transmission actuels, qui comprennent parfois bien des centaines de kilomètres de lignes, il est visible que l'impédance offerte par l'admittance entre la ligne et le sol peut être très petite en comparaison de l'impédance à circuit ouvert d'un transformateur, même pour des courants de fréquence fondamentale. La réactance du transformateur est inductive et sera beaucoup plus grande à la fréquence de l'harmonique triple qu'à la fréquence fondamentale. D'autre part, la réactance de la ligne contient surtout de la capacité et est, par suite, bien plus faible à la fréquence de l'harmonique triple qu'à la fréquence fondamentale. De sorte que, pour les harmoniques triples des courants magnétisants, les impédances entre conducteurs de ligne et sol peuvent être négligeables en comparaison des impédances internes des transformateurs. Ceci signifie que la plus grande partie de la tension harmonique triple, qui entretient le courant secondaire harmonique du même ordre, est absorbée dans l'enroulement du transformateur et qu'une très faible partie seulement de la tension harmonique triple apparaît aux bornes du transformateur, entre conducteur de ligne et sol. C'est un cas tout à fait semblable à celui d'un alternateur de très forte impédance intérieure, produisant une tension harmonique de fréquence triple appliquée à une charge d'impédance relativement faible. Il y a donc ici analogie avec les génératrices à intensité constante ; aussi dit-on souvent que l'harmonique triple du courant magnétisant a une autorégulation à intensité constante.

Ce qui précède montre que, dans le cas de longues lignes de transmission reliées à des batteries de transformateurs montées en étoile-étoile et dont les points neutres sont mis à la terre du côté de la ligne seulement, la tension entre les départs de ligne et le point neutre n'est pas sensiblement augmentée par l'harmonique triple. Donc, la théorie selon laquelle les ruptures d'isolement et les brûlures par surintensité, qui ont été plus nombreuses avec ce mode de montage, étaient dues à la tension harmonique triple entre ligne et terre, perd beaucoup de sa valeur. De même, l'induction électrostatique de fréquence triple sur les circuits télégraphiques ou téléphoniques voisins de la ligne ne paraît plus pouvoir être un sujet d'inquiétude.

Production d'harmoniques pairs. — Comme il a été dit plus haut, des essais faits il y a deux ans sur une batterie de transformateurs montée en étoile-étoile alimentant une ligne de transmission triphasée, ont donné lieu à un fonctionnement instable et à des phénomènes particuliers qui n'avaient encore jamais été observés, ni au cours d'essais, ni en service. Comme il n'y avait aucune composante continue dans les courants de ces transformateurs, et comme leur fonctionnement était stable sous des tensions légèrement inférieures à celles qui donnaient lieu aux phénomènes, on ne pouvait attribuer ceux-ci, ni au magnétisme résiduel, ni à une magnétisation par courant continu. Ces phénomènes étaient accompagnés de vibrations et de bruits à l'intérieur des transformateurs, mais on vérifia qu'aucune bobine ou tôle n'était desserrée et ne pouvait vibrer. Comme les transformateurs étaient neufs, on les soumit alors à l'essai. On mit en court-circuit les enroulements basse tension, puis on lança et coupa successivement plusieurs fois et brusquement un courant quintuple du courant normal dans les enroulements à haute tension. Il n'y eut ni bruit ni symptôme d'aucun dommage dans aucun des trois transformateurs.

Nous décrirons le cas le plus singulier observé par l'auteur et nous résumerons l'explication qu'il en propose.

Il s'agissait d'une batterie de transformateurs montée en étoile-étoile, ayant son point neutre isolé du côté de l'alternateur et son point neutre mis à la terre du côté de la ligne.

Digitized by Google

Cette batterie chargeait une ligne de 60 km de longueur. On observait ce qui suit :

I. Dans certains cas, alors qu'on chargeait la ligne, on remarquait dans les tensions étoilées (entre départs de ligne et point neutre) et dans les courants circulant du côté primaire (alternateur) de la batterie, un harmonique inférieur ayant la moitié de la fréquence fondamentale.

II. Dans quelques autres cas, la valeur de deux des tensions étoilées était approximativement $\sqrt{7} : 3 \times$ la tension composée, tandis que la troisième tension étoilée avait à peu près sa valeur normale (58 pour 100 de la tension composée). Les tensions étoilées avaient des formes d'onde très différentes, et leurs composantes fondamentales étaient déphasées d'un angle fort différent de 120°. Les courants dans les barres du côté générateur de la batterie avaient plusieurs fois la valeur normale.

Inversion périodique d'une des tensions étoilées. — Le cas I, dans lequel on observe un harmonique inférieur d'ordre moitié, peut s'expliquer par l'inversion périodique d'une des tensions étoilées : une des phases de l'étoile s'inverse une fois par période fondamentale, de sorte que la composante fondamentale de l'intensité dans cette phase tend à circuler dans la même direction pendant toute la durée de la période. Dans la période suivante, la phase s'inverse encore, de sorte que la composante fondamentale du courant tend à circuler dans le sens contraire à celui du cycle précédent.

Cela signifie que les transformateurs, dont les relations de phase sont primitivement celles qu'indique la figure 5, prennent, par l'inversion de l'un d'eux en un certain point de la période, les positions relatives qu'indique la figure 6 et

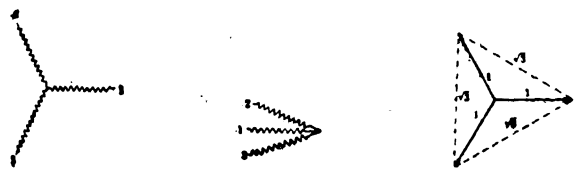


Fig. 5, 6 et 7.

qu'à un point correspondant de la période suivante ils reviennent, par une nouvelle inversion, aux positions de la figure 5, etc. Les tensions composées étant fixées par l'alternateur triphasé, les différences des vecteurs, pris deux à deux, des composantes fondamentales des trois tensions étoilées doivent être égales en grandeur et leurs vecteurs doivent former un triangle équilatéral dans le cas de la figure 6 comme dans celui de la figure 5. Cette condition est satisfaite si les vecteurs représentant les composantes fondamentales des tensions étoilées sont disposés comme l'indiquent les figures 7 et 8.

Quelle est maintenant la cause de cette inversion ? Comme on l'a dit, ces phénomènes ont apparu dans les conditions représentées par la figure 4. Dans la batterie de transformateurs triphasée montée en étoile, dans les conditions normales et stables, les composantes fondamentales des tensions primaires appliquées peuvent être représentées par les vecteurs de la figure 9. E_A, E_B, E_C représentent les tensions composées appliquées à la batterie, et E_1, E_2, E_3 représentent les tensions appliquées à chacun des transformateurs 1, 2, 3.

$$E_A = E_1 - E_2, \quad E_B = E_2 - E_3, \quad E_C = E_3 - E_1.$$

Si l'on fait tourner une ligne droite autour de l'origine dans le plan du diagramme de la figure 9, à une vitesse angulaire constante de $2\pi f$ radians par seconde, f étant la fréquence fondamentale des tensions, les grandeurs des

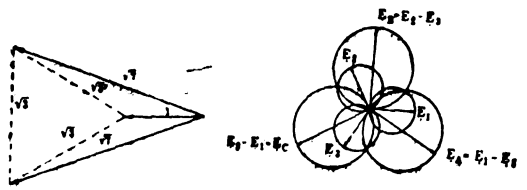


Fig. 8 et 9.

différentes tensions seront égales aux segments interceptés sur cette ligne par les cercles dont les diamètres représentent en grandeur et en phase les maxima des différentes ondes de tension. Les valeurs instantanées relatives de ces

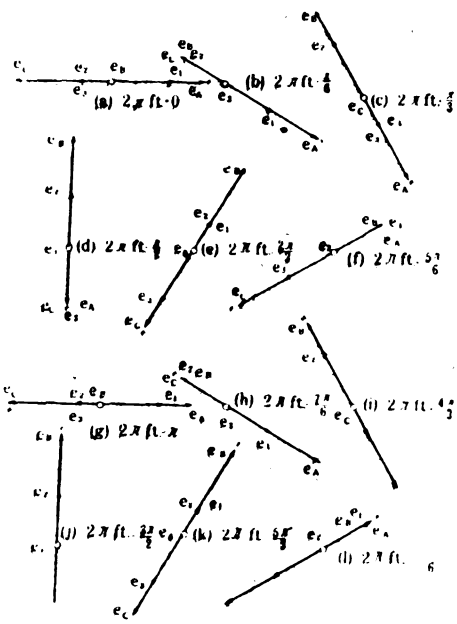


Fig. 10.

six tensions sont données dans la figure 10 (schémas a à l) pour chaque douzième de période.

Les composantes fondamentales des tensions secondaires peuvent être représentées de même ; leur rapport de grandeur avec les tensions appliquées primaires dépend du rapport de transformation, et leur déphasage sur celles-ci est d'environ π radians.

Les secondaires de deux quelconques des transformateurs, les numéros 1 et 2 par exemple, peuvent être représentés comme dans le schéma de la figure 11. Dans la réalité, l'alternateur n'est pas relié électriquement aux secondaires des transformateurs, mais ceux qu'indique la figure 11 ne servent qu'à représenter les sources des tensions de fréquence fondamentale E_1 et E_2 dont la résultante est E_A. Ces

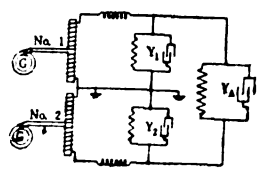


Fig. 11.

Digitized by Google

tensions de fréquence fondamentale donnent naissance à des courants de même fréquence dans les circuits de la figure. Ces courants sont la source de forces magnétomotrices qui produisent des flux magnétiques dans les noyaux des transformateurs. A cause des propriétés magnétiques du fer, le rapport $\mathcal{B} : \mathcal{H}$ ou $\Phi : i$ varie pendant chaque période suivant un cycle d'hystérésis comme celui de la figure 2. Donc l'inductance du circuit varie, puisque cette inductance est le rapport $\Phi : i$, multiplié par une constante.

On a vu plus haut que la réactance inductive due à la magnétisation du transformateur peut être inférieure, égale ou supérieure à la réactance de capacité de la ligne. Puisque la façon dont varie le rapport $\mathcal{B} : \mathcal{H}$ ou $\Phi : i$ dépend de la valeur maximum de Φ ou de i, et puisque celles-ci dépendent à leur tour de la valeur maximum de la tension, E_1 ou E_2, on voit que, en faisant varier la tension, on atteindra une valeur où il y aura résonance dans le circuit, c'est-à-dire où la réactance inductive des transformateurs et de la ligne sera égale et de signe contraire à la réactance due à la capacité.

Ceci fait apparaître un fait très intéressant, c'est que la somme des forces magnétomotrices dans le transformateur, primaire et secondaire combinés, passera par zéro au même instant que la tension appliquée E_1, pour une certaine valeur de cette tension.

Considérons maintenant le cycle hystérétique de la figure 12. Le cycle en trait pointillé est celui qui s'établirait

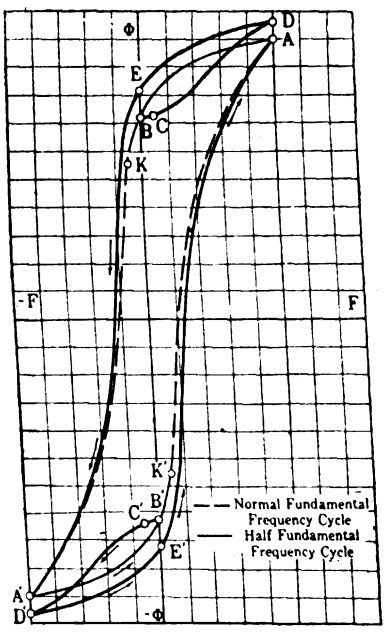


Fig. 12.

dans des conditions normales stables, comme celles des figures 5 et 7. Partant du point A, le flux variera en suivant la courbe dans la direction de B. Si, en ce point B, où la force magnétomotrice totale passe par zéro, la tension E_1 passe aussi par zéro, il n'y a plus ni tension, ni courant, dans les circuits du transformateur n° 1 ; c'est-à-dire que E_1 a alors la valeur qu'indique le schéma d de la figure 15. A l'instant suivant, comme E_1 croît, le transformateur n° 1 peut prendre la position de la figure 5 ou la position inversée de la figure 6. Laquelle choisira-t-il? Au point de vue de l'inertie à vaincre, quand la force magnétomotrice varie d'une faible quantité par rapport à celle qui existe au point B du cycle d'hystérésis de la figure 12, il ne faudra qu'un faible changement de la variable Φ si le flux varie le long de la courbe en trait plein dans la direction du point C; il n'y aura donc qu'une faible inertie à vaincre, tandis qu'il faudra une forte variation de Φ pour faire suivre au flux la courbe en trait interrompu qui va vers le point K. Le transformateur orientera naturellement son courant dans le sens où le travail à effectuer est moindre, c'est-à-dire qu'il s'inversera.

Après que le flux du transformateur est parti au point B dans la direction du point C, il continue sur la courbe en trait plein jusqu'à un point D où le maximum de la force magnétomotrice est atteint, parce que la tension primaire est continuellement appliquée. Si F_D est égal ou supérieur à F_A, Φ_D sera plus grand que Φ_A à cause de l'énergie accumulée au point B, où $F = 0$; de même qu'une génératrice à excitation séparée atteindra une tension plus élevée si elle a un certain magnétisme initial que si le flux initial est nul.

Quand la force magnétomotrice se met ensuite à décroître, le flux suit la courbe en trait plein et va de D à E, où Φ est différent de Φ_B, de sorte que, quand la courbe traverse l'axe des flux en E, la force magnétomotrice F et la tension appliquée E_1 ne passent pas ensemble par zéro. Il ne se produit donc pas d'autre inversion au point E, mais le flux continue à suivre la courbe en trait plein jusqu'au point A', et de là jusqu'au point B', où une autre inversion se produit, replaçant les transformateurs dans les positions relatives des figures 5 et 7 ; et ainsi de suite avec une inversion pour chaque période fondamentale. L'effet de cette inversion périodique est de modifier les rapports de phase des tensions entre départs de ligne et point neutre, comme l'indiquent les figures 7 et 8, et d'introduire des harmoniques supérieurs à cause des valeurs énormes de l'induction à laquelle les transformateurs 2 et 3 sont soumis.

Comme la période de cette inversion d'une phase est deux fois plus longue que la période de fréquence fondamentale de la tension appliquée, le phénomène se reconnaît facilement à la présence d'un harmonique inférieur, d'ordre un demi, dans les tensions entre départs de ligne et point neutre.

Inversion permanente d'une des tensions étoilées. — C'est le cas II cité plus haut. Le point neutre prend alors une position telle qu'une phase étant inversée les tensions entre deux des conducteurs de ligne et le neutre soient approximativement $\sqrt{7}$ (2,64) fois la tension entre le troisième conducteur et le neutre.

Quelle peut être la cause qui fait prendre au transformateur cette position de phase anormale, représentée par la figure 6, plutôt que la position normale de la figure 5? Il faut noter que ce phénomène anormal se produisait quand on chargeait les transformateurs et la ligne ensemble en fermant l'interrupteur à huile du côté primaire de la batterie. Quand on chargeait la ligne pour la première fois, la phase A, par exemple, pouvait s'inverser et rester inversée tant que la batterie était sous tension. En débranchant puis rebranchant, on pouvait amener soit la phase B, soit la phase C à s'inverser, et la phase inversée restait en fonctionnement stable tant que les transformateurs et la ligne étaient sous tension. Parfois, il n'y avait aucune inversion de phase et le fonctionnement était normal.

Ces faits paraissent pouvoir être attribués à une charge statique de la ligne par l'atmosphère. On a observé, en

Digitized by Google

effet, que, quand cette ligne est isolée, elle prend, dans des conditions météorologiques favorables, un potentiel de plusieurs centaines de volts par rapport à la terre. Donc, peu après qu'on a débranché la source triphasée qui alimente la ligne, les conducteurs prennent des potentiels de même signe, positifs par exemple. Il est vrai que, dans les conditions où ces phénomènes furent découverts (fig. 4), les conducteurs de ligne étaient reliés par les enroulements des transformateurs au point neutre mis à la terre, mais ces enroulements et les conducteurs eux-mêmes ont une certaine résistance, de sorte que l'écoulement de la charge des conducteurs vers le sol nécessite une différence de potentiel, et les trois conducteurs continueront donc à avoir des potentiels positifs, de valeur petite ou grande

Quand on ferme l'interrupteur à huile du côté primaire de la batterie, l'inertie des champs électriques et magnétiques tend à maintenir les trois conducteurs de ligne et les trois transformateurs à des potentiels positifs par rapport à celui de la terre, et les courants alternatifs prennent naissance dans les transformateurs d'une façon conforme aux conditions initiales offertes. Le phénomène de l'inversion permanente de phase, une fois qu'il s'est établi, doit persister à moins que, en un certain point de la période, la somme des forces magnétomotrices dans le transformateur inversé ne passe par zéro en même temps que la tension appliquée, auquel cas le transformateur subit les inversions périodiques décrites plus haut. P. L.

Perfectionnements récents aux méthodes d'équilibrage des pièces mécaniques (1).

L'auteur décrit une machine imaginée par lui et que la figure 1 montre schématiquement; cette machine se compose essentiellement d'un banc de tour supporté à une extrémité par une charnière et à l'autre par un ressort. Le corps, qui doit être équilibré dynamiquement, doit déjà l'être statiquement, il est alors monté sur des paliers supportés par le banc de tour disposé comme il est indiqué ci-dessous.

Si le corps est mis en rotation et qu'il ne soit pas exactement équilibré, le banc de tour oscille dans un plan

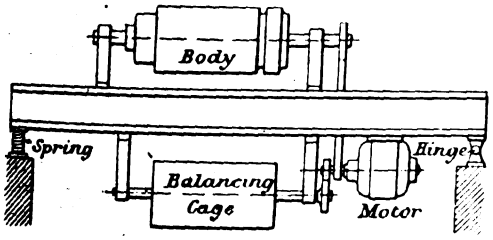


Fig. 1. — Machine à équilibrer à cage d'écureuil. Body, corps à équilibrer; Balancing cage, cage d'écureuil; Spring, ressort; Hinge, charnière.

vertical avec une période d'oscillation égale à la période de rotation du corps. Un second corps est suspendu au banc de tour; ce corps a la forme d'une cage d'écureuil qui tourne également avec le corps à équilibrer; le couple introduit par le mauvais équilibrage peut être supprimé en déplaçant quelques barres de la cage de manière à introduire un couple compensateur; le déplacement de ces barres donne un renseignement précis pour les contre-poids à disposer sur le corps à équilibrer. L'appareil a été perfectionné par l'auteur de la manière suivante : la cage est remplacée par un dispositif comprenant deux disques A et B (fig. 2) portant chacun une projection, le disque A est fixé sur l'arbre, le disque B peut glisser sur l'arbre muni d'une clavette f; il est clair que, si les deux disques sont au contact, leur équilibrage est parfait, mais s'ils sont éloignés un certain

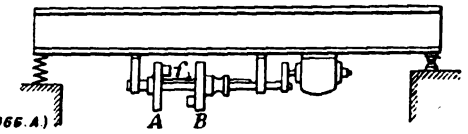


Fig. 2. — Machine à équilibrer à disques.

couple se produit, fonction du poids des projections et de la distance entre les disques.

L'appareil comporte en outre un certain nombre de dispositifs intéressants permettant de déplacer le disque mobile ainsi que de faire varier la position angulaire des deux corps en rotation pendant qu'ils tournent. L'appareil permet en outre de faire l'équilibrage statique aussi bien que l'équilibrage dynamique.

Equilibrage statique sur rails horizontaux. — Ce système d'équilibrage n'est possible que pour des poids relativement faibles, car on atteint assez rapidement la limite à laquelle il se forme sur l'arbre une partie plane qui s'oppose au roulement. La formule de Résal (*Traité de mécanique générale*, t. XI, p. 6).

$$f = 0{,}056 \sqrt{\frac{1}{\left(1 + \frac{79}{D}\right)}},$$

dans laquelle f est la longueur du plat formé sur l'arbre et D le diamètre de l'arbre (les dimensions en inches), montre que le poids n'intervient pas, mais il y a lieu d'observer que le diamètre de l'arbre est fonction du poids à supporter; le défaut d'équilibrage, pour un même poids de rotor, augmente avec le diamètre de l'arbre ainsi que le montre un diagramme donné par l'auteur et duquel il résulte, par exemple, qu'un rotor pesant 4 000 livres, ayant un arbre de 6 inches, ne peut être équilibré statiquement sur des règles qu'à un couple de 0,35 kgm près. Les théories de Hertz sur l'élasticité permettent de déterminer la valeur du couple résiduel du défaut d'équilibrage et de poser

$$M = 0{,}0004648\, P \sqrt{PD},$$

équation dans laquelle M est le moment résiduel en onces-

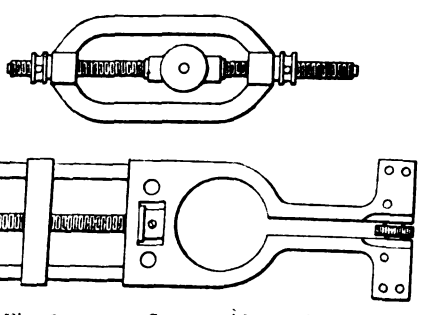


Fig. 3 et 4. — Contrepoids mobiles.

inches, P le poids par unité de surface de contact, c'est-à-dire par inch de largeur des règles et D le diamètre de

(1) W. Akimoff. *Engineering*, 1er février 1918, t. CV, p. 131-132.

Digitized by Google

l'arbre en inches (acier sur acier); en calculant à l'aide de cette formule le défaut d'équilibrage d'un rotor pesant 12 000 livres, monté sur un arbre de 7 inches de diamètre placé sur des règles de 1 inch de largeur, on trouve

$$M = 0{,}0064{,}48 \times 6\,000 \sqrt{6\,000 \times 8} = 614 \text{ onces-inches},$$

à 3 600 t : min, la force centrifuge produite par ce défaut d'équilibrage dépasserait 14 000 livres. Pour réaliser un équilibrage satisfaisant, l'auteur utilise la force centrifuge et crée celle-ci dans les corps en rotation en les munissant de pièces telles que celles des figures 4 et 5 qui peuvent être maintenues sur l'arbre par serrage et dont les dimensions sont déterminées de telle manière que la force centrifuge peut être une fonction simple lue ou mesurée directement.

Moyen de vérifier l'équilibrage statique. — Supposons que nous disposions d'un bâti tel que celui de la figure 5,

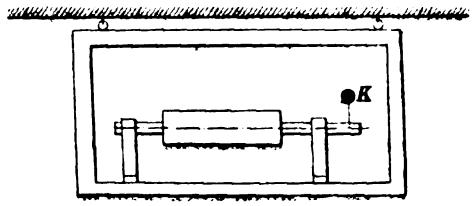


Fig. 5. — Cadre mobile disposé pour équilibre statique.

susceptible d'osciller suivant une période qui lui est propre. Si le corps à équilibrer est mis en rotation à une vitesse correspondant à la période d'oscillation du cadre, celui-ci oscillera d'une manière violente; il s'agit d'ajuster la vitesse du corps de telle sorte que l'oscillation forcée soit de même période que l'oscillation libre de l'ensemble, cadre et corps à équilibrer. Il est facile de voir qu'une pièce mobile telle que K peut toujours être ajustée, aussi bien en ce qui concerne la position angulaire que longitudinale, d'une manière telle que les oscillations deviennent nulles, solutionnant ainsi la question de l'équilibrage statique; cette méthode peut être utilisée par tous les corps, quel que soit leur poids, ce qui ne saurait être réalisé avec les règles planes.

Equilibrage dynamique. — La théorie admet que cet équilibrage est réalisé lorsque le couple centrifuge est nul, ce qui est obtenu si les centres de gravité des deux moitiés du corps à équilibrer sont situés sur l'axe de rotation, l'auteur ne partage pas cette opinion et donne quelques exemples à l'appui. Si le corps à équilibrer est monté comme le montre la figure 6, l'un des paliers étant fixe,

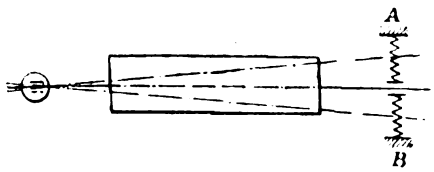


Fig. 6. — Un palier fixe en un palier mobile.

l'autre mobile et rappelé par des ressorts, la mise en rotation amènera un déplacement angulaire AB; dans ces conditions, il est impossible de dire si ce déplacement est provoqué par une force centrifuge ou par un couple centrifuge, à moins d'être certain que le corps est parfaitement équilibré statiquement, auquel cas il subsiste seulement un couple; or l'équilibrage statique a été réalisé comme nous l'avons vu précédemment et le corps est alors représenté par la figure 7 avec les forces qui agissent sur lui, c'est-à-

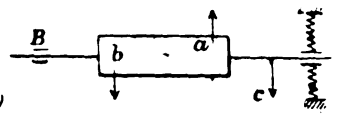


Fig. 7. — Couple centrifuge équilibré par une force centrifuge

dire le couple a-b; il sera toujours possible d'introduire une force centrifuge c telle que les vibrations soient supprimées; la distance de cette force au palier B établit la valeur exacte, le signe et la position angulaire du couple centrifuge a-b qu'il s'agit d'annuler.

On voit ainsi qu'il est possible d'utiliser la force centrifuge pour équilibrer statiquement et dynamiquement un corps quelconque. La machine permettant d'obtenir ces résultats se compose d'un bâti F (fig. 8 supportant les

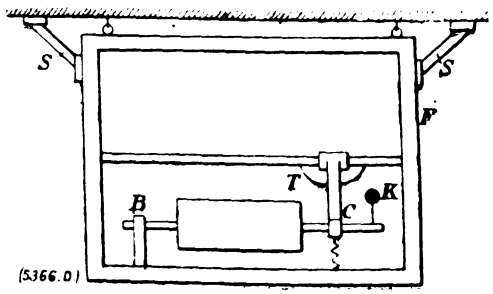


Fig. 8. — Cadre fixé en un palier mobile pour équilibrage dynamique.

paliers B et C sur lesquels est monté le corps; ce bâti a une période d'oscillation propre.

Le palier C peut être rendu fixe comme le palier B, ou il peut à volonté être rendu mobile dans un plan vertical en travaillant contre des ressorts s'opposant à son déplacement. La force centrifuge correctrice est indiquée par K; l'ensemble peut donc osciller, le palier C étant maintenu rigidement; le palier C pouvant osciller, le bâti est immobilisé par les pièces S; on peut encore combiner les deux mouvements. Le mode d'emploi est alors très simple; pour obtenir l'équilibrage statique, le palier C est rendu fixe et le bâti libre en enlevant les pièces S; en ajustant alors la grandeur et la direction de K, les oscillations du cadre F peuvent être réduites à zéro donnant ainsi la valeur exacte du déséquilibrage; aussitôt que ce dernier a été corrigé, le bâti F est fixé et le palier C rendu libre d'osciller; la force centrifuge K capable d'annuler les déplacements de C est alors ajustée comme on l'a vu plus haut; cette méthode d'équilibrage est très sensible et permet un réglage exact. L'article contient en outre une photographie d'une machine à équilibrer de petites dimensions.

E. B.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Congrès général du Génie civil (*Suite*)

TRAVAUX DE LA SECTION IV (*Suite*)

Le zinc [1].

La place nous manque pour analyser, même brièvement, toutes les parties du rapport si documenté de MM. Demenge et Maneuvrier, nous n'insisterons que sur les parties de leur étude qui se rapportent à l'électricité ou qui ont un caractère économique.

Avant d'être livré à la métallurgie proprement dite, le minerai de zinc subit une préparation qui peut être thermique, mécanique, magnétique ou électrostatique. La séparation magnétique des minerais a réalisé des progrès notables par l'emploi de trieurs à champ magnétique puissant pour le traitement direct des minerais, provenant des laveries à l'état humide : type Ullrich, Odling, etc. Ils ont donné de bons résultats dans le traitement des tailings à Broken Hill. Le rendement du séparateur Ullrich, appliqué à de la blende avec sidérose, est très élevé ; en Sardaigne où on l'emploie, il a donné un rendement de 95 pour 100 du Zn contenu dans le minerai.

Les auteurs, après avoir étudié tous les autres procédés de préparation du minerai, passent à la fabrication du métal proprement dite qui est particulièrement délicate. En effet, le zinc distille à 920° environ, tandis que la réduction de son oxyde s'effectue entre 1022° et 1120°. On obtient donc le métal à l'état de vapeur et il faut le condenser dans des appareils spéciaux qui n'ont pas fait de grands progrès depuis plus d'un siècle et où le zinc court le risque de s'oxyder en partie.

Après avoir examiné avec détails la préparation du zinc au creuset, les auteurs étudient les procédés de préparation électrothermiques et par électrolyse. Le traitement du zinc au four électrique présente certaines particularités ; la continuité du procédé, qui agit sur une masse de minerai importante et moins serrée que dans les fours ordinaires, le fait que la température des réactions n'est plus limitée, ont pour résultat que le dégagement du CO^2 au cours de l'opération se maintient assez élevé pour entraîner la réversibilité de la formule de réduction

$$ZnO + CO \rightleftarrows Zn + CO^2$$

et produire un excès de poussières de zinc. Mais les charges introduites à intervalles réguliers entraînent de l'air, de l'humidité et du CO^2 qui réoxydent la vapeur de zinc. Le charbon réducteur distille sans cesse en même temps que le zinc provenant de la réduction et le mélange de gaz allant au condenseur s'en trouve dilué et appauvri. Généralement on traite au four électrique des matières sulfurées, ce qui entraîne une nouvelle gêne pour la condensation, à moins d'ajouter au mélange des matières métalliques ayant une grande affinité pour le soufre.

La proportion d'oxyde de zinc produite au four électrique est bien supérieure à celle produite dans les creusets, la condensation du zinc est fortement diminuée et, par suite, le rendement moindre. De plus, les gangues sont fondues et retiennent toujours une certaine quantité de zinc. Les procédés électrothermiques appliqués à la métallurgie du zinc nécessitent une deuxième opération : le retraitement de l'oxyde de zinc produit. Ils ne peuvent donc s'appliquer avantageusement que dans les pays possédant des chutes d'eau où l'énergie électrique est à bon marché et lorsqu'il s'agit de traiter des minerais complexes pour lesquels la question de rendement reste secondaire.

Pour terminer la partie technique de leur exposé, les rapporteurs signalent la préparation du zinc par électrolyse. Jusqu'ici la difficulté pour obtenir du zinc compact par ce procédé résultait principalement de la présence dans l'électrolyte de certains métaux en proportion notable, Cd, Cu et Fe. Un nouveau procédé pratiqué par les usines de l'Anaconda emploie MnO^2 en même temps que les précipitants usuels (oxyde de zinc, chaux, etc.) ; MnO^2 peroxyde le sel ferreux et permet ainsi l'élimination complète du fer. Le zinc déposé sur la cathode d'aluminium est à 99 pour 100 de métal pur et MnO^2 est régénéré au cours de l'électrolyse. Le procédé électrolytique ne paraît justifié lui aussi que par la récupération des métaux précieux contenus dans les minerais zincifères. Il ne se développera probablement que dans les pays de houille blanche et pour la préparation du zinc extra-pur.

Les auteurs passent ensuite à l'étude économique de l'industrie du zinc ; nous résumerons brièvement cette étude en insistant, comme nous avons l'habitude de le faire, sur l'industrie de la France et de ses colonies.

Les deux principaux minerais de zinc sont la calamine et la blende. La calamine ou smithsonite est un carbonate (Zn,CO^3) contenant théoriquement 52 pour 100 de zinc. Sa teneur est variable, car le composé de zinc est associé à d'autres composés métalliques ou terreux tels que la franklinite ($Fe\,Zn\,Mn\,O$, $Fe\,Mn^2O^4$), la wil-

[1] Rapport de MM. Demenge et Maneuvrier.

Digitized by Google

lémite (ZnO, Fe^2O^3), la zincite (ZnO et l'hydrozincite ($ZnCO^2, 2\,Zn\,(OH)^2$).

La blende (ZnS) est le minerai le plus répandu, elle est souvent plombifère et argentifère et comporte une gangue très variable.

La production du minerai de zinc aux États-Unis a passé de 721 840 t en 1913, à 1 395 469 t en 1916.

L'Australie possède des gisements énormes de minerais mixtes; en 1914 elle a produit 177 000 t de concentrés de zinc.

L'Allemagne est un des pays les plus favorisés au point de vue des gisements de zinc, en 1907 elle produisait 698 021 t, chiffre qui a été dépassé depuis.

L'Espagne possède d'importants gisements de calamine et aussi de la blende, en 1913 elle a produit 142 000 t.

L'Italie, en 1913, a extrait de ses mines 160 000 t de minerais (calamine et blende). La production totale était exportée en Belgique, en Allemagne, en France et en Angleterre. Depuis la guerre, la production italienne a diminué dans de très fortes proportions.

Le Mexique a d'importants gisements et exporte principalement aux États-Unis.

La Russie possède également d'importants gisements en Pologne, dans le nord du Caucase et en Sibérie.

Le Japon qui produisait avant la guerre 40 000 t de minerais en produit maintenant 60 000 t.

La Suède a produit 53 937 t en 1915; la Grèce, 61 748 t en 1914; l'Autriche-Hongrie, 34 000 t en 1913; l'Angleterre, 17 294 t en 1913; le Canada 15 553 t en 1915; la Chine, 22 875 t en 1914; la Bolivie, 7 367 t en 1913; l'Inde, 8 663 t en 1915.

L'Égypte et la Turquie possèdent également des minerais de zinc, par contre, les gisements belges sont à peu près épuisés.

La France et ses colonies possèdent des mines de zinc. La production de la France métropolitaine est d'environ 51 000 t. Elle possède dans le Gard les mines de blende et de calamine de Malines, dans le Var les mines de blende de Bormettes. On rencontre également de la blende dans le Lot à Planioles, dans les Hautes-Pyrénées à Pierrefitte, dans l'Ariège à Sentein-Saint-Lary, dans la Lozère à Bleymard, dans quelques autres départements du Midi et enfin, dans le Finistère, on rencontre de la blende argentifère parmi les minerais de plomb argentifère de Poullaouen et d'Huelgoat. Avant la guerre, presque tous les minerais français étaient exportés.

Les départements d'Alger et de Constantine sont riches en blendes et en calamines; en 1913, on a extrait 71 000 t provenant des mines de Hamman, N'Bails et Aïn Arko; enfin la mine d'Oued-Moriz, dans le département d'Oran a donné également des minerais de zinc. La Tunisie a produit 33 000 t de calamines en 1913.

Le Tonkin est particulièrement riche en minerais de zinc, il fournit en moyenne 27 000 t par an. En 1915, la production a atteint 39 300 t.

Les mines sont réparties principalement dans les districts de Thuyen-Kwang, Thai Nguyen, Than Moi (Langson) et Cho Dien.

La production de la France et de nos colonies représente 5,6 pour 100 de la production mondiale en minerais de zinc.

La fabrication du zinc métal dans les principaux pays producteurs, en 1913, peut se résumer comme il suit:

Tableau I.

	NOMBRE D'USINES	PRODUCTION DU ZINC EN TONNES
Etats-Unis	28	320 284
Allemagne (Silésie	24	170 119
Allemagne (Westphalie	10	112 832
Belgique	13	197 703
Angleterre	17	59 146
France	5	62 000
Espagne	2	9 000
Hollande	1	24 323
Autriche et Italie	5	21 641
Norvège	1	9 287
Russie (Pologne)	3	8 500
Australie	1	3 724
Japon	1	2 000
Total		1 000 569

Les rapporteurs examinent avec détails la production de chacun de ces pays et la situation créée par la guerre. Avant les hostilités, les Allemands, par des moyens plus ou moins avouables, avaient trouvé moyen de mettre sous leur contrôle presque toutes les usines de zinc. La guerre a modifié cette situation, et il faut à tout prix éviter qu'elle ne se rétablisse après la paix.

Nous signalerons en passant que l'électrométallurgie du zinc et la préparation par électrolyse surtout se sont extraordinairement développées aux États-Unis. La première usine électrolytique établie à Great Falls (Montana) par l'Anaconda Copper comprend 144 cuves d'électrolyse possédant chacune 27 anodes en plomb et 27 cathodes en aluminium, la puissance utilisée doit être de 33 000 ch, et la production de 2 000 t par jour. Le Canada, le Japon et l'Australie établissent également des usines électrolytiques. La Norvège emploie des procédés électrothermiques.

Disons quelques mots de plus sur la situation particulière de la France. La production française de zinc métallique atteignait 50 000 t en 1913, la consommation atteignait 75 à 80 000 t et était aussi plus forte que la production nationale. Presque toutes nos usines se trouvaient dans le Nord et le Pas-de-Calais et les plus importantes ont été envahies.

Le trafic des minerais de zinc en France, en 1911, 1912 et 1913 peut se résumer dans le tableau II.

Les importations en 1913 provenaient de l'Algérie (8 151 t), de la Tunisie (6 198 t), de l'Indo-Chine (11 453 t), d'Espagne (59 307 t), d'Italie (46 195 t), d'Australie (31 388 t), de Suède (10 990 t).

Les exportations allaient en Belgique (46 422 t) en

Digitized by Google

Tableau II.

	MINERAIS DE ZINC		
	1911 tonnes	1912 tonnes	1913 tonnes
Importation	160 178	158 429	178 719
Exportation	51 737	60 007	58 204
Consommation française en minerais étrangers.	108 441	98 422	120 515

Grande-Bretagne (4 770 t), en Allemagne (3 975 t) et en Egypte (3 650 t).

Si nous considérons maintenant les importations et exportations de la France pour toutes les matières zincifères, entre 1910 et 1913 nous obtenons le tableau III.

Les rapporteurs étudient ensuite les cahiers des charges de l'artillerie concernant le zinc, et les emplois du zinc, ils signalent en passant l'utilisation que les Allemands ont fait du zinc pour remplacer le laiton ; ils examinent ensuite les différents marchés du zinc et indiquent les formules de vente des minerais de zinc.

Tableau III.

	1910 tonnes	1911 tonnes	1912 tonnes	1913 tonnes	1914 tonnes	1915 tonnes	1916 tonnes
Importations en France.							
Minerai de zinc	93 357	160 178	158 428	178 718	99 124	49 398	56 727
Lingots de zinc. Belgique	10 110	33 792	32 737	29 464	19 583		
Lingots de zinc. Autres pays	5 971	5 580	5 155	6 707	8 070	34 899	63 206
Total pour le zinc	16 082	39 372	38 893	35 172	27 659	34 899	63 206
Zinc laminé	319	301	725	1 575	577	320	301
Vieux zincs et limailles	2 835	3 110	4 254	3 216	2 413	1 604	1 141
Oxydes de zinc	4 110	4 154	5 106	6 222	3 904	1 637	3 098
Exportations de France.							
Minerai de zinc	56 801	51 737	60 007	58 203	21 278	5 599	1 819
Lingots de zinc	12 361	14 434	21 623	18 290	8 561	2 061	3 038
Zinc laminé	9 808	10 107	11 772	9 779	4 732	2 327	903
Vieux zincs, limailles	765	935	1 249	1 662	255	239	164
Oxydes de zinc	3 422	3 019	3 064	3 794	3 212	3 309	2 454

Ils terminent leur intéressant rapport en donnant des renseignements sur l'industrie et les emplois du blanc de zinc.

Vœux. — Comme conclusion au rapport de MM. Demenge et Maneuvrier, les rapporteurs émettent les vœux suivants :

1° *Vœu relatif à l'aménagement des usines en vue des économies de combustible et de main-d'œuvre.* — Au point de vue technique, nous avons montré que les fonderies françaises supportent avantageusement la comparaison avec celles de l'étranger, comme situation et outillage. Il est difficile de pousser trop loin cette comparaison, chaque établissement étant obligé, pour le choix de ses méthodes de travail, de tenir compte des conditions d'approvisionnement et de main-d'œuvre qui lui sont spéciales et diffèrent souvent beaucoup de celles du voisin. Ce qu'il faut souhaiter, en présence de la surélévation des prix du combustible et des salaires, c'est de voir se généraliser les fours qui permettent une conduite plus rationnelle et plus scientifique du chauffage et l'application des appareils mécaniques partout où elle sera possible.

2° *Vœu relatif à une Union interalliée des producteurs de zinc.* — Au point de vue économique, il serait à désirer qu'une entente intervienne entre les producteurs alliés dans le but :

1° De protéger l'industrie du zinc contre les puissances centrales ;

2° De réglementer l'importation du zinc américain en Europe.

Cette entente pourrait fonctionner sur des bases analogues à celles du Syndicat européen du zinc, qui était en vigueur au moment de la déclaration de guerre. Le Syndicat international réglait la production d'après les stocks existants ; quand ces stocks dépassaient un certain tonnage (50 000 t dans l'espèce), et que le cours du zinc était inférieur à 22 livres, une réduction proportionnelle de chaque groupe était imposée dans les quatre mois suivants, jusqu'à ce que les stocks soient ramenés au quantum indiqué.

La protection contre les empiétements des puissances centrales ne peut s'obtenir qu'à l'aide de droits de douane suffisamment élevés à l'entrée du zinc brut. Les desiderata des producteurs français, dans cet ordre d'idées, ont déjà été exprimés au gouvernement à la suite d'une enquête menée auprès de la Chambre syndicale des Métaux.

De son côté, l'Angleterre cherche à se débarrasser des importations allemandes et les augmentations de

Digitized by Google

production qu'elle s'est efforcée de réaliser, depuis le début de la guerre, suffiront vraisemblablement à combler l'apport de ces importations. La production locale et la production de la Belgique et de la France suffiront pour lui fournir le complément.

Nous assistons, de même, en ce moment, aux efforts de l Italie pour s'affranchir de la tutelle des importations allemandes et autrichiennes, mais l'acclimatation de l'industrie du zinc, dans ce pays, présente actuellement des difficultés telles que son développement ne paraît pas devoir atteindre une très grande extension.

Par contre, l'industrie du zinc en France paraît appelée à un essor beaucoup plus considérable qu'avant la guerre, par suite :

1° Du relèvement des usines qui étaient dans le bassin du Nord et ont été détruites par les Allemands;

2° De l'augmentation de production réalisée par les usines restées en activité ou créées pendant la guerre;

3° Du développement de l'électrolyse du zinc, susceptible d'application dans certains cas spéciaux, en raison des ressources importantes en houille blanche que possède notre pays. En ce qui concerne la question des importations américaines, il serait désirable d'envisager la participation des producteurs américains à une entente entre les producteurs interalliés; toutefois il est bon de faire remarquer que certains facteurs contribueront toujours à réglementer, en quelque sorte automatiquement, les productions et les importations américaines, notamment, l'influence des frets sur l'approvisionnement de l'Amérique en minerais et sur l'exportation du métal produit.

En outre, d'après les renseignements qui ont été donnés par l'un des principaux producteurs américains, 50 pour 100 des usines nouvelles montées pendant la guerre ne pourraient pas vivre; si le cours du zinc tombait au-dessous de 1 130 fr les 1 000 kg.

Quant au partage des approvisionnements de minerais entre les Alliés, il est à souhaiter que, sur l'initiative des producteurs eux-mêmes et avec leur coopération, il se crée des organismes suffisamment puissants pour porter la responsabilité d'importants achats et pour pouvoir absorber des sources de production des minerais considérables et les répartir ensuite entre les différents producteurs. Les efforts faits dans ce sens par les producteurs anglais, français et belges n'échappent à personne et l'on connaît déjà la constitution en France de la Société « Minerais et Métaux ».

Nous émettons donc le vœu qu'une Union syndicale soit créée entre les producteurs de zinc interalliés qui devront chercher :

1° A se défendre contre lès empiétements des formidables sources de production des puissances centrales;

2° A répartir entre eux les matières premières nécessaires à leur industrie, sans provoquer la surenchère sur l'achat de ces approvisionnements indispensables;

3° A veiller à une utilisation logique des débouchés qui leur sont offerts et obtenir, au besoin, de leurs gouvernements respectifs de favoriser l'industrie métropolitaine en lui accordant des avantages de nature à compenser, dans une certaine mesure, les sacrifices qui devront être consentis pour couvrir les besoins nationaux.

3° *Vœu relatif aux facilités à donner à la vie ouvrière.* — Au point de vue social, il serait très utile que les industriels d'un même pays s'entendissent également entre eux pour donner à leurs ouvriers des facilités de vie et des avantages indirects qui sont un moyen d'enrayer l'accroissement exagéré des salaires et de stabiliser en même temps la population ouvrière.

Citons dans cet ordre d'idées : la création de maisons ouvrières, de cantines ou restaurants ouvriers, de coopératives d'alimentation, de caisses de retraites et de secours, d'écoles d'apprentissage.

Enfin, l'application stricte de certaines précautions d'hygiène indispensables dans l'industrie du zinc, comme des réfectoires à l'intérieur de l'usine, des bains-douches, logements pour célibataires, autant de précautions que complétera très utilement la recherche de toutes les institutions de nature à protéger la santé physique et morale de l'ouvrier.

4° *Vœu. Tarif douanier.* — Nous donnons ci dessous, à titre d'indication, le tableau du tarif actuel des douanes françaises se rapportant au zinc, et nous indiquons en regard les vœux émis à ce sujet, à titre officieux, par la Chambre syndicale des Métaux lorsqu'elle fut consultée par le ministère du Commerce au sujet des modifications à apporter à la nomenclature.

		Tarif 1911. *Minimum.*	Proposition.
224 Zinc.	Minerai.	Exempt.	Droit de sortie demandé.
	En masses brutes, saumons ou plaques.	Exempt.	Droit simple pour les pays alliés et neutres. Droit double pour les ennemis.
	Laminé, étiré.	4 fr pour 100 kg sur poids brut.	Idem.
Limaille et débris de vieux ouvrages.		Exempts.	Exempts
Oxyde de zinc.		3 fr pour 100 kg sur poids brut.	Droit simple pour les pays alliés et neutres. Droit double pour les ennemis.

Nous approuvons absolument l'orientation indiquée ci-dessus et exprimons, en conséquence, ce quatrième vœu, *que le tarif douanier, en ce qui concerne les industries du zinc, soit établi en toute indépendance, de façon à sauvegarder les intérêts des producteurs français et leur permettre de se reconstituer et de se développer, malgré les charges énormes qui seront la conséquence de la guerre.*

Comme suite aux rapport et conclusions présentés par MM. Demenge et Maneuvrier, la section IV du Congrès du Génie civil a émis les vœux suivants :

Digitized by Google

Vœux concernant la métallurgie du zinc. — 1° Qu'en présence de la surélévation des prix des combustibles et des salaires, soient généralisés l'emploi des fours qui présentent une conduite plus rationnelle et plus scientifique du chauffage et l'application d'appareils mécaniques partout où elle sera possible;

2° Qu'au point de vue économique, une Union syndicale soit créée entre producteurs de zinc interalliés, dans le but :

a) De se défendre contre les empiétements des puissances centrales;

b) De répartir entre eux les matières premières nécessaires à leurs industries, sans provoquer la surenchère sur l'achat de ces approvisionnements indispensables;

c) De veiller à une utilisation logique des débouchés qui leur sont offerts et d'obtenir au besoin de leurs gouvernements respectifs de favoriser l'industrie métropolitaine en lui accordant des avantages de nature à compenser, dans une certaine mesure, les sacrifices qui devront être consentis pour couvrir les besoins nationaux.

(*A suivre.*)

Assemblées générales

Compagnie d'Électricité du Sud-Est.

Assemblée générale ordinaire du 29 avril 1918.

Malgré une aggravation de charges résultant de l'augmentation des matières premières, des difficultés de transport et de la pénurie de certains produits indispensables, la Société est arrivée à assurer son exploitation et à faire face aux nouvelles demandes d'abonnements.

Quelques usines travaillant pour la Défense nationale ont été fournies en énergie électrique.

A fin 1917, la Société dessert pour l'éclairage 1 561 abonnés à forfait, 940 au limiteur et 1 150 au compteur; pour la force motrice, 297.

Les recettes ont atteint 579 641,29 fr, en augmentation de 51 014,68 fr sur 1916.

Les dépenses ont été de 312 094,39 fr.

Le bénéfice de l'exercice s'élève à 35 768,42 fr sur lequel 5 pour 100 sont versés à la réserve légale; 5 pour 100 d'intérêt statutaire sur le capital appelé, 350 000 fr, et 5 000 fr à la réserve d'amortissement des actions.

Sur le surplus, 11 480 fr, il est attribué au Conseil d'administration 15 pour 100 et 1 pour 100 au capital de 500 000 fr.

Le report de 1917 est de 4 758 fr, auquel il faut ajouter celui de 1918, 17 735,52 fr.

Pendant ces trois dernières années la réserve nécessaire pour l'amortissement des actions n'ayant pu être constituée, il est prélevé 15 000 fr pour ces amortissements, le report à nouveau est donc de 7 493,52 fr.

Bilan au 31 décembre 1917.

Actif.

	fr
Frais de constitution	1 »
Dépenses générales d'établissement	1 391 888,95
Hyères	688 511,03
Mobilier et outillage	16 202,05
Matériel en location	43 468,40
Magasin	122 797,51
Caisse, banques et factures	138 468,36
Actionnaires	101 250 »
Portefeuille	111 725 »
Débiteurs divers	122 331,83
Impôts à recouvrer	2 363,45
	2 739 007,58

Passif.

	fr
Capital	500 000 »
Réserve pour amortissement actions	40 000 »
Réserve légale	12 421,70
Obligations	930 847,88
Annuités	860 650,31
Créditeurs à terme	30 925,81
Créditeurs divers	285 657,94
Provision pour l'exercice 1918	25 000 »
Profits et pertes :	
1916	17 735,52
1917	35 768,42
	2 739 007,58

Société havraise d'Énergie électrique.

Assemblée générale ordinaire du 11 juin 1918.

La Société a décidé de relier les usines du Havre à celle de Bolbec-Lillebonne par une ligne aérienne d'une longueur de 30 km pouvant débiter 3 000 kw à 30 000 v. La canalisation aérienne est terminée, il reste à établir la canalisation souterraine dans le Havre, ainsi que les postes élévateur et abaisseur qui seront installés et mis en service dans le deuxième semestre de 1918.

Cette transformation aura l'avantage de faire réaliser à la Société de grandes économies sur l'exploitation de ce réseau, étant donnés l'importance de l'industrie de la région et les contrats déjà réalisés.

Au Havre, deux nouveaux turbo-alternateurs ont été installés : l'un de 1 500 kw, l'autre de 5 000 kw. Ces augmentations de puissance nécessitent la construction de nouveaux aqueducs d'amenée et d'évacuation d'eau de mer.

Les demandes de lumière et de force motrice allant toujours croissantes, il a été mis à l'étude la commande de nouveaux turbo-alternateurs et de quatre chaudières pouvant produire 10 000 kg de vapeur chacune.

A Bolbec-Lillebonne, le matériel déjà ancien disparaîtra le jour où la distribution du réseau sera assurée par le courant venant de la centrale du Havre.

Les machines ont dû subir des réparations importantes par suite de l'usure causée par la marche forcée.

Plusieurs concessions nouvelles ont été obtenues dans la Seine-Inférieure, à Harfleur, Duclair, Pavilly et Barentin sur les communes de Saint-Wandrille-Rançon, le Trait, Yainville, Saint-Pierre-de-Varengeville, Saint-Paer et Villers-Ecalles.

Digitized by Google

A Yainville une usine va être installée sur un terrain de 58570 m² situé au bord de la Seine.

Les recettes de la Société sont en augmentation, elles se sont élevées à 5834747,51 fr, et les bénéfices à 2016731,19 fr.

Après prélèvement des amortissements et des réserves, la Société fixe à 30 fr l'intérêt et le dividende des 35000 actions de capital contre le coupon n° 24, et à 20 fr le dividende des 8000 actions de jouissance, coupon n° 22 (impôt à déduire).

Ce paiement aura lieu à partir du 1er juillet 1918.

Le solde à reporter est de 497533,82 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Caisse, sociétés de crédit, banques, agent de change	3 174 925,29
Valeurs diverses en portefeuille et rentes sur Etats	2 941 126,45
Quittances mensuelles à recouvrer	1 504 070,45
Versement restant à effectuer sur les 17000 actions nouvelles (1917)	417 750 »
Terrains	1 184 380,97
Débiteurs divers et avances aux constructeurs	1 919 603,88
Marchandises en magasin	883 352,50
Concessions, usines, bâtiments, matériel, outillage et travaux nouveaux	10 289 143,86
Canalisations	1 529 291,15
Frais de premier établissement	1 »
Frais d'installation, éclairage public, théâtre, etc.	1 »
Travaux du port :	
Machines	1 »
Canalisations aériennes	1 »
Installations des particuliers	1 »
Prime de remboursement d'obligations, séries A et B	165 256,25
	24 008 905,80

Passif.

	fr
Capital actions	13 000 000 »
Capital obligations séries A et B	2 519 700 »
Fonds d'assurances	23 130,45
Obligations à rembourser (tirage 1917)	61 500 »
Coupon 2e semestre 1917 sur obligations	51 504 »
Actions et obligations amorties à rembourser et coupons échus à payer	333 909,59
Créanciers divers	3 456 323,44
Réserve légale	1 075 000 »
Réserve spéciale créée dès 1904	606 131,40
Provision pour contribution sur les bénéfices de guerre	400 000 »
Profits et pertes (reliquats antérieurs)	464 975,73
Profits et pertes (solde 1917)	2 016 731,19
	24 008 905,80

Compagnie centrale d'Énergie électrique.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 17 JUIN 1918.

La perte totale enregistrée pour l'exercice 1917 est considérable, la Société n'ayant pu obtenir la revision de certains contrats devenus onéreux, la nouvelle loi du 21 janvier 1918 lui permettra d'obtenir la résolution de ceux qui lui portent préjudice.

A Rouen où la situation est relativement favorable au point de vue de l'alimentation en combustible, le prix du charbon a augmenté de 70 pour 100.

La Municipalité a donné son approbation à une demande d'élévation des tarifs suivant un barème de prix variant avec les cours du charbon.

Les enquêtes concernant les concessions d'Etat sont terminées et une solution favorable est à prévoir.

Le développement de l'usine de Grand-Quevilly a été poursuivi, le retard des fabrications a ajourné aux premiers mois de cette année la mise en marche de la nouvelle chaufferie. En annexe à cette chaufferie d'importants appareils de manutention ont été installés.

Au cours de l'année, la Compagnie a dû, pour servir les besoins de la Défense nationale, prêter à la Compagnie générale de Distribution d'Énergie électrique un des quatre groupes turbo-alternateurs installés à Grand-Quevilly. Ce groupe servait de réserve.

A Châteauroux, le prix moyen mensuel du charbon a doublé au cours de l'année 1917, et la qualité de ce charbon étant médiocre la consommation a été plus élevée et l'exploitation par suite très onéreuse. Une demande de relèvement de tarifs a été faite à la municipalité.

A Alger et à Oran le ravitaillement des usines est très difficile et le prix du charbon dépasse 300 fr la tonne.

Les recettes totales d'exploitation atteignent 6427619,20 fr et les dépenses 7529962,69 fr.

A l'écart de plus d'un million, il faut ajouter les sommes provenant des charges fixes, il en résulte que le solde débiteur de l'exercice se monte à 3320453,94 fr. Diminué d'un léger bénéfice reporté en 1916, le solde débiteur à reporter est de 3282099,42 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Frais de constitution	1 »
Usines, sous-stations et postes de transformation :	
Terrains et bâtiments	8 131 064 »
Machines et installations fixes	15 849 948,09
Réseau de distribution aérien et souterrain	10 786 682,03
Gros et petit outillage	129 808,95
Compteurs et appareils en location	513 817,45
Installations téléphoniques	1 660,75
Mobilier et divers	492,25
Acquisition du fonds de commerce des exploitations de Rouen, Alger, Oran et de diverses communes avoisinant ces deux dernières villes	9 044 758,95
Cautionnements déposés par la Compagnie	131 064,85
Approvisionnements et marchandises en magasin	1 789 622,60
Caisses et banquiers	2 214 755,02
Débiteurs divers et comptes d'ordre	4 394 248 »
Prime de remboursement et frais d'émission des obligations	1 857 732,20
Solde débiteur de l'exercice 1918	3 320 453,94
Reliquat créditeur de l'exercice 1916	38 354,52
	58 127 755,56

Passif.

	fr
Capital : 40000 actions de 500 fr	20 000 000 »
Obligations :	
5 pour 100	18 613 500 »
6 pour 100	15 000 000 »
Réserve légale	99 506,60
Amortissement par remboursement d'obligations	285 174,50
Banquiers créditeurs	1 225 774,20
Créditeurs divers et comptes d'ordre	2 516 882,57
Coupons à payer et obligations à rembourser	386 917,69
	58 127 755,56

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

La nouvelle loi de finances du 29 juin 1918 et ses innovations fiscales

Notre collaborateur a pensé que les nombreuses innovations de la loi fiscale font de la nouvelle loi de finances du 29 juin 1918 un véritable dédale; beaucoup d'entre elles ne sont pas utiles à connaître, mais d'autres s'imposent absolument à la pratique des affaires commerciales. C'est dans le but de dégager le véritable sens des connaissances indispensables que cet article a été écrit.

La nouvelle loi de finances (1) a jeté dans le monde industriel et celui des affaires une certaine émotion; ce n'est pas que l'augmentation d'un grand nombre de tarifs ait été faite pour surprendre ; nous avons, depuis plusieurs années, pris une trop grande habitude des nouveautés de ce genre. Qui de nous ne se rappelle la première application de l'impôt sur le revenu, si modeste dans ses tarifs, si discret dans ses déclarations globales et à peine contrôlées? Or, aujourd'hui, on lit dans la loi, sans en être autrement étonné, qu'entre 5 000 et 180 000 fr le revenu sera taxable au droit de 1,50 à *seize pour cent.*

Aussi, nous laisserons en dehors de cet article, tout ce qui est relatif à l'impôt complémentaire sur le revenu, tout ce qui ne vise en réalité que les particuliers, comme par exemple la modification contenue dans l'article 11 sur le contrôle des droits de succession en matière immobilière; mais ce que nous étudierons en quelques lignes, c'est tout ce qui influe sur la vie industrielle et commerciale: les droits de mainmorte augmentés, la soumission obligatoire à l'enregistrement de certains actes qu'il importe de spécifier, pour empêcher toute crainte injustifiée, et enfin la modification fiscale à la constitution des sociétés.

I. — AUGMENTATION DES DROITS DE MAINMORTE. — Le premier article relatif aux augmentations est l'article 6 de la loi de finances qui est ainsi conçu : « *à partir du 1er janvier 1918, la taxe annuelle représentative des droits de transmission entre vifs ou par décès établie en vertu de la loi du 20 février 1849 modifiée par les lois du 31 mars 1903, (article 2) du 26 décembre 1908 (article 3) et du 30 juillet 1913 (article 2), sera calculée à raison de 2,60 par franc du principal de la contribution foncière des propriétés bâties et non bâties.* »

La loi aurait pu employer un style plus simple, et dire : « la taxe de mainmorte est augmentée et portée à 2,60 fr. » On sait que l'on désigne sous ce nom l'impôt tout spécial qui est créé, pour compenser le préjudice que cause au Trésor la détention des biens immobiliers par des personnes morales qui, contrairement à ce qui se passe chez les personnes physiques, ne meurent point et ne sont victimes du caprice, ni du goût, ni de la mode ; par conséquent, elles n'aliènent pas leurs immeubles qui, figés en quelque sorte entre leurs mains, ne donnent pas au Trésor le bénéfice des mutations entre vifs ou *mortis causa* que procurent les immeubles détenus par les particuliers; sous tous les régimes, la propriété immobilière confinée dans le patrimoine des personnes morales a été la terreur des gouvernements : en 1849, on s'est aperçu qu'il était préférable de ne pas s'insurger contre ce que l'on ne pouvait pas empêcher et l'on a créé un impôt spécial pour opérer la compensation souhaitée. Pendant de longues années, il est resté à un taux très modique : depuis 1903, il est animé d'une grande vitesse ascensionnelle, puisque de 22 centimes et demi par franc (chiffre du début) il est d'abord arrivé à 114 centimes et demi par franc, pour les immeubles bâtis et 70 centimes par franc pour les immeubles non bâtis. La loi du 30 juillet 1913 avait porté ces taux à 170 centimes et à 105 centimes ; les voici, maintenant, unifiés pour les deux sortes de propriété et égaux à 260 centimes par franc : chaque année, pour se rendre compte de la régularité de l'imposition, il suffira que chaque société lise sur sa feuille le *principal* de son imposition foncière, c'est-à-dire, le chiffre qu'elle doit payer indépendamment des centimes additionnels qui est toujours indiqué sur chaque feuille d'avertissement, et qu'elle le multiplie par 2,60 fr pour trouver la somme afférente à la taxe dite de mainmorte.

II. — ENREGISTREMENT OBLIGATOIRE DES ACTES SYNALLAGMATIQUES. — La modification, introduite par la loi nouvelle *en matière d'enregistrement*, est un peu plus compliquée en ce sens qu'elle suppose connue la législation actuelle qui, précisément, est bien ignorée; nous croyons devoir insister sur ce point pour rassurer les commerçants et les empêcher de croire que la modifica-

(1) *Journal officiel* du 30 juin 1918, p. 5646.

Digitized by Google

tion les atteint plus encore qu'elle ne le fait en réalité.

On sait qu'aujourd'hui les actes synallagmatiques — ou bilatéraux — c'est-à-dire ceux qui contiennent des conventions réciproques (ventes, locations, marchés de toute nature) sont divisés, au point de vue fiscal, en trois catégories :

a) *Les actes commerciaux* qui, non seulement ne sont pas soumis à l'enregistrement, mais jouissent encore de la possibilité de lui être présentés (par exemple pour acquérir date certaine), sans que le receveur puisse demander autre chose que le droit fixe, c'est-à-dire une faible somme de 3,60 fr une fois donnée, pour représenter le salaire du receveur qui fait mention sur ses livres de l'acte présenté : mais ce fonctionnaire ne doit percevoir le droit *proportionnel* que si ledit acte est visé dans un jugement, ou bien encore cité dans un acte notarié ; même dans ces deux hypothèses, les droits déterminés par les tarifs ne sont pas intégralement perçus sur la totalité du chiffre exprimé au marché, mais seulement sur la partie de ce prix faisant l'objet, soit de la condamnation, soit de la reproduction dans l'acte public, en un mot sur le chiffre indiqué dans la mention qui produit un effet juridique. C'est l'article 22 de la loi du 11 juin 1850 qui contient ce principe et, depuis cette date, en langage fiscal, tous les marchés commerciaux sont connus sous le nom de marchés « visés à l'article 22 de la loi du 11 juin 1850 ». Disons tout de suite que, très heureusement, ces marchés *persistent* dans la nouvelle loi de finances, à être soumis à ses *dispositions bienveillantes* ; cela est nécessaire, car si tout marché commercial devait être déclaré au fisc, il en résulterait une augmentation considérable du prix de revient : et comme il s'en effectue quelques milliers par jour, on se demande ce que deviendraient les agents du Trésor, ou quelle armée de fonctionnaires nouveaux il faudrait créer.

b) *Les actes* qui, quels que soient leurs signataires, sont soumis à *un enregistrement dans un délai fixe* à peine d'amendes et de doubles droits : sans parler des actes notariés — qui intéressent peu l'industriel, parce que du moment qu'il confie ses intérêts à un notaire, il s'abandonne à lui et paye ce que celui-ci lui dit de payer — il faut remarquer que cette catégorie comprend *tous les actes administratifs* : il n'est pas un distributeur d'énergie électrique qui ignore que, quand il contracte avec une municipalité pour une fourniture de lumière, il doit régler le montant de l'enregistrement dans le délai de vingt jours à compter de l'approbation préfectorale ; on peut citer encore les *actes sous signatures privées qui contiennent transmission de propriété ou d'usufruit, de biens immeubles, les baux à ferme ou à loyer* (article 2 de la loi de frimaire an VII) *et les actes de vente de fonds de commerce* (article 8 de la loi du 28 février 1872). Tous ces actes embrassent un grand nombre de conventions courantes (acquisition d'usine, création de servitudes de passage, acquisition de droits de riverainetés, location d'immeubles, etc) ; ce sont des actes que les industriels peuvent très bien rédiger seuls sans le secours d'un homme de loi ; mais ils devront les présenter à l'enregistrement dans les délais légaux ; sans cela, ils encourraient les pénalités du fisc qui a toujours le moyen de se rendre compte des mutations intervenues, soit par l'inspection des lieux (comment le fisc ignorerait-il que je ne suis plus possesseur d'une usine qui est exploitée publiquement par un autre), soit par le droit de communication des écritures à laquelle est soumise toute société anonyme ?

Sur ce point, la loi nouvelle n'innove rien : les actes susceptibles d'enregistrement obligatoire sont les mêmes et les pénalités ne souffrent aucune modification.

c) *Tous les autres actes synallagmatiques* n'étaient soumis avant la loi nouvelle *à aucun enregistrement dans un délai voulu* : ils pouvaient en conséquence tomber sous les yeux du receveur qui devait s'incliner devant la loi nouvelle et ne rien percevoir : aussi, les initiés aux mystères des lois fiscales pouvaient-ils quelquefois sourire du soin aussi jaloux qu'inutile, avec lequel quelques personnes dissimulent aux yeux des agents des pièces qui n'auraient pu leur faire encourir aucune espèce d'amende, ni même de droit simple : par exemple, la convention par laquelle deux personnes stipulent des avances d'argent réciproques, le cautionnement d'une dette, etc., constituent des actes dont l'enregistrement n'est obligatoire que s'il doit en être fait usage en justice, conformément à l'article 23 de la loi du 22 frimaire, an VII ainsi conçu : « Il n'y a point de délai de rigueur pour l'enregistrement de tous autres actes que ceux mentionnés par l'article précédent, qui seront faits sous signature privée ou passés en pays étranger ; mais il ne pourra en être fait usage, soit par acte public, soit en justice, ou devant toute autre autorité constituée, sans qu'ils n'aient été préalablement enregistrés.

C'est sur ce point que se place l'innovation la plus rigoureuse de la loi pour les particuliers ; dorénavant les actes synallagmatiques qui échappaient autrefois à toute formalité de présentation y seront soumis dans un délai de trois mois : *doivent être enregistrés dans le délai de trois mois, à compter de leur date, tous les actes sous seing privé constatant des conventions synallagmatiques (autres que ceux visés par l'article 22 de la loi du 11 juin 1859) qui ne sont pas assujettis par les lois existantes à l'enregistrement dans un délai déterminé.* Ainsi, par exemple, si je prenais en location une chose mobilière, je n'avais aucune obligation d'en faire part au fisc, contrairement à ce qui se passe en matière de baux relatifs à des immeubles ; je pouvais même, si mon créancier avait confiance en moi et ne voulait ne constituer qu'une sorte de pièce pour mémoire, ne pas me servir de papier timbré, sauf à payer une forte amende en cas de présentation devant la justice : aujourd'hui, je suis contraint à la présentation de la pièce dans le délai de trois mois, sans cela j'aurais à payer, si le fisc découvre le contrat, soit par le fait de ma succession, soit par une poursuite qui serait exercée contre moi, le droit simple plus un droit supplémentaire à titre de pénalité ; c'est ce que l'on appelle vulgairement le double droit.

Et cette charge pèse sur chacune des parties contractantes, sans que l'on puisse convenir, au moment de la rédaction, que le droit et la pénalité seront à la charge

Digitized by Google

exclusive de l'un des signataires : en cas de contravention, dit l'article 12 (2e alinéa), « chacune des parties sera tenue personnellement et sans recours, nonobstant toute stipulation contraire, d'un droit en sus qui ne pourra pas être inférieur à 50 fr en principal ».

Ne disons donc pas que nous serons couverts contre les fureurs du fisc par le fait que nous aurons inscrit dans l'acte la clause si souvent répétée aujourd'hui : « La présente convention n'est pas faite pour être connue des tiers et en conséquence ne sera pas enregistrée ; la partie qui sera la cause de l'enregistrement supportera seule la conséquence. » Pour se dégager complètement et utilement tant du droit simple que du droit en sus, il ne restera à celui qui aura inscrit cette clause d'exemption contractuelle qu'un moyen : c'est d'user du dernier paragraphe de l'article 12 de la nouvelle loi et de déposer, avant l'expiration du quatrième mois à compter de la date de l'acte, le double qu'il aura entre les mains, *toutefois*, dit le dernier alinéa de l'article précité, *la partie à la charge de laquelle aucune portion des droits ne doit définitivement rester, peut s'affranchir du droit en sus qui lui est personnellement imposé, ainsi que du payement du droit simple, en déposant l'acte avant l'expiration du quatrième mois* ; ce délai supplémentaire d'un mois est donné par la loi pour faciliter en quelque sorte le repentir du délinquant.

Cette nouvelle sujétion indiquée par la loi fiscale sera-t-elle vraiment draconienne pour les commerçants ? Nous ne le pensons pas et, en tout cas, elle le sera beaucoup plus pour les simples particuliers : il ne faut pas perdre de vue que tout industriel est en quelque sorte présumé faire des actes pour les besoins de son commerce ; par conséquent, en vertu de ce qui a été dit plus haut sur l'exemption maintenue en ce qui concerne les actes commerciaux, la grande majorité des actes persistera à ne faire encourir à l'industriel aucune taxation. On sait que, en effet, il existe des actes qui sont commerciaux par leur nature et d'autres qui sont présumés l'être par la seule qualité des personnes qui les accomplissent : les actes commerciaux par leur nature sont ceux qu'énumère l'article 632 du code de commerce : tout achat de denrées et marchandises pour les revendre, ou même simplement pour en louer l'usage, toute entreprise de manufactures de fournitures, toute opération de change, banque et courtage, toutes les obligations entre négociants, marchands et banquiers, et, entre toutes personnes, les lettres de change ; à cette énumération, on peut encore ajouter celle qui est contenue dans l'article 633 et qui vise une série d'opérations particulières surtout au commerce maritime.

Ajoutons à cela que sont commerciaux d'une façon générale tous les actes d'un commerçant relatifs à son commerce, sans distinction entre ceux qui constituent ce commerce à proprement parler et ceux qui, n'ayant pour but que d'en faciliter l'exercice, en sont simplement l'accessoire. Par suite, est commercial : l'achat ou le louage que fait un commerçant de choses mobilières, pour les besoins de son commerce (1), par exemple d'une voiture ou d'un camion automobile pour le transport de ses marchandises ou de ses employés ; le contrat par lequel il fait faire des réparations à ses locaux industriels ; celui par lequel il engage à son service les commis et ouvriers nécessaires à son exploitation ; l'emprunt qu'il fait de fonds destinés à faire face à ses obligations commerciales ; l'assurance à prime qu'il contracte pour ses risques commerciaux, l'incendie de ses marchandises, etc., le nantissement qu'il consent pour sûreté d'une obligation concernant son commerce ; le mandat qu'il donne pour une affaire rentrant également dans ce commerce, alors même qu'il s'agit d'un mandat ad litem.

Il ne faut point, d'ailleurs, se dissimuler combien il s'en est fallu de peu que cette prérogative des actes commerciaux fût supprimée ; la Chambre des députés n'avait point hésité à abroger l'article 22 de la loi du 11 juin 1859 : on doit son maintien dans la loi nouvelle à la résistance tenace et formelle de la commission du Sénat (voir sur ce point l'énergique rapport de M. Milliès-Lacroix annexe n° 226, documents parlementaires) ; il fait observer combien serait dommageable commercialement la conséquence de cette abrogation : car, dans toute industrie, il faut tenir compte des mouvements de hausse et de baisse qui se produisent fréquemment sur tous les articles importants, et qui proviennent de causes multiples et mondiales auxquelles nul ne peut échapper. Au cours de ces alternatives, les marchandises sont susceptibles de changer plusieurs fois de mains avant de passer définitivement à la consommation. L'enregistrement des contrats, en entraînant tout d'abord un impôt considérable de 2,50 pour 100 appliqué à chaque nouvelle opération, en portant un préjudice direct au secret des affaires, constituerait, en plus, un obstacle insurmontable pour la mobilité des transactions et entraînerait l'abandon sur nos marchés des sages et prudentes méthodes des contrats synallagmatiques « précieuse sauvegarde dont il convient au contraire de préconiser l'application » C'est pour ces motifs absolument sages que le Sénat a fait le sacrifice d'une partie des recettes que le Trésor pouvait espérer de l'application de la loi. En tenant compte de la date de cette application (à partir du 1er juillet 1918) et du délai de trois mois donné pour l'enregistrement, le nouvel article ne peut faire obtenir au Trésor des recettes que

(1) Au contraire, bien entendu, toutes les opérations soit d'acquisition, soit de location, *ayant des immeubles pour objet*, bien que ces immeubles soient affectés à l'exercice d'un commerce, sont essentiellement civiles ; ainsi n'est pas commercial l'achat ou le louage par un commerçant d'un immeuble destiné à l'exploitation de son fonds. Il ne pourrait y avoir de doute que si l'achat ou le bail, comprenant, outre les bâtiments destinés à une exploitation commerciale, le matériel de cette exploitation, s'il apparaît que les bâtiments n'ont été considérés que comme un accessoire de l'établissement acheté ou loué. (On peut consulter avec fruit sur l'énumération des actes commerciaux, par eux-mêmes, ou par présomption en raison de la qualité de celui qui les effectue et sur la théorie de l'accessoire et du principal, le dictionnaire Dalloz, verbo Acte de commerce, p. 16 et 17.)

Digitized by Google

dans le quatrième trimestre de l'année 1918. L'administration escomptait les recettes *annuelles*, avec le texte de la Chambre, à 15 millions par an : la restriction indiquée par le Sénat diminuera ce chiffre de 5 millions seulement pour l'avenir, et pour le budget de 1918 de 1 250 000 fr.

Nous ne terminerons point l'examen de cette question, sans indiquer encore deux innovations de la loi qui rejaillissent, non seulement sur les actes qui, en vertu du nouveau texte, devront aujourd'hui être présentées à l'enregistrement, alors qu'autrefois ils étaient exempts de cette formalité, mais encore sur les actes présentés conformément aux lois anciennes.

Sous l'empire de la législation antérieure, les actes sous signatures privées, constatant la cession des fonds de commerce étaient *les seuls* que les parties étaient tenues de présenter à un bureau *déterminé* (loi du 15 juillet 1914, art. 27); tous les autres, même les actes de vente d'immeubles, pouvaient être présentés à la formalité dans tout bureau d'enregistrement.

Aujourd'hui, les parties contractantes ne seront plus libres de leur choix : il est écrit dans l'article 13 que les actes portant transmission de propriété, d'usufruit, ou de jouissance de biens immeubles (par conséquent, ventes et locations) devront être présentés au *bureau du domicile de l'une des parties contractantes*.

La deuxième innovation procurera au Trésor un supplément de recettes, aux parties contractantes un supplément de peine, et aux agents de fisc une diminution de travail. L'article 14 prescrit aux signataires de l'acte sous signatures privées qui, déjà par l'article 1 325 du Code civil doit être rédigé en autant d'originaux qu'il y a de parties contractantes ayant un intérêt distinct, d'en faire un exemplaire sur papier timbré *spécialement rédigé pour être remis à l'agent percepteur*. Le législateur ne dissimule en aucune façon que cette remise aura deux résultats : 1° diminuer la peine des agents qui, aujourd'hui, doivent analyser eux-mêmes et à la hâte sur leur registre, les principales dispositions de l'acte qui leur est présenté; 2° permettre au contrôle des inspections plus faciles puisque les inspecteurs ayant sous les yeux le texte même du contrat, n'auront aucune peine ni aucune précipitation dans la vérification des sommes perçues par le receveur. Le projet de la Chambre des députés, avait admis d'abord que le double déposé serait écrit sur papier libre; mais le Sénat n'a point consenti à admettre que le Trésor négligeât un pareil élément de recette (évalué à 2 500 000 fr pour une année) et a ordonné l'emploi du papier timbré pour le troisième original. La Chambre avait voulu, en second lieu, que les parties puissent trouver une certaine utilité pratique dans ce dépôt, en donnant à ce double la même force probante que ceux qui resteraient entre les mains des parties, et en permettant au receveur d'en donner copie ou extrait. Le Sénat a estimé qu'il y aurait imprudence à donner le pouvoir d'authentification à de simples receveurs, et a rayé toutes les dispositions de la Chambre à ce sujet : il en résulte que la formalité du troisième exemplaire est purement fiscale, et qu'il n'est rien innové à l'article 58 de la loi du 22 frimaire, an VII. « Les receveurs de l'enregistrement ne pourront délivrer d'extraits de leurs registres que sur une ordonnance du juge de paix, lorsque ces extraits ne seront pas demandés par quelqu'une des parties contractantes ou leurs ayants cause, et 50 centimes par extrait outre le papier timbré; ils ne pourront rien exiger au delà. »

III. — Relèvement de certains droits et notamment des droits de constitution de Société. — Certains droits ont été relevés d'une façon très énergique par l'article 15 de la loi dans les termes un peu rébarbatifs que voici, et qui, à ce titre, méritent une explication : « Le droit de 0,20 fr par 100 fr édicté par l'article 19 de la loi du 28 avril 1893 et par l'article 5 de la loi du 28 avril 1905 pour les actes désignés dans l'article premier de la loi du 28 février 1872 est porté à 1 pour 100, sans addition de décimes, sauf en ce qui concerne les partages et les consentements à mainlevée d'hypothèques à un droit de 0,50 pour 100 sans addition de décimes. »

Pour bien comprendre cette disposition et la cantonner exactement dans la sphère d'où elle ne doit pas sortir, il faut savoir qu'au lendemain de nos malheurs de 1870, la loi du 28 février 1872 avait visé certains actes pour les soumettre à un droit gradué, c'est-à-dire à des tarifs variables d'après les sommes portées à ces actes; c'était déjà une aggravation à la loi du 23 frimaire an VII (art. 8, paragraphe 3) qui les avait taxés seulement à un droit fixe de 3 fr. La loi du 28 avril 1893, renchérissant sur la loi du 1er février 1872, avait soumis certains de ces actes à un droit proportionnel de 0,20 fr pour 100 et la loi du 22 avril 1905 procéda de même à l'égard de certains autres, si bien qu'il ne reste plus de la loi du 28 février 1872 que l'énumération des actes visés, l'ancien tarif étant complètement, depuis 1905, remplacé par le tarif proportionnel de 0,20 fr.

Tel est le motif pour lequel l'article 15 de la nouvelle loi se réfère d'abord à celle du 28 février 1872, pour y trouver la liste des actes qu'elle entend frapper d'un nouveau droit et ensuite aux lois subséquentes pour en majorer un tarif et le transformer de 0,20 fr pour 100 à 1 pour 100.

Parmi les actes ainsi frappés, nous ne prendrons que les principaux, susceptibles d'intéresser l'industrie, savoir *les actes de formation* et de prorogation de société, *les prorogations de délai*, *les adjudications ou marchés de constructions*, approvisionnements et fournitures dont le prix doit être payé directement par le Trésor public. Les modifications à la législation des contrats de mariage, des partages ou des actes de ventes de marchandises avariées nous importent en effet fort peu; même pour les deux derniers actes que nous venons de citer « prorogation de délai et adjudications ou marchés dont le prix est payé par le Trésor », nous n'avons pas grand'chose à constater, si ce n'est que le tarif avait été autrefois établi à un taux assez faible, parce que les personnes qui sollicitent une prorogation ne révèlent point en cela une situation bien brillante, et que, d'autre part, les

Digitized by Google

personnes qui contractent avec l'État pour exécuter des travaux que celui-ci payera, doivent être encouragées par la perception de faibles droits. Mais le malheur des temps et les besoins du Trésor ont forcé le législateur à se désintéresser des questions de sentiment; nous nous trouvons donc simplement en présence d'un banal relèvement de tarif, au sujet duquel nous n'avons rien de particulier à dire.

Il en est de même, en ce qui concerne la modification du tarif relatif aux actes de formation ou de prorogation de société; mais néanmoins, nous tenons à souligner certains points que l'on ne saurait jamais connaître trop à fond.

1° Il est bien évident que le tarif de 0,20 fr pour 100 est purement et simplement porté à 1 fr pour 100 du capital constitué : mais ce tarif n'est applicable que si l'apport est rémunéré par une attribution de droits sociaux par exemple, par un certain nombre d'actions (1); si, au contraire, un apporteur transmet un immeuble à l'être moral qui se constitue, et se fait payer un prix en argent, ou met à la charge de la société naissante le paiement d'une dette dont cet immeuble serait grevé, le droit proportionnel est dû comme en matière de vente immobilière, il n'est donc rien innové à la loi ancienne et il n'y a qu'une majoration de tarifs à constater.

2° Il n'est apporté aucune modification : à la similitude qui existe au point de vue fiscal entre la création et la prorogation; dans cette second hypothèse, le nouveau droit de 1 pour 100 sera dû comme l'ancien non sur le montant des apports originaires mais sur la *valeur nette du montant fonds social* au jour de la prorogation.

3° L'acte qui constitue la transformation d'une société en commandite par actions en une société anonyme ne donne ouverture qu'au droit fixe de 3 fr, dès lors qu'il n'opère aucune modification dans la nature, l'objet ou la durée de l'entreprise; mais si, à raison des modifications apportées dans les éléments constitutifs de la société, l'acte de transformation opère la création d'une société nouvelle, ce sera le droit de 1 fr qui sera dû.

4° La nouvelle loi ne prévoit aucune différence de tarifs entre la création d'une société pour une durée faible et celle qui est faite pour une longue durée. Les différents projets présentés à la Chambre et au Sénat étaient très différents sur ce point ; le projet de la Chambre avait établi une distinction entre les sociétés qui se prorogeaient pour une durée courte et celles qui se prorogeaient pour plus longtemps; la ligne de démarcation était fixée à trente ans ; au-dessous, le tarif était de 0, 50 fr pour 100; au-dessus, il était de 1 pour 100; de plus ce projet s'expliquait très nettement sur le cas de fusion de deux sociétés et stipulait que le droit ne serait perçu que sur les valeurs nouvelles pour le cas où il en serait apporté.

Le Sénat se refusa à suivre la Chambre sur la question de la différence des tarifs d'après la durée de la société : la Commission des finances ne voulut pas admettre cette anomalie de deux sociétés, l'une constituée pour cinq ans et et prorogée pour 25 autres années payant 1 fr pour 100, et l'autre constituée d'emblée pour 30 ans et ne payant que 0,50 pour 100, elle avait admis une différence reposant sur la nature des sociétés : le tarif était de 0,50 fr pour les sociétés de personnes (qui sont généralement des groupements modestes dans leurs entreprises, leurs résultats, le nombre de leurs membres) et de 1 fr pour les sociétés par actions. Mais cet engagement donné aux sociétés de personnes a disparu dans la suite et la loi, comme on l'a vu dans l'article précité, ne contient qu'un tarif applicable aux sociétés de toute nature et sans distinction de durée.

La loi est également muette sur la question de la fusion, conformément à l'avis du rapporteur au Sénat qui a fait la réflexion suivante : de deux choses, l'une : ou la fusion est faite parce qu'une société absorbe l'autre, et dans ce cas il est évident que le droit de 1 fr ne sera jamais dû que sur le capital apporté par celle qui se réunit à la première : il est donc inutile d'en parler; ou bien les deux sociétés se réunissent pour constituer un nouvel être moral, et, dans ce cas, pour mettre en harmonie le droit fiscal et le droit civil, il faut considérer comme frappé par le droit d'apport le capital de l'une et de l'autre qui se fondent en un troisième être moral.

IV. — Modifications du prix du papier timbré. — Quand on achète une feuille de papier timbré pour écrire un acte, on ne pense pas généralement que le prix en est fixé suivant la dimension, d'après ce qui se passe pour les effets de commerce dont le prix varie d'après la somme que l'on doit inscrire; on payait jusqu'aujourd'hui la somme de 0,60 fr pour la feuille du prix le moins élevé, ensuite celle de 1,20 fr pour une feuille semblable, mais double; et quand on voyait les notaires donner une expédition sur une feuille beaucoup plus longue on s'imaginait volontiers qu'ils employaient une feuille spécialement créée pour eux et valant 1,80 fr. Aujourd'hui la loi nouvelle nous rappelle la vérité : le prix du timbre varie d'après la dimension du papier; elle en majore seulement le montant; l'article 19 donne comme prix à la feuille la plus employée (l'ancienne feuille de 0,60 fr) le chiffre de 1 fr; cette feuille double (ancienne feuille de 1,20 fr) coûtera 2 fr; l'ancienne feuille de 1,80 fr sera vendue 3 fr. En somme la majoration pour chaque article est des deux tiers de l'ancien prix. Cette majoration entre en vigueur le 1er août 1918.

(1) Et encore dans cette hypothèse, lorsqu'il y a apport d'un immeuble contre attribution d'actions, il faut tenir compte de la loi du 11 juillet 1911 qui rend exigible au moment de la présentation à l'enregistrement le droit de prescription soit le payement de 1,50 pour 100 plus les décimes. Cette loi dispose en effet que, lorsqu'un acte de société constatant un apport immobilier ne donnera pas ouverture, à raison de cet apport, au droit de mutation entre vifs à titre onéreux, le droit d'enregistrement exigible sur la valeur en capital de cet apport, en vertu de l'article 19 de la loi du 28 avril 1893 sera augmenté de 1,50 pour 100 et dicté par l'article 25 de la loi du 21 ventôse, an VII et de deux décimes 1/2 de ce droit; la formalité de transcription aux bureaux des hypothèques ne donnera lieu à aucun droit proportionnel autre que la taxe établie par la loi du 27 juillet 1900.

Digitized by Google

Le Sénat a résolument écarté un projet de la Chambre des députés qui devait, non seulement augmenter le prix du papier timbré d'après sa dimension, mais encore faire dépendre le coût du papier timbré, employé dans la réaction des actes, de la valeur des chiffres que comporterait cet acte lui-même. Comme tous les actes importants, d'après ce que nous avons exposé plus haut, seraient soumis à l'enregistrement obligatoire — au tarif presque toujours proportionnel — il serait arrivé que le même acte aurait ainsi payé deux droits, l'un pour le corps de l'acte, l'autre pour le papier destiné à le recevoir, mais l'administration a très bien fait observer qu'il y aurait entre elle et les contractants de perpétuelles discussions, au sujet du véritable prix qui serait énoncé dans l'acte; par exemple il s'agirait d'une mainlevée d'inscription hypothécaire prise en garantie d'une obligation de 10 000 fr en tant qu'elle grevait un immeuble vendu 5 000 fr; quelle est la valeur exprimée? Est-ce le montant de l'obligation ou est-ce le prix de l'immeuble? Si l'on prend un bail immobilier fait pour trois, six, neuf ans, quelle est la valeur exprimée? La valeur annuelle multipliée par 9 ou par 3? Faudrait-il se conformer au système allemand du 2 août 1913 qui contient non seulement 124 articles très détaillés, mais encore de longs tableaux annexes qui fixent pour chaque acte le taux du droit applicable. C'est le type de la complication.

V. — Dernière observation. — Modification de la loi sur les quittances en ce qui concerne les paiements faits par les communes ou les établissements publics et par l'Etat.

On sait les récriminations violentes qu'a suggérées la nouvelle taxe sur les quittances qui sont données par les communes et les établissements publics, d'une part, et par l'Etat, d'autre part. Ces récriminations sont de deux sortes et absolument différentes. Les communes ont protesté en disant que quand elles sont débitrices et qu'elles paient elles sont assimilées aux particuliers, et, comme eux, sont tenues de fournir le timbre de quittance : car la loi du 31 décembre 1917 n'a maintenu l'ancien timbre, dit timbre administratif, que pour les quittances données par les caisses publiques pour l'argent qu'elles reçoivent. Les hospices (établissements publics) se sont trouvés très fortement obérés de ce chef, surtout pendant notre douloureuse époque qui les oblige à des achats constants. Mais bien plus, la généralité des termes de l'article 23 de la loi du 31 décembre 1917 soumet les caisses publiques, comme les particuliers, en cas de paiement de tout achat au détail ou à la consommation pour les objets qui sont supérieurs à 150 fr, à la taxe de 0,20 fr par 100 fr, même lorsque quittance n'est pas donnée. Aussi un député, vingt jours après la mise en application de la loi, profitait-il de la loi de finances pour déposer un amendement tendant à dégrever les caisses publiques (communes, départements, hospices) de toute taxe nouvelle de quittance (art. 19) et toute taxe en cas d'achat au détail ou à la consommation (art. 23).

En ce qui concerne les quittances données par l'État, les protestations étaient non moins vives, mais n'étaient émises ni par les mêmes personnes, ni pour les mêmes motifs. L'État peut, en effet, donner toutes les quittances possibles sans être obéré, puisque la loi du 13 brumaire, an VII, article 29, déclare que le timbre des quittances que les particuliers donneront à l'État débiteur sera payé par le créancier. Aussi les plaintes ont été particulièrement vives de la part des fonctionnaires, de ceux qui notamment perçoivent stoïquement les taxes chez les autres, mais qui ont trouvé très mauvais de voir remplacer par un timbre proportionnel le mode de timbre gradué qu'ils avaient pris l'habitude de payer.

L'État n'était vraiment frappé que par la taxe proportionnelle de 0,20 fr pour les objets acquis au détail ou pour la consommation.

Le Sénat a modifié la loi pour le tout, c'est-à-dire pour tout ce qui regarde les caisses des communes, des départements et des établissements publics et aussi celles de l'État. Les quittances ne seront munies que de l'ancien timbre de 0,10 fr quand ces caisses débitrices paieront leur créancier, et la taxe de 0,20 fr des achats au détail ne pèsera plus sur elles.

Mais il n'est rien innové en ce qui concerne la taxe de 10 pour 100 sur les objets de luxe à laquelle restent soumises les caisses publiques aussi bien que les particuliers.

Nous croyons avoir ainsi donné un aperçu suffisamment complet des modifications apportées à notre régime actuel par la nouvelle loi de finances. Sans doute, pour être complet, notre article devrait encore examiner : l'augmentation de la taxe annuelle d'abonnement qui doit être payée par toute compagnie d'assurances, sur les primes qu'elle encaisse (art. 16 et 17). Mais cela est moins intéressant, puisqu'un paragraphe du premier de ces articles dispose que les contrats enregistrés avant le 1er juillet 1918 ne sont pas soumis à la modification. Il nous resterait encore à parler de l'augmentation de l'impôt que l'État percevra sur les billets de chemin de fer. On sait que l'État a perçu une taxe de 12 pour 100 des tarifs nets appliqués par les compagnies exploitantes et aujourd'hui cette taxe est de 25 pour 100, et sur les places de luxe de 50 pour 100; car il paraît que c'est un « grand luxe » de prendre une couchette quand on doit voyager toute une nuit, alors même que cette location n'aurait d'autre but — comme cela est constant chez ceux qui s'occupent d'affaires — que de permettre d'avoir l'esprit dispos pour travailler le lendemain...

Paul Bougault,
Avocat à la Cour d'appel de Lyon.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF : Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. TOME IV. — N° 6. 10 AOUT 1918.

Chronique. — Nécrologie : Raymond Sée. — L'électroculture. — Bibliographie : Wireless Telegraphy and Telephony (Télégraphie et Téléphonie sans fil), par W.-H. ECCLES. — Académie des Sciences, p. 169-170.

Section scientifique et technique. — La détermination des étalons à bouts, par Ch.-Ed. GUILLAUME, p. 171. — Influence du déphasage sur la puissance transmise par les feeders ou fournie par les alternateurs, par A. LÉAUTÉ, p. 179. — Revues, analyses et informations : Comité électrotechnique français, p. 185; Etude théorique et expérimentale sur les aubages de turbines, p. 186; Sur une unité radiothérapique de quantité, p. 186.

Section industrielle. — Quelques particularités du fonctionnement de deux moteurs asynchrones couplés en cascade, par M. LAPINÉ, p. 187. — Barres câblées et barres subdivisées dans les machines à courants alternatifs, par Edouard ROTH, p. 192. — Revues, analyses et informations : Signaux électriques et commande électrique sur les chemins de fer, p. 198; Sur les propriétés lubrifiantes et autres des couches d'huile très minces, p. 200.

Section économique et financière. — Congrès du Génie civil *(suite)*, p. 201. — Assemblées générales : Compagnie du Chemin de fer métropolitain de Paris, p. 203.

Nécrologie : Raymond Sée. — C'est avec une douloureuse surprise que l'industrie électrique a appris la disparition subite de M. Raymond Sée, qui venait de reprendre du service comme commandant d'artillerie, et qui est décédé le 28 juillet, des suites d'une maladie qu'il a contractée en visitant un hôpital et qui l'a enlevé en trois jours.

M. Raymond Sée sortait de l'École polytechnique et appartenait à la promotion de 1895. Après une année de service militaire comme sous-lieutenant, il était entré à la Compagnie de l'Ouest-Lumière et avait accompli plusieurs missions à l'étranger, dont une au États-Unis et une en Allemagne. Il avait eu occasion de faire valoir ainsi à la fois ses brillantes qualités de courtoisie et de tact et la variété de ses aptitudes et de ses connaissances.

Il poursuivit sa carrière à l'Ouest-Lumière, dont il devint directeur, et qu'il ne quitta qu'au moment de sa mobilisation.

M. Raymond Sée faisait partie du Comité de l'Union des Syndicats de l'Electricité et avait été appelé, par la confiance de ses collègues, à la présidence de la deuxième Commission, chargée des études législatives et juridiques et l'une de celles à laquelle revient, d'une façon permanente, le plus de travail.

M. Raymond Sée, qui joignait à ses connaissances techniques des connaissances juridiques étendues, puisqu'il était docteur en droit, avait donné, au cours de sa présidence, toute la mesure du concours qu'on pouvait attendre de lui, et la Commission a rendu sous sa direction les services les plus appréciés.

Il laisse d'unanimes regrets parmi ses collègues, qui avaient toujours apprécié en lui, en même temps que les qualités d'un véritable homme du monde, les dons les plus divers et qui perdent en lui un véritable ami et un précieux collaborateur.

L'électroculture. — La question de l'électroculture a été l'objet de nombreuses études et recherches, mais son développement dépend beaucoup des conditions dans lesquelles se trouvent les distributions d'énergie auxquelles on a forcément recours pour en assurer le fonctionnement. On en arrive même à se demander actuellement s'il n'est pas préférable d'accroître la production des denrées par une extension des zones cultivées plutôt que par le développement des méthodes de culture intensive au nombre desquelles se trouve l'électroculture. Cependant, il est certain que cette nouvelle application de l'électricité prendra de l'extension, le jour où les distributions d'énergie se répandront davantage dans les fermes et les zones de grande culture. Les problèmes qui se posent dans l'électroculture sont assez attrayants au point de vue scientifique, mais une étude sommaire de la question montre qu'il se pose dès le début un certain nombre de problèmes assez difficiles à résoudre par suite du peu de données que l'on possède sur le sujet. En premier lieu on peut se demander :

1° Si la production des légumes et autres denrées est réellement augmentée par l'électroculture.

2° Si le procédé est suffisamment économique pour être appliqué en grand. De nombreux essais ont été

Digitized by Google

faits en employant des décharges à haute tension et l'on peut répondre assez nettement d'une façon affirmative à la première question, quant à la deuxième, elle mérite une attention spéciale car il est très difficile de faire sur ce sujet un prix exact de revient. Deux méthodes différentes ont été employées : la première, procédé Lemström, utilise une installation formée d'un réseau de fils électrisés maintenus à une faible distance des plantes soumises à l'effluve (50 cm); il a l'inconvénient d'obliger à relever le réseau de temps en temps à mesure que les plantes grandissent pour maintenir la distance sensiblement constante. Pour ces essais, on a utilisé une machine électrostatique, donnant quelques millions de volts. Le deuxième procédé de l'Agricultural Electric Discharge Co consiste à mettre le réseau à une assez grande distance du sol (5 m) de façon à ne pas être gêné par la croissance des plantes, et à l'alimenter par une forte bobine d'induction dont on redresse le courant à haute tension (maximum 50 000 à 70 000 v) au moyen de soupapes à vide.

Dans toutes ces décharges, le diamètre du fil, sa hauteur au-dessus du sol, ainsi que la tension auquel on le soumet, sont autant de variables qui interviennent dans les résultats obtenus et, à ce point de vue, il n'est pas sans intérêt de consulter une étude faite sur ce sujet par M. Ingvar Jorgensen et que vient de publier notre excellent confrère « Electrician » (1). Il résulte de ce travail qu'un premier pas a été fait en vue d'élucider certains points importants et qu'il reste maintenant à créer un appareillage industriel basé sur ces recherches et susceptible d'être utilisé dans une application en grand. C'est sur ce point que nous avons voulu appeler l'attention de nos lecteurs que la question ne peut manquer d'intéresser, étant donné le développement qu'elle peut prendre un jour. A. S.

Bibliographie : Wireless Telegraphy and Telephony (Télégraphie et Téléphonie sans fil), par W.-H. Eccles, secrétaire honoraire de Physical Society of London et de British Association Committee for Radiotelegraphic investigations (2). — Ce livre n'est pas un traité théorique de la question : c'est plutôt un manuel destiné aux ingénieurs spécialistes. Les principes ne sont rappelés que pour mémoire et très brièvement; l'auteur y a ajouté de courts aperçus sur l'état actuel du sujet. Les cinquante premières pages contiennent diverses tables dont voici les principales : conversion des unités; temps des divers pays rapportés au temps moyen de Greenwich ; longueurs d'onde des signaux horaires des principales stations du monde : tables arithmétiques et trigonométriques, de e^{-x}, unités électriques, constantes électriques des conducteurs et des isolants ; ces dernières, en particulier, sont très copieuses. Suivent 63 pages de formules : capacités, self-induction, résistances des conducteurs pour courants alternatifs ou oscillants, oscillations électriques, formules des circuits possédant capacité, inductance et résistance, oscillations forcées, circuits couplés, transformateurs à résonance, ondes se propageant sur les conducteurs, etc.

Vient ensuite une partie intitulée : Antennes et Terres; citons quelques titres de subdivisions : antennes dirigées, capacité d'une antenne, capacité et induction équivalentes, énergie émise, hauteur effective, résistance, remarques générales sur les antennes, mâts et tours, isolateurs employés, etc.

Nous passons à la propagation des ondes (expériences, influence du temps, de l'heure, de la saison, constitution de l'atmosphère, propagation par-dessus les montagnes, formules pratiques pour le calcul, signaux parasites, leur élimination); tout ceci comporte 70 pages. L'auteur étudie ensuite la génération des oscillations à haute fréquence : 1° par charge ou mieux décharge d'un condensateur dans une bobine; 2° par arc; 3° par alternateur à haute fréquence; 4° par alternateur et transformateur de fréquence; 5° divers. Tous ces moyens sont abondamment illustrés; on y trouve des détails de construction et de montage, etc.

La partie suivante traite de la détection et se subdivise en détecteurs à contact, détecteurs magnétiques, électrolytiques, thermo-ioniques, tube ionique à trois électrodes, détection par battements, relais téléphoniques et amplificateurs.

Viennent des notions sur les circuits à haute fréquence d'émission et de réception ; on y donne des indications sur la construction des bobines d'induction et des condensateurs.

Enfin, l'auteur décrit en détail les différents systèmes de télégraphie sans fil ainsi que les principales stations du monde. (Six pages sont consacrées au poste de la Tour Eiffel.) Quarante pages sont spécialement affectées à la téléphonie sans fil ; après avoir indiqué la théorie de certaines méthodes, l'auteur en fait la description ; signalons, en particulier, la description de l'appareillage de la General Electric Co, de la méthode de De Forest, d'un transmetteur de $\frac{1}{4}$ kw pour aéroplane, de l'appareillage de la Western Electric Co. Suivent quelques pages donnant des détails spéciaux faisant l'objet de brevets récents ; cinq pages traitent des microphones. L'ouvrage se termine par trois pages consacrées à la communication par ondes se propageant sur les conducteurs.

On trouve, en fin du volume, un dictionnaire des termes employés en télégraphie sans fil.

Avec ses 435 figures, courbes, schémas de connexions et ses nombreux tableaux de résultats, on peut dire que cet ouvrage est un véritable manuel pratique et immédiatement utile pour la résolution des questions que le spécialiste de la télégraphie sans fil a à envisager. — P. V.

Académie des Sciences. — Parmi les communications faites ces temps derniers à la savante assemblée nous signalerons à nos lecteurs : Séance du 8 juillet 1918 : « Calcul de la propagation des courants alternatifs sur les longues lignes, par la séparation des puissances réelle et réactive », par P. Boucherot et « Sur une propriété du ferromagnétisme », par Pierre Weiss. — Séance du 16 juillet : « Avantages résultant de l'emploi d'un étranglement à l'entrée des réservoirs ou pare-chocs destinés à atténuer les coups de bélier », par le comte de Sparre. — Séance du 22 juillet 1918 : « Sur un cas particulier de répartition du courant entre bobines de transformateur couplées en parallèles », par Paul Girault.

(1) *Electrician* du 14 juin 1918, p. 122.

(2) Un vol. 14 × 22 cm, 514 pages, 2e édition. Benn brothers, Ltd, éditeur, 8, Bouverie Str. Londres, E. C. — Prix : 22 shillings.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

La détermination des étalons à bouts

Cet article fait suite à celui intitulé « Les calibres industriels » publié dans le précédent numéro. L'auteur y montre que les mesures « par contact » indispensables pour la vérification des câbles industriels peuvent donner une précision du même ordre que les mesures « par visée », malgré la défaveur dont elles étaient l'objet. Il indique les machines utilisées pour cette vérification et conclut par le vœu qu'un accord complet soit établi sur les principes de construction des étalons industriels.

I. **Mesures par visée et mesures par contact.** — Pour tous les anciens métrologistes, l'étalon à bouts était nécessairement lié aux mesures par contact direct, alors que l'étalon à traits devait être associé au microscope à micromètre oculaire. Puis, le succès grandissant des mesures effectuées au moyen de cette dernière combinaison fit envisager la première comme surannée et bonne seulement pour la recherche de résultats de moyenne précision. C'est ainsi que, lorsqu'on voulut établir, en partant du Mètre des Archives, la valeur de l'étalon international provisoire, on pensa ne pouvoir mieux faire que de ramener, en quelque sorte, le premier à un étalon à traits, en déterminant, au moyen du microscope, la position de ses faces terminales, par le milieu de l'espace compris entre un objet (pointe fine) et son image formée dans la face considérée. Il y avait, au surplus, à employer cette méthode un intérêt que déterminait la constitution même du Mètre des Archives fait en platine pur de peu de dureté et sur les extrémités duquel les anciens contacts ont laissé de très faibles traces.

Lorsque, quinze ans après les mesures dont il vient d'être question, nous fûmes chargés, M. Benoît et moi, de déterminer quelques étalons à bouts commandés par les États signataires de la Convention du Mètre, il ne nous vint pas à l'idée d'employer un autre procédé. Toutefois, M. Benoît apporta à la méthode un perfectionnement qui devait l'amener au plus haut degré de précision dont elle était susceptible (1). La pointe réfléchie dans les faces terminales fut remplacée par un fil d'araignée horizontal CD (fig. 1) tendu par-dessus deux fils verticaux AB en contact avec la règle, et qui, ainsi, maintenaient le fil-repère à une distance des faces égale à une épaisseur de fil d'araignée. On voyait alors, au microscope, la droite irréprochable constituée par le fil horizontal, et, à très petite distance, une autre droite non moins parfaite, qui était l'image de la première. Les étalons avaient été exécutés avec une grande perfection par Gustave Tresca que la mort a frappé tout récemment.

(1) J.-René Benoit et Ch.-Éd. Guillaume. Mètres à bouts; *Travaux et Mémoires du Bureau international*, t. XII.

Toutes les conditions d'exactitude avaient été réunies en vue de ces mesures; et pourtant elles furent, en elles-mêmes, médiocrement satisfaisantes, en ce sens que, dans des opérations successives, les résultats présentaient entre eux des écarts de quelques microns, tout à fait insolites en métrologie. Pourtant, les moyennes montrèrent une concordance assez bonne pour que nous pussions, après un labeur considérable il est vrai, envisager les résultats comme présentant une incertitude nettement inférieure au micron.

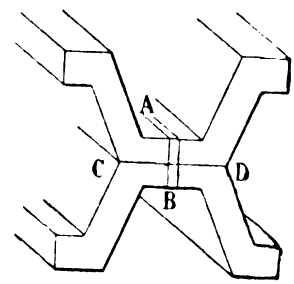


Fig. 1. — Dispositif pour la détermination des étalons à bouts.

Mais alors, le Comité international des Poids et Mesures décida de nous engager à recommencer notre travail en y employant les palpeurs. Dans notre opinion, c'était là un recul; pourtant nous nous appliquâmes à faire de notre mieux. Les mètres à bouts devaient être comparés à un mètre à traits; les palpeurs ne devaient donc pas augmenter sensiblement leur longueur. Nous nous servîmes des pièces représentées figures 2 et 3 qui comportaient des contacts garnis d'agate D montés sur des axes à ressort et solidaires d'antennes E qui, s'emboîtant (pièce intérieure et pièce extérieure), mettaient en face deux à deux les traits de repère; la symétrie des paires de traits par rapport à l'axe de chacune des pièces éliminait les petites variations de leur orientation. (Les traits F servaient seulement à guider le réglage.) Les expériences comportaient deux demi-opérations; l'une consistait à mettre en contact direct les deux pièces

Digitized by Google

dans l'autre, la mesure était effectuée avec interposition de la règle à bouts. La différence était la valeur de cette dernière.

Les mesures, assez longues et pénibles, donnèrent pourtant une concordance moyenne un peu meilleure que les premières; mais le résultat nous surprit; entre les deux groupes, l'écart moyen était voisin de 4 μ.

Il fallut instituer des vérifications; à notre grande surprise, elles confirmèrent les résultats obtenus par contact et révélèrent, dans la méthode optique, des erreurs systématiques. Ce n'est pas le lieu d'en exposer le détail; il suffira de dire que, le champ de l'objectif étant coupé en deux parties par le plan terminal de la règle, les images sont formées seulement par la moitié découverte; une insuffisance dans la mise au point produit donc un déplacement du centre de gravité de l'image, ainsi que Fizeau l'avait déjà indiqué. Or, Cornu avait décrit un procédé de mise au point consistant à découvrir successivement les parties centrales et marginales de l'objectif; l'immobilité de l'image est l'indice de la bonne mise au point, *si l'objectif est dépourvu d'aberrations*; mais nos objectifs étaient aberrants, d'où l'erreur de nos mesures.

Ce sont les expériences dont je viens de donner une brève esquisse qui contribuèrent à rendre, au procédé de mesure par contact, la faveur qui lui avait été retirée. A ce moment précis, les expériences de la Section technique de l'Artillerie conduisirent à des conclusions analogues qui servirent de base à l'élaboration des méthodes futures; le contact redevint, dès lors, l'associé nécessaire de l'étalon à bouts.

II. **Méthodes modernes.** — Deux phases successives doivent être envisagées dans la détermination des étalons à bouts; la première est l'établissement d'étalons primitifs, à bouts, en partant d'étalons à traits comparés, directement ou indirectement, au prototype international, la seconde l'intercomparaison des étalons à

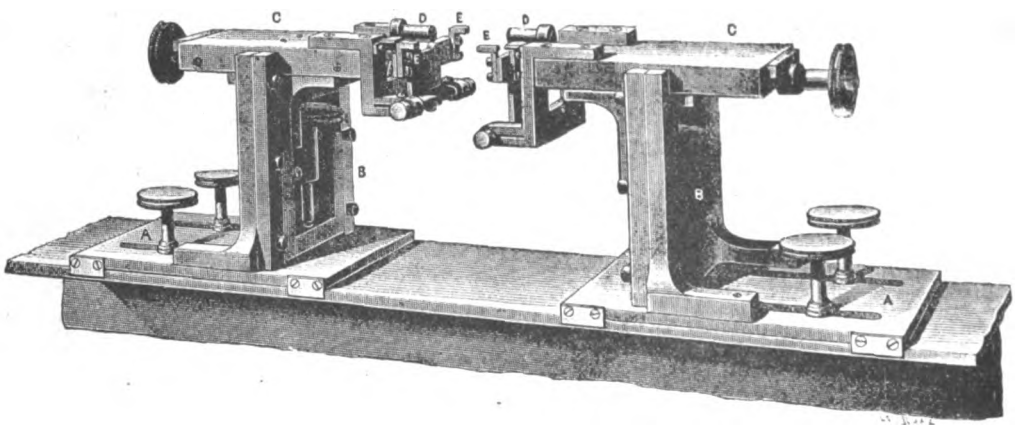


Fig. 2. — Palpeurs pour la détermination des étalons à bouts par le procédé des contacts.

bouts; la première est, naturellement, celle qui présente les plus grandes difficultés.

Lorsque, au cours de l'année 1895, la Section technique de l'Artillerie demanda au Bureau international

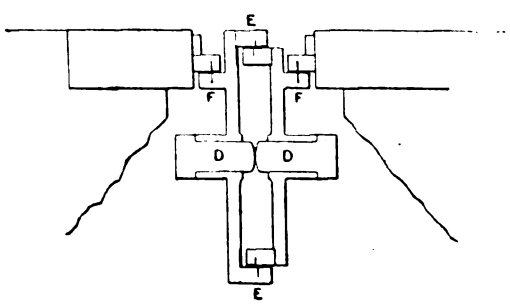


Fig. 3. — Détail des palpeurs.

de se charger des premières mesures, nous étions précisément occupés à la préparation de la détermination, fondamentale pour le système métrique, du volume du kilogramme d'eau. Tandis que mon ami P. Chappuis étudiait une méthode interférentielle de mesures faites sur des cubes transparents, je mettais sur pied le projet d'un appareil destiné à mesurer des diamètres et des hauteurs de cylindres utilisés comme gravimètres. Une adjonction à l'appareil permit aussitôt de le faire servir à la mesure d'étalons à bouts, broches ou cylindres (1).

La broche à mesurer E est portée par deux pièces en V (fig. 4) solidaires d'un support pourvu de tous les organes de réglage permettant d'amener l'étalon dans l'alignement des deux règles ou palpeurs R, c'est-à-dire en un endroit tel que le centre commun des sphères qui le terminent soit dans la ligne des centres des deux sphères qui limitent les palpeurs eux-mêmes.

Ces derniers, entraînés l'un vers l'autre par les poids P, sont creusés de manière à mettre à découvert le plan horizontal (fig. 5) passant par les points de contact, et, sur ce plan, sont marqués des traits servant à repérer la position des palpeurs. Pour des raisons

(1) Ch.-Éd. Guillaume. Premières déterminations des étalons à bouts au Bureau international; *Travaux et Mémoires*, t. XV.

Digitized by Google

faciles à apercevoir, les traits pour lesquels les erreurs de réglage ont leur action minimum sont ceux qui occupent le centre même des sphères terminales ; ce sont ces traits que l'on vise le plus ordinairement.

Tout l'appareil est placé dans un comparateur à deux microscopes, au moyen desquels on détermine la distance entre les deux traits de repère ; puis, aussitôt, on amène dans le champ des microscopes une règle divisée servant à établir la valeur vraie de la distance de leurs axes. Appliquant, dans un autre groupe d'expériences,

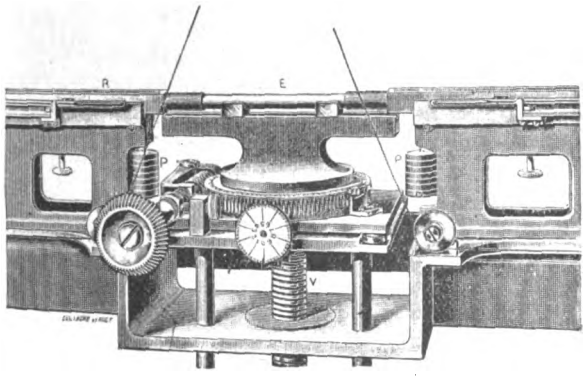


Fig. 4. — Appareil pour la détermination des broches.

les palpeurs directement l'un contre l'autre, on détermine la nouvelle distance des traits de repère ; la différence est la valeur de la broche. On procède de même pour les cylindres.

Une autre méthode a été imaginée par le célèbre astronome Airy. Elle consiste à associer trois étalons à bouts portant chacun un trait de repère. On détermine alors la distance de ces traits deux à deux lorsque les étalons sont mis bout à bout dans toutes les combinaisons possibles. Il est aisé de voir que ces combinaisons sont au

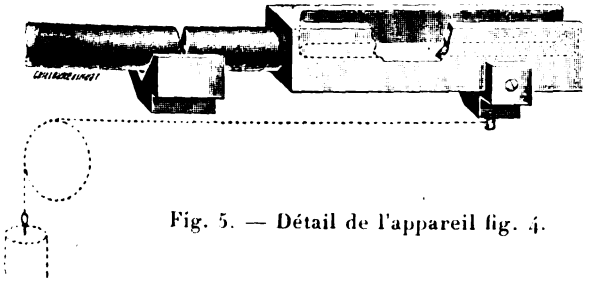


Fig. 5. — Détail de l'appareil fig. 4.

nombre de douze. Les équations obtenues ne sont pas indépendantes ; pourtant, elles constituent un système surabondant et comportant des vérifications.

Sur l'avis de M Benoit, cette méthode a été adoptée, au Bureau international, par M. Pérard, à la détermination des broches de la Section technique (1). Il est aisé de voir que, si les traits de repère étaient pratiqués sur la surface des broches, les mesures seraient affectées d'erreurs de premier ordre, en raison des variations inévitables de l'inclinaison de broches sur leur support. D'autre part, pour ramener les erreurs au second ordre, il faudrait, en principe, entailler les broches, de manière à mettre à découvert, dans la partie centrale, leur plan médian.

M. Pérard a levé cette difficulté en munissant les broches d'un petit équipage (fig. 6) consistant en un double collier solidaire de deux plans, situés à la hauteur de l'axe de la broche, et portant chacun un trait de repère. Aux mesures sur un trait central unique, sont substituées des mesures jumelées sur les deux traits, et, si les parties utiles de ceux-ci sont à égale distance de l'axe, les variations possibles de l'inclinaison des bagues sur la broche sont sans répercussion sur les résultats. La figure 7, représente deux broches tout équipées pour une détermination. La mesure faite, on les associera de nouveau en échangeant leurs places, mais sans les retourner ; puis on retournera l'une bout pour bout et ensuite l'autre ; enfin, on associera chacune d'elles

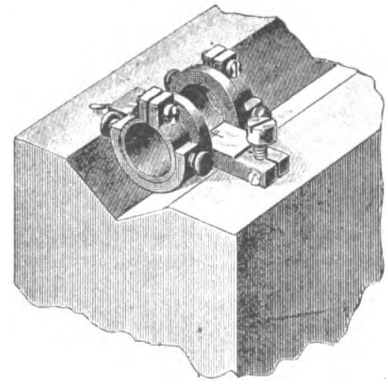


Fig. 6. — Équipage pour la détermination des broches par le procédé d'Airy.

à une troisième broche. Les deux microscopes dont l'objectif apparaît au haut de la figure servent à transporter sur une règle à traits la distance trouvée entre les paires de traits.

Pendant les dix premières années, mon appareil a été seul employé à la détermination des broches et des cylindres ; dans les années qui ont suivi, la méthode d'Airy a servi concurremment à la première. M. Pérard a répété mes mesures sur les broches appartenant au Bureau ; pour une seule d'entre elles, nos résultats diffèrent de plus d'un micron. En dehors d'une altération possible de la broche, on n'a pu trouver d'explication à cette discordance exceptionnelle ; mais le fait même qu'elle est isolée donne une grande confiance dans nos résultats, obtenus par des séries d'opérations et d'intermédiaires entièrement différents. Pour les cylindres, nous nous sommes servis tous deux de mon appareil, auquel M. Pérard avait ajouté, pour ses propres mesures, quelques pièces de réglage (fig. 8).

(1) A. Pérard. Etudes sur les étalons à bouts. *Travaux et Mémoires*, t. XV.

Digitized by Google

III. Intercomparaisons. — La vérification des résultats individuels par des intercomparaisons devait donner, au travail précédent, toute sa solidité ; elles ont été entreprises par M. J.-René Benoît, qui s'est servi, dans ce but, du comparateur Hartmann, dont il avait fait une étude préalable très serrée.

Ce comparateur (fig. 9) utilise, pour la mesure, une vis de précision, mue automatiquement, et dont les rotations sont enregistrées par les bras que porte sa tête. En face de la vis, prolongée par une pièce à mouvement parallèle que termine un plan, se trouve une butée, montée, comme le support de la vis, sur un robuste banc de tour, le long duquel on peut la déplacer au moyen d'une vis de manœuvre. Lorsque la butée est en place, on la cale fortement sur le banc. Les étalons, posés sur un transporteur automatique, viennent se placer successivement entre la butée et la vis de mesure, en une série de va-et-vient alternés. Le transporteur ayant posé l'étalon à mesurer sur deux cuillers situées immédiatement au-dessous des deux surfaces planes destinées à prendre contact, la vis, entraînée par un poids agissant sur une poulie, marche vers l'étalon, en un mouvement dont la vitesse, toujours faible, est commandée par un moteur électrique servant, pendant cette demi-période du mouvement, de simple modérateur. La vis étant arrivée au contact est arrêtée par la résistance de l'étalon. Alors, une came pousse, contre un tambour enregistreur, celui des bras de la vis qu'il rencontre dans son mouvement, et qui perce un petit trou dans le papier. Le moteur électrique, poursuivant sa marche, libère bientôt l'étalon, en ramenant la vis en arrière, et le transporteur opère l'échange.

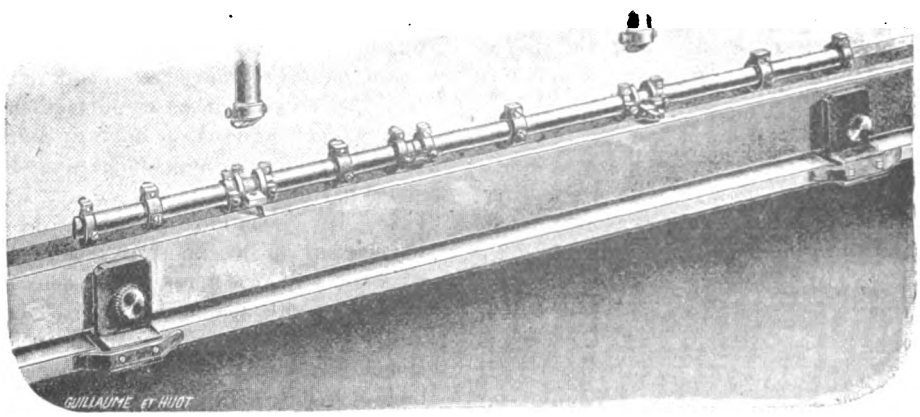


Fig. 7. — Broches disposées pour leur détermination par le procédé d'Airy.

Si brutale que puisse paraître l'action d'arrêt qu'exerce l'étalon sur la vis, le comparateur Hartmann témoigne, par la suite des trous pratiqués dans le papier de l'enregistreur, d'une constance de fonctionnement tout à fait remarquable. En marche normale, les points présentent rarement des écarts de plus d'un dixième de millimètre dans le sens du mouvement de l'aiguille. Or le pas de la vis est de 1 mm, le tour, mesuré sur les pointes, de 2 m ; c'est donc un mouvement d'aiguilles de 2 mm qui correspond au micron.

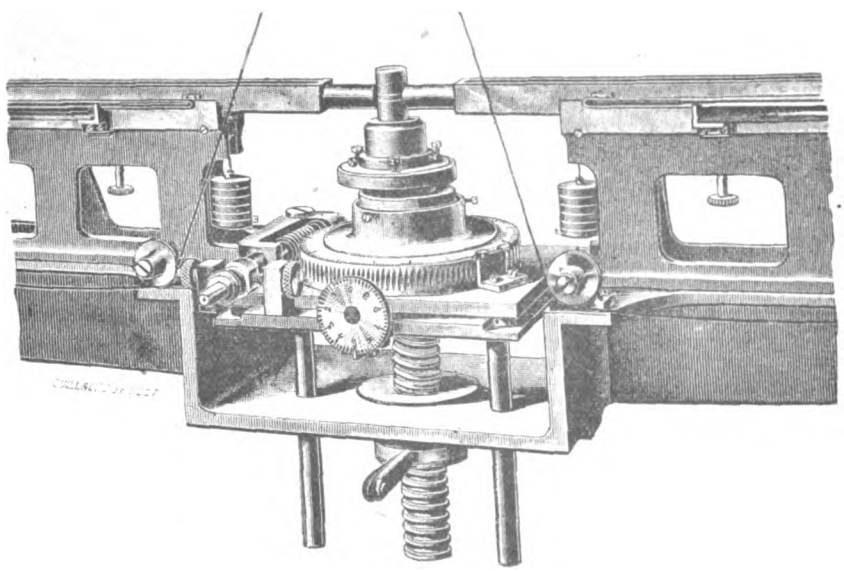


Fig. 8. — Détermination d'un cylindre.

Toutefois, la déformation élastique des extrémités sphériques des broches est notable ; mais, si les deux broches comparées sont de même matière, et si les calottes ont même rayon, ces déformations sont les mêmes, et elles s'éliminent du résultat. On le vérifie en augmentant progressivement le poids moteur ; les pointes s'abaissent sur le papier, mais leur mouvement est parallèle. Au contraire, si l'une des longueurs est composite, c'est-à-dire constituée par plusieurs broches aboutées dans un tube qui les contient, cette longueur diminue progressivement, par rapport à une longueur unique, si on augmente le poids

Digitized by Google

moteur. On peut, cependant, comparer entre elles des longueurs composites, mais à la condition d'associer, dans chacune d'elles, sensiblement la même somme de courbures. Il est possible, à cette condition, d'effectuer des étalonnages de séries, c'est-à-dire de déterminer la valeur d'une broche qui est une fraction déterminée de la longueur d'une broche fondamentale. M. Benoît a élaboré cette opération dans tous ses détails.

Les séries principales étant ainsi constituées, par des déterminations directes, des intercomparaisons et des étalonnages, on a pu procéder à des déterminations par copie, soit au Bureau international, soit à la Section technique de l'Artillerie. C'est par milliers que, grâce à un travail de plusieurs années, cette dernière a répandu les étalons qui ont unifié d'importantes fabrications. Dans le même temps, le Bureau international mettait à la disposition des Bureaux nationaux d'étalonnage des séries qui devaient assurer l'unification internationale des fabrications. Ce travail apporta un élément puissant de succès à la pénétration du système métrique dans les industries mécaniques.

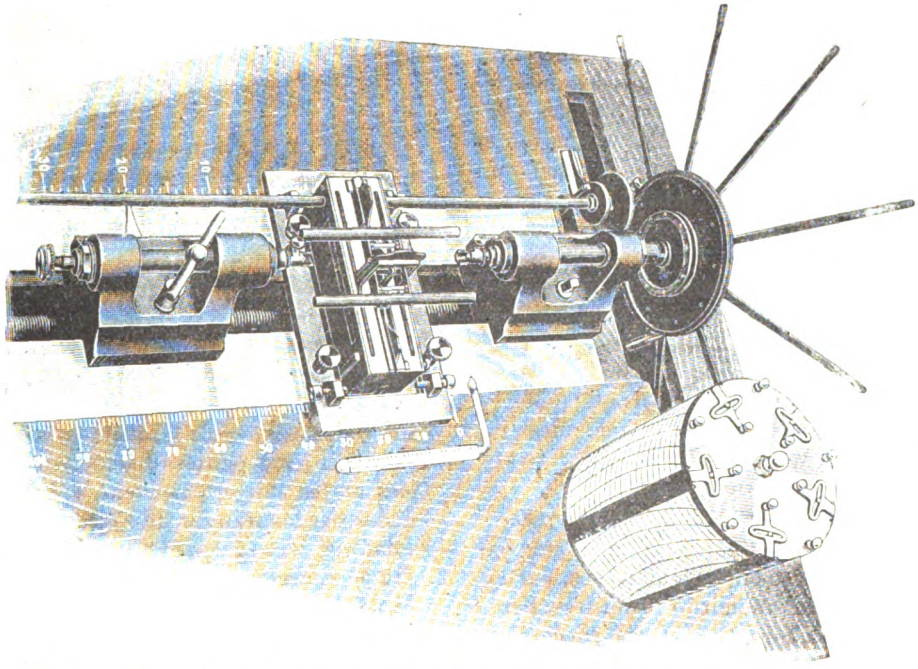


Fig. 9. — Comparateur automatique Hartmann pour la comparaison des broches.

IV. Les calibres à faces planes. — Les procédés qui viennent d'être décrits ne s'appliquent qu'à la mesure de pièces permettant le contact des deux surfaces dont l'une au moins est convexe ; si les deux surfaces sont planes, en admettant même qu'elles soient parallèles, condition impossible à remplir en toute rigueur, le contact obtenu par simple rapprochement est toujours précaire.

L'addition d'étalons peut, comme nous l'avons vu, être obtenue par glissement réciproque des surfaces en regard. Mais il faut associer le contact à une mesure, et c'est là que commence la difficulté.

S'il s'agit seulement d'établir la valeur d'une cale d'épaisseur (tel est le nom donné aux calibres à faces planes), on peut, en consacrant beaucoup de soins aux réglages, effectuer la mesure entre des palpeurs à bouts sphériques. Il est alors essentiel d'orienter parfaitement la cale, car, ainsi qu'il est aisé de le voir, la longueur que l'on mesure, et qui est la distance des traits de repère supposés situés aux centres des sphères dont les surfaces de contact sont des calottes, est égale à (voir fig. 10)

$$d' = (r_1 + r_2 + e) \sec \xi.$$

Retranchant $r_1 + r_2 = d$, qui est la constante de départ, on trouve, pour l'épaisseur cherchée

$$e' = d' - d = e + \frac{1}{2}(r_1 + r_2 + e)\,\xi^2 ;$$

le terme ajouté à e représente l'erreur due au réglage.

Dans les déterminations que j'ai eu à effectuer, je me suis servi, pour le réglage de la cale, d'un procédé qui paraît, à première vue, fort rudimentaire, mais m'a donné de très bons résultats. Plaçant la cale dans une position franchement oblique, on la ramène vers la bonne direction par trois ou quatre mouvements angulaires petits et exactement mesurés. La longueur apparente de la cale est déterminée dans chaque position. Puis on la place dans une région symétrique de la première, et on mesure de nouveau sa valeur apparente pour trois ou quatre positions angulaires. On cherche alors, par interpolation graphique,

Fig. 10.

deux positions angulaires pour lesquelles la cale aurait possédé la même valeur apparente, et on se place définitivement dans la moyenne de ces deux positions.

Si l'on avait à déterminer un très grand nombre de cales, on pourrait certainemen organiser l'appareil de

Digitized by Google

telle sorte que le réglage s'opère instantanément. C'est sans doute un procédé de réglage automatique qui permet à M. Johansson d'ajuster avec une grande perfection ses cales d'épaisseur, livrées à l'industrie à des prix hors de proportion avec la haute perfection de leur réalisation.

Les méthodes interférentielles, inaugurées par Fizeau en 1861, permettent, comme on peut le pressentir, une précision très élevée dans la détermination des pièces limitées par des plans parallèles. Le propre de ces méthodes est d'utiliser, comme micromètre et unité de mesure, la frange d'interférence, dont la formation est régie par cette règle, que, d'une frange à la suivante, les surfaces entre lesquelles se produit la propagation de la lumière s'écartent d'une demi-longueur d'onde de la radiation employée. Dans la partie la plus lumineuse du spectre, une frange correspond sensiblement à un quart de micron, et les lumières très monochromatiques étudiées dans ces dernières années — arc au mercure, tube à cadmium ou à néon — permettent des interférences avec des différences de marche de plusieurs décimètres. D'autre part, les travaux de MM. Michelson et Benoît en 1892, Benoît, Fabry et Perot en 1906, ont établi, jusqu'au seuil du dix-millionième, les valeurs absolues des longueurs d'onde constituant les étalons fondamentaux de la spectroscopie.

Des méthodes diverses ont servi ou servent couramment à résoudre le problème qui nous occupe. L'une, élaborée par Macé de Lépinay et mise en œuvre par lui, soit seul, soit en collaboration avec M. Henri Buisson, n'est appliquable qu'aux corps transparents; nous ne nous y arrêterons pas. Les deux autres, imaginées par M. P. Chappuis et par MM. A. Perot et Ch. Fabry, peuvent servir à la mesure des corps opaques.

Dans la méthode de P. Chappuis [1], la pièce à mesurer est placée en avant d'un miroir plan très parfait LM (fig. 11). Un train d'ondes lumineuses, parti de la source, se réfléchit sur un miroir semi-transparent incliné et tombe, dans deux opérations successives, tantôt sur le miroir LM, et tantôt sur le cube (faisceaux A et B), tandis qu'un autre faisceau (C), atteignant directement un deuxième miroir PR, s'y réfléchit et vient interférer séparément avec chacun des deux autres, permettant ainsi de déterminer la différence de chemin optique des faisceaux réfléchis sur le cube et sur le miroir placé derrière lui. Le nombre entier de demi-longueurs d'ondes pour chaque trajet est déterminé par

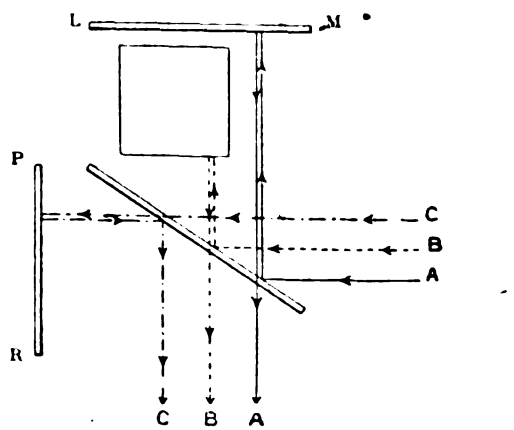


Fig. 11. — Trajet des rayons dans la détermination du volume d'un cube par les procédés interférentiels.

le procédé des excédents fractionnaires, dans l'emploi de trois radiations distinctes [2].

La mesure sur la face antérieure étant faite, on détermine, par les anneaux de Newton (franges de Fizeau), la distance de la face postérieure au miroir.

MM. Perot et Fabry déterminent d'abord, en s'aidant des franges de superposition, la distance de deux miroirs parallèles, entre lesquels on vient insérer la lame à mesurer; les petites distances comprises entre ses faces et les miroirs peuvent, à leur tour, être déterminées par les franges de Fizeau. Le système des trois radiations sert également dans ce cas.

Je ne m'arrêterai pas sur les très minimes différences qui peuvent exister entre la surface sur laquelle s'établit le contact mécanique et celle qui produit la réflexion; il s'agit ici de quantités qui échapperont longtemps encore au domaine des mesures industrielles.

[1] P. Chappuis. La détermination du volume du kilogramme d'eau (t. XVI des *Travaux et Mémoires*). Voir aussi *Revue générale des Sciences*, 19e année; p. 267.

[2] Ce procédé est d'un usage fréquent dans les mesures interférentielles. En voici le principe : la détermination directe du nombre des franges égal au nombre de demi-longueurs d'onde qui mesure la distance cherchée nécessiterait, pendant le mouvement lent de l'un des miroirs, une énumération qui monterait à des dizaines de mille, opération qui serait bientôt arrêtée par la fatigue de l'observateur. On peut heureusement l'éviter. Le phénomène que l'on observe, au moyen de chacune des radiations employées, fait apparaître les franges dans une position quelconque, qui, rapportée à un système de repères, donne un nombre entier inconnu et une fraction que l'on détermine en évaluant la position de chaque repère par rapport aux deux franges qui l'encadrent. La mesure par rapport à trois radiations distinctes est exprimée par les trois relations

$$l = x + \varepsilon_1 = y + \varepsilon_2 = z + \varepsilon_3,$$

x, y et z étant des nombres entiers inconnus, les ε les excédents mesurés. Or, on connaît avec une grande exactitude, grâce à des déterminations indépendantes, les valeurs λ_1, λ_2, λ_3, des longueurs d'onde des trois radiations ($\lambda_1 = \frac{l}{x_1 + \varepsilon_1}$.....), lesquelles sont dans le rapport inverse des nombres de franges observés. Partant de la mesure faite avec la première des radiations, on peut donc calculer, pour une série de valeurs de x, les valeurs de $\gamma + \varepsilon$ qui leur correspondent. Si les mesures étaient sans erreur aucune, le procédé conduirait à coup sûr, avec deux radiations seulement, au but cherché : mais les ε admettent une très faible marge d'erreur, d'où la nécessité de l'emploi d'une troisième radiation, qui établit de façon certaine l'incompatibilité des combinaisons susceptibles d'être acceptées, si les deux premières radiations étaient seules. Le problème de la recherche du nombre entier est d'ailleurs limité par la connaissance approximative, que l'on possède toujours, de la longueur à mesurer; c'est donc seulement dans un intervalle de quelques microns qu'il est utile d'établir les rapports.

Digitized by Google

V. **Les machines à mesurer.** — On peut rattacher les mesures industrielles de longueur à trois idées distinctes, dans leur processus et leur degré d'évolution. Dans le premier, on se fie sans autre à l'instrument de mesure, calibre à coulisse, palmer à vis, etc.; dans le second, on contrôle l'instrument au moyen d'un étalon à bouts de longueur très voisine de celle de la pièce à mesurer; l'instrument devient alors différentiel; dans le troisième, on réalise une mesure complète, telle que la ferait un métrologiste.

Les deux derniers procédés peuvent seuls prétendre à une précision élevée; en fait, ils ne diffèrent que par l'organisation de la vérification. Le premier des deux utilise les étalons à bouts vérifiés dans un établissement officiel; le second appelle, dans l'atelier même, l'intervention du métrologiste, et confère ainsi à la fabrication plus d'indépendance.

Une machine à mesurer se compose invariablement d'un solide bâti sur lequel sont adaptées deux poupées, dont l'une est fixe ou semi-fixe, l'autre mobile; entre les deux butées solidaires des poupées, on place la pièce à mesurer.

Le mouvement de la poupée mobile est mesuré sur une règle divisée; ceux de la butée semi-fixe sont rapportés à un repère déterminé. Ces principes sont à peu près généraux, les modalités diffèrent seules.

Les grandes maisons américaines, Brown et Sharpe, Pratt et Whitney, ont, les premières, popularisé la

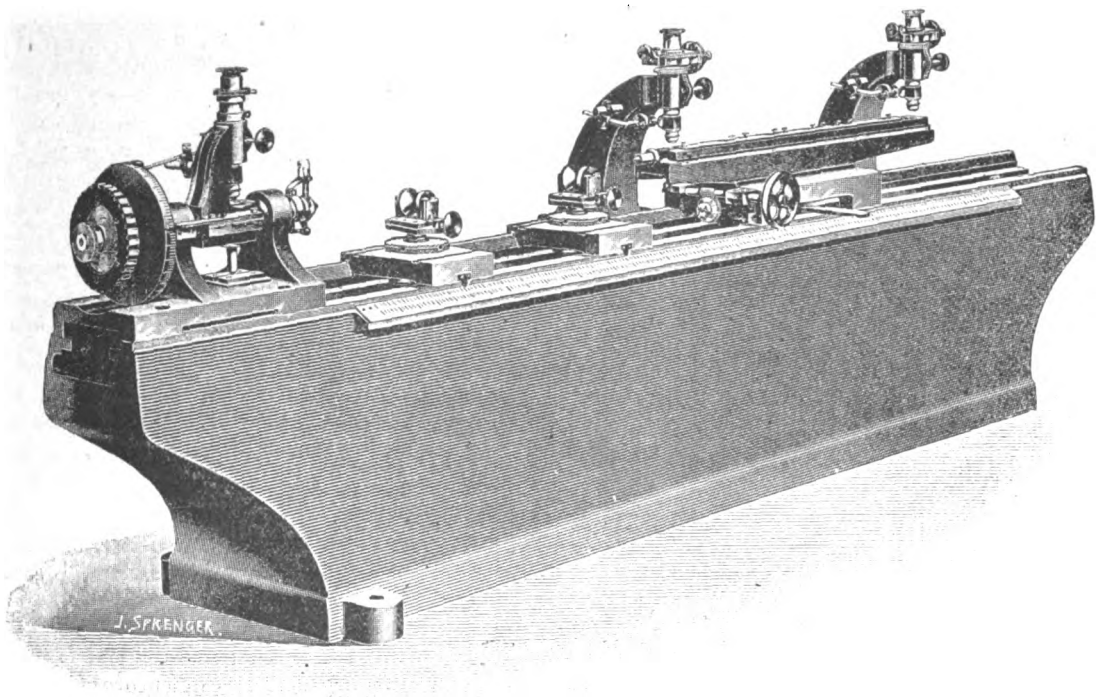


Fig. 12 — Machine à mesurer de la Société genevoise.

machine à mesurer. Dans les machines américaines, la butée semi-fixe tient serrée une petite pièce de métal (bonhomme), qu'elle laisse choir lorsque, refoulée en arrière par l'effort de la pièce à mesurer, elle cesse de serrer le témoin. La poupée mobile porte un microscope qui vise sur une règle divisée placée latéralement. Dans les machines américaines faites jusqu'à ces dernières années, la règle, afin de réaliser l'égalité de dilatation, était en acier ordinaire, et, pour éviter l'oxydation des traits, on incrustait, à sa face supérieure, des mouches faites en un métal dur et peu oxydable : l'impossibilité de serrer beaucoup ces mouches avait fait adopter un intervalle de 1 inch. C'était donc par bonds de 25 mm environ, que le microscope devait se déplacer, et l'intervalle était rempli par le mouvement du micromètre dépendant de la poupée fixe. Cette circonstance constituait, pour la machine, un assez sérieux inconvénient. L'excentricité du microscope par rapport aux guides de la poupée mobile causait, dans tous les mouvements de lacet, des erreurs de premier ordre (sinus), et exigeait, en conséquence, un dressage extrêmement parfait du banc.

Dans une première machine établie par la Société genevoise, ces inconvénients étaient atténués, mais une étude qui en fut faite au Bureau international révéla encore quelques défectuosités que l'on a cherché à faire disparaître, et c'est ainsi que cette Société a été conduite à réaliser la machine sur laquelle nous allons nous arrêter un instant [1].

Dans cette machine (fig. 12), la règle divisée est solidaire de la butée mobile, et ses déplacements sont

(1) Ch.-Éd. Guillaume. *Les récents progrès du système métrique*, 1913. (Gauthier-Villars.)

Digitized by Google

mesurés au moyen d'un microscope fixe ; de cette façon, la division à laquelle on se réfère a pu être placée dans l'alignement même des butées, de telle sorte que les erreurs dues aux mouvements en lacet passent au second ordre (cosinus). La règle n'est plus en acier, mais en un alliage contenant 55 pour 100 environ de nickel, réalisé aux Aciéries d'Imphy sur mes indications ; cet alliage possède la dilatabilité des aciers doux (avec un peu moins de nickel, il aurait celle des aciers durs), mais il est pratiquement inoxydable, en même temps que d'une stabilité élevée. La règle porte les tracés directement et sans incrustation ; il n'y a donc aucune difficulté à la munir de tous les traits millimétriques. Le chariot portant la règle et la butée mobile peut être déplacé d'un mouvement rapide ; un embrayage en donne la commande à un organe de déplacement micrométrique.

La butée semi-fixe (fig. 13) est actionnée par une vis

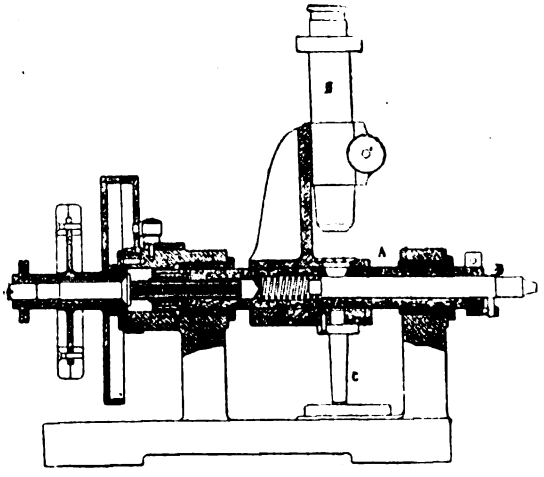


Fig. 13. — Détail de la machine à mesurer.

munie d'une large tête, portant une division qui correspond directement au micron ; l'avance de la vis entraîne un manchon A sur lequel est fixé un microscope B dont la monture est prolongée, au-dessous de l'axe, par une queue C conduite par un guidage ; la butée elle-même est constituée par une pièce cylindrique D, engagée dans le manchon, et qu'un ressort pousse constamment en avant ; mais, lorsque cette butée est arrêtée par l'objet à mesurer, le manchon poursuit son mouvement, commandé par la vis, de telle sorte que la butée prend, par rapport au manchon, un mouvement rétrograde. Dans sa partie arrière, la butée porte une petite plage polie, sur laquelle on a tracé un trait de repère, que l'on voit, lorsqu'on actionne la vis, pénétrer de plus en plus dans le champ du microscope. Lorsque ce trait se projette dans la position de visée, entre les deux fils parallèles dont le microscope est muni, on arrête le mouvement, et on fait la lecture sur le tambour de la vis micrométrique.

D'autre part, le microscope fixe permet la visée sur le trait de la règle qui se trouve momentanément dans son champ, et l'ensemble des deux lectures constitue l'observation complète.

Le mode opératoire peut être modifié de bien des manières ; on peut, en particulier, limiter l'opération à une seule mesure, en ramenant, soit à droite, soit à gauche, le trait dans la même position, le mouvement micrométique du chariot est ici indispensable.

L'inconvénient des machines à règle mobile alignée sur la ligne des contacts est d'exiger une grande longueur du banc, lequel devrait, en principe, occuper au minimum la double longueur de la règle, augmentée de la pièce constituant la butée mobile, ainsi que de la poupée fixe. Des rentrants successifs ont permis de raccourcir notablement le banc de la présente machine. De plus, un dispositif ingénieux a rendu possible, sans que la longueur du banc devienne excessive, la mesure de longueur jusqu'à 2 m. La règle ayant été déplacée de 1 m à partir du contact des deux butées arrive dans une position telle que le premier microscope vise son millimètre 1000, tandis qu'un deuxième microscope vise le millimètre 0. Les déplacements ultérieurs sont mesurés par des visées faites sur la règle au moyen du deuxième microscope. Les longueurs supérieures à 1 m nécessitent donc deux mesures successives au lieu d'une ; c'est là une très petite complication, amplement rachetée par l'encombrement, beaucoup moindre, de la machine.

Entre les butées se placent les supports des pièces à mesurer ; on imaginera aisément leur disposition.

Conclusion. — La question des étalons industriels de longueur, née voici un quart de siècle, a donné lieu à de fructueux efforts. Les techniques sont créées, les principes posés, et si même, sur ces derniers, l'accord n'est pas encore complet, on peut espérer qu'une publicité suffisante donnée aux décisions des organismes nationaux ou des assemblées internationales, et, plus encore, l'exposé des raisons qui les ont motivées, entraînera une prochaine unanimité parmi les constructeurs des calibres, aussi bien que parmi les industriels qui les utilisent.

La question des aciers reste encore en suspens. Une véritable unification devrait comporter l'adoption d'une composition unique ou tout au moins de compositions assurant à tous les étalons une même dilatabilité. D'importants travaux ont été entrepris en vue des futures décisions ; on peut penser que leurs résultats seront publiés dans un avenir peu éloigné.

Maintenant, on cherche à étendre les méthodes à des problèmes plus complexes que ceux liés aux étalons plans, sphériques ou cylindriques. Les calibres creux comportent, pour leur mesure, une technique délicate et non encore complètement élaborée ; l'étude des filetages, à l'ordre du jour de la plupart des laboratoires nationaux et de plusieurs établissements industriels, n'a pas encore fixé ses méthodes ; cette question est au premier plan des préoccupations des comités ; de sa solution, que l'on peut espérer prochaine, dépend une nouvelle et importante unification dans la production industrielle.

Ch.-Ed. GUILLAUME,
Directeur du Bureau international des Poids et Mesures.

Digitized by Google

Influence du déphasage sur la puissance transmise par les feeders ou fournie par les alternateurs

Nous avons déjà rappelé que la guerre actuelle, en donnant lieu à la création d'un grand nombre d'ateliers nouveaux, a provoqué en France une surcharge des usines génératrices d'électricité. Par une fâcheuse coïncidence, au moment même où le maximum de puissance était demandé à la plupart des stations centrales, un accroissement imprévu du déphasage provoquait une diminution sensible du rendement des alternateurs. Ces deux facteurs agissant en sens inverse ont abouti à créer dans certaines régions une situation pénible. Aussi la Société internationale des Electriciens et l'Union des Syndicats de l'Electricité ont-ils constitué une commission pour l'examen de la question. De là sont nées une série d'études, dont quelques-unes ont déjà été publiées ici (1). *Nous donnons ci-dessous la reproduction de l'une d'elles, due à M. André Léauté et communiquée à la Société internationale des Electriciens dans sa séance du 7 février 1918* (2). *Elle a pour but, non de rappeler les causes bien connues de l'augmentation du déphasage, mais d'analyser les répercussions de ce phénomène. D'une façon plus précise, l'auteur a voulu fixer avec exactitude la loi suivant laquelle la puissance transmise par les feeders et la puissance produite par les alternateurs s'affaissent l'une et l'autre, quand le déphasage devient excessif.*

I. — **Action du déphasage sur la puissance transmise par les feeders.** — Le cas des feeders courts, qui est le plus simple de beaucoup, sera traité en premier.

L'échauffement des conducteurs intervient seul ici pour limiter l'intensité de courant, puisque la chute de tension est supposée trop faible pour qu'on ait à en tenir compte. Or, l'échauffement ne dépend que de l'intensité du courant; donc, un maximum est assigné à cette dernière.

Si nous désignons (3) par I ce maximum, par U la tension de distribution, par φ le déphasage et par W la puissance, nous pouvons écrire

$$W = UI\cos\varphi.$$

On en conclut, puisque U et I sont constants, que la puissance W, c'est-à-dire l'utilisation du réseau, varie comme le cosinus du déphasage. Il serait superflu d'insister plus longuement sur ce cas qui ne soulève aucune difficulté et qui, d'ailleurs, se présente rarement.

Le plus souvent, la longueur des feeders est assez grande pour que la chute de tension entre leurs extrémités soit le facteur principal qui intervienne pour limiter l'intensité. L'utilisation de réseau n'est plus alors proportionnelle à $\cos\varphi$ et varie suivant une loi plus compliquée que nous allons déterminer.

Désignons (4) par V la différence de potentiel aux bornes de l'alternateur, par U la différence de potentiel aux bornes du réseau d'utilisation, par I l'intensité; enfin, appelons ρ la résistance totale ohmique du feeder, λ sa self-induction et ω la pulsation. Ces diverses quantités sont unies entre elles par une relation géométrique que le diagramme de la figure met en évidence.

Introduisant la réactance Z du feeder, on peut écrire approximativement, en projetant le polygone OABC

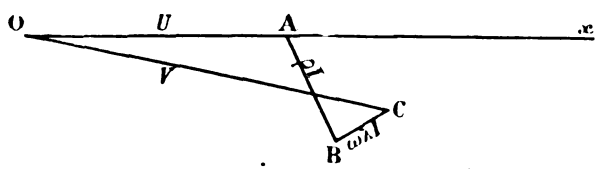


Fig. 1.

sur Ox et en remarquant que l'angle de U et V est toujours petit

$$V - U = ZI\cos(\varphi - \theta),$$

égalité dans laquelle

$$\varphi = \text{angle } xAB,$$
$$\theta = \text{angle } CAB.$$

Autrement dit

$$V - U = ZI\cos\varphi\cos\theta\,[1 + \operatorname{tang}\varphi\operatorname{tang}\theta].$$

Cette formule m'avait été indiquée par M. Brylinski qui l'avait obtenue par une autre voie.

(1) P. Boucherot. La tarification de l'énergie électrique eu égard au cos φ de l'abonné; *R. G. E.*, 19 février 1918, t. III, p. 83-89.

A. Iliovici. Sur les compteurs à tarification complexe (à propos de l'article de M. Boucherot); *R. G. E.*, 9 mars 1918, t. III, p. 349-351. Etude de la tarification de l'énergie en fonction du facteur de puissance; *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 102-104.

W. C. Rechniewski. Etude des dispositions à employer pour améliorer le facteur de puissance dans les installations utilisant l'énergie fournie par les réseaux de distribution; *R. G. E.*, 9 mars 1918, t. III, p. 347-349.

R. V. Picou. Moteurs asynchrones à grand facteur de puissance et à chute de vitesse réglable; *R. G. E.*, 30 mars 1918, t. III, p. 459-463.

T. Scoumanne. L'amélioration du facteur de puissance d'une grande installation électrique; *R. G. E.*, 9 et 23 février 1918, t. III, p. 211-231 et 281-301.

Note sur le déphasage dans les réseaux; *R. G. E.*, 20 juillet 1918, t. IV, p. 84.

(2) *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, avril 1918, 3e série, t. III, p. 145-164.

(3) Dans tout ce qui suit, les notations désignent les amplitudes *efficaces* des grandeurs sinusoïdales. On néglige les harmoniques.

(4) Même observation que plus haut.

Digitized by Google

Comme

$$W = UI\cos\varphi,$$

et que $V - U$ ne peut subir d'augmentation, on en déduit que la puissance W varie comme la quantité

$$\frac{1}{1 + \operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang}\theta},$$

dans laquelle φ est le déphasage et où $\operatorname{tang}\theta = \frac{\omega\lambda}{\rho}$.

Si φ_m est le plus grand déphasage prévu lors de l'établissement du réseau et si φ est le déphasage actuel, la variation de puissance subie en passant de φ_m à φ est donnée par la formule

$$\text{(II)} \qquad \frac{W}{W_m} = \frac{1 + \operatorname{tang}\varphi_m \operatorname{tang}\theta}{1 + \operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang}\theta}.$$

Ce rapport dépend de trois paramètres φ, φ_m, θ. Nous donnerons au troisième chapitre un abaque permettant de le représenter et nous reviendrons sur les conclusions auxquelles conduit cette formule.

II. — **Influence du déphasage sur la puissance produite par les alternateurs.** — Sur la figure 2 est tracé le diagramme bien connu que M. Blondel a introduit

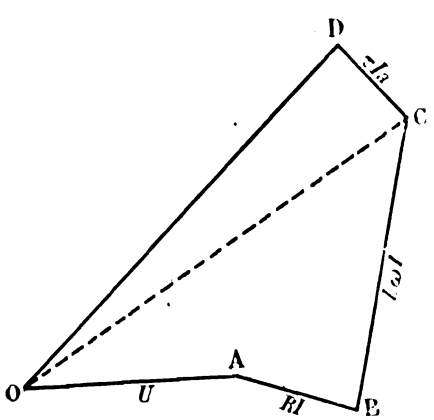


Fig. 2.

dans l'électrotechnique pour l'étude de la réaction d'induit. Les notations sont les suivantes :

R, résistance ohmique de l'induit ;

l, self-induction due aux fuites de l'induit ;

τ, coefficient de réactance transversale ;

I_a, intensité efficace du courant actif ;

I_r, intensité efficace du courant réactif.

Conformément à la théorie de M. Blondel, la force électromotrice directe de l'alternateur, dont l'amplitude efficace est égale à OD sur la figure 2, est donnée par la relation

$$\mathrm{OD} = \mathrm{f}(J - \alpha I_r),$$

dans laquelle J désigne le courant d'excitation, α le rapport d'équivalence des ampères-tours inducteurs et induits, et enfin où

$$y = \mathrm{f}(x)$$

est l'équation de la caractéristique en circuit ouvert.

Comme plus haut, on néglige les harmoniques et l'on suppose les grandeurs sinusoïdales.

Lorsque le déphasage croît sans dépasser une certaine limite, on peut, en augmentant l'excitation, maintenir constantes la différence de potentiel aux bornes U et la puissance fournie W qui est supposée être la pleine puissance de la machine (1). Mais, en général, on est bientôt arrêté dans cette voie parce que le courant d'excitation est assujetti à ne pas franchir un maximum. Prétendre aller au delà serait outrepasser les forces de l'excitatrice ou risquer de griller l'inducteur. Appelons J_m la limite ainsi assignée au courant d'excitation.

Ce maximum existe toujours. Mais il arrive exceptionnellement qu'il soit assez élevé pour ne pas intervenir dans la pratique courante. Cela peut se présenter si plusieurs alternateurs ont une excitation commune et si leurs enroulements inducteurs ont été calculés très largement. Dans ce cas, d'ailleurs fort rare, l'échauffement des conducteurs limite seul le courant induit et les conclusions sont les mêmes que celles que nous avons tirées au début du précédent chapitre, à propos des feeders de faible longueur.

Sans insister davantage sur cette circonstance exceptionnelle, arrivons au cas le plus fréquent, celui où il faudrait faire croître l'intensité d'excitation au delà de J_m pour maintenir respectivement à la valeur voulue la différence de potentiel aux bornes et la puissance fournie par la machine. Dans la relation écrite plus haut

$$\mathrm{OD} = \mathrm{f}(J - \alpha I_r),$$

il convient de donner à J la valeur fixe J_m et de chercher comment se déforme le diagramme quand le déphasage croît.

Lemme. — Remarquons que, pour un alternateur normal, la quantité $J - \alpha I_r$ est peu affectée par le déphasage, quand la machine fonctionne en pleine charge, avec une tension aux bornes et une excitation constantes. En effet, nous verrons ultérieurement que, dans les conditions ci-dessus définies, la composante réactive I_r varie au maximum de 25 pour 100 quand le cosinus du déphasage tombe de 0,75, valeur normale, à 0,25, valeur exceptionnelle. D'autre part, αI_r est presque toujours inférieur à $J - \alpha I_r$, en sorte que (2) la variation relative de $J - \alpha I_r$, J étant constant, est plus petite que la variation relative de I_r.

Reportons-nous alors à la caractéristique en circuit

(1) Pour chaque valeur du déphasage ceci sous entend que la réactance du réseau de distribution a la valeur voulue pour que le maximum W de puissance soit demandé à l'alternateur.

(2) A titre d'exemple, dans le cas de l'alternateur Th.-H. cité plus bas, on a

$$\alpha I_r = 18\,000 < J - \alpha I_r = 66\,000 \text{ ampères-tours.}$$

Digitized by Google

ouvert, et, pour préciser les idées, appliquons le raisonnement à un cas réel dont je dois les données à l'obligeance de la Compagnie Thomson-Houston.

La quantité $J - \alpha I_r$, dans le fonctionnement à pleine charge, étant aux environs d'une valeur moyenne correspondant au point N_0 de la caractéristique (fig 3), portons,

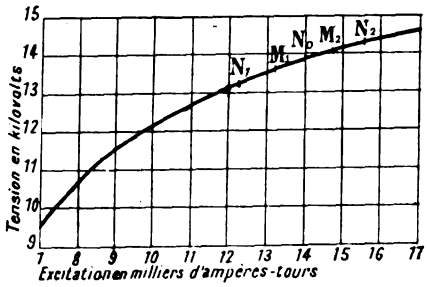


Fig. 3.

de part et d'autre de N_0, des segments N_1N_0 et N_0N_2, tels qu'en passant de N_1 à N_0, puis de N_0 à N_2, l'excitation subisse une variation de $\frac{25}{2} = 12{,}5$ pour 100. Menant une droite M_1M_2 qui coupe la caractéristique aux milieux des segments N_1N_0 et N_0N_2, on constate que l'écart, mesuré verticalement, entre cette droite et la caractéristique, atteint son maximum aux extrémités de N_1N_2 et que ce maximum est approximativement égal à 25 v. A une erreur relative près très faible, qui est, pour le cas ci-dessus, inférieure à $\frac{2}{1\,000}$, *on peut donc assimiler, dans l'étude que nous allons entreprendre, la caractéristique à une droite et écrire une relation linéaire entre la force électromotrice et la composante réactive de l'intensité induite.*

Le cas ci-dessus est relatif à un alternateur à pôles saillants. Appliqué à un turbo-alternateur de 6 000 kw provenant de la Société alsacienne, le procédé a été trouvé valable avec la même approximation de $\frac{2}{1\,000}$.

Remarque. — Le raisonnement qui précède peut être présenté sous une autre forme, si l'on veut tenir compte des fuites et introduire les caractéristiques partielles de l'induit, de l'inducteur, de l'entrefer, etc., conformément aux principes qu'a posés récemment M. Blondel. Voir à ce sujet la note ci-dessous (1).

Recherche d'un lieu géométrique. — Ceci posé, reportons-nous à la figure 2 et appelons E le point de rencontre des droites OD et BC. Cherchons le lieu géométrique du point E quand le déphasage varie de 0 à $\frac{\pi}{2}$.

Pour cela, appelons x_1 y_1 les coordonnées cartésiennes du point C et x_2 y_2 celles du point E, en prenant O comme origine et OA comme axe des x. On voit aisément qu'on peut écrire

$$(2) \qquad \text{ED}.\text{OE} = \overline{\text{OE}}^2 - (y_1y_2 + x_1x_2).$$

D'autre part, si φ est le déphasage et β l'angle de décalage interne défini par la relation

$$\operatorname{tang}\beta = \frac{\omega l + r}{R},$$

(1) Reportons-nous à la figure 4, extraite du travail de M. Blondel ([a]) et, sur la caractéristique de l'induit seul, marquons un point D dont l'ordonnée soit égale au vecteur OC du diagramme. Dans les conditions de fonc-

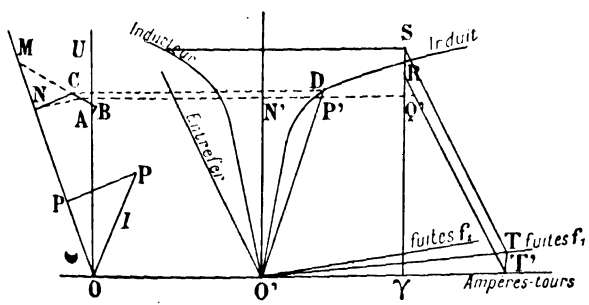


Fig. 4.

tionnement définies plus haut, le point D peut être considéré comme fixe. En effet, la différence de potentiel aux bornes étant maintenue invariable, il en est à peu près de même de la longueur du vecteur OC par suite de la petitesse des vecteurs AB et BC ([b]). En particulier, dans le cas de l'alternateur Th.-H. déjà choisi plus haut à titre d'exemple, le vecteur OC ne subit qu'une variation relative de longueur de 0,7 pour 100 quand le cosinus du déphasage tombe de 0,75 à 0,50.

Le point D étant fixe, le point P' représentatif du flux direct de l'induit se déplace ([c]) sur la droite OD. Appelons j l'abscisse de P', nous pouvons écrire

$$\text{ON} = K_a j,$$

K_a étant une constante. D'autre part, l'excitation étant indépendante du débit, on voit aisément qu'on peut écrire, en substituant à la caractéristique de l'inducteur une droite s'écartant très peu d'elle dans la région considérée ([d])

$$\text{ON} = \frac{\alpha_f K_a (K_i J + \delta)}{\alpha_1\alpha_f + \alpha_2\alpha_f + \alpha_1\alpha_2 + (\alpha_1 + \alpha_f)K_a + (\alpha_2 + \alpha_f)K_i + K_aK_i} - \frac{\alpha_1\alpha_f + \alpha_2\alpha_f + \alpha_1\alpha_2 + (\alpha_2 + \alpha_f)K_i}{\alpha_1\alpha_f + \alpha_2\alpha_f + \alpha_1\alpha_2 + (\alpha_1 + \alpha_f)K_a + (\alpha_1 + \alpha_f)K_i + K_aK_i} K_a\beta I_r,$$

relation linéaire entre ON et I_r, dans laquelle J est l'excitation, K_i et δ sont respectivement le coefficient angulaire et l'ordonnée à l'origine de la droite substituée à la caractéristique de l'inducteur, et où enfin α_1, α_2, α_f représentent les coefficients angulaires des caractéristiques de fuites et d'entrefer. Dans le cas particulier où l'on consent à négliger les fuites, la relation linéaire se simplifie et prend la forme

$$\text{ON} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_f} + \frac{1}{K_a} + \frac{1}{K_i}} \left[J - \beta I_r + \frac{\delta}{K_i} \right],$$

L'existence de fuites ne modifie donc pas le résultat énoncé.

([a]) *Cf.* André Blondel. *La Revue électrique*, 20 novembre 1914.
([b]) *Loc. cit.*
([c]) *Loc. cit.*
([d]) Suivant le procédé décrit plus haut.

Digitized by Google

on a évidemment, en désignant par Z l'impédance $\sqrt{R^2(\omega^2+\tau)^2}$, les deux systèmes d'équations

$$x_2 - U = ZI\cos(\beta-\varphi), \quad x_1 = x_2 - \tau I\sin\varphi;$$
$$y_2 = ZI\sin(\beta-\varphi), \quad y_1 = y_2 - \tau I\cos\varphi.$$

Par quelques transformations, on tire de là

$$(3)\quad x_1x_2+y_1y_2=\left(1-\frac{\tau}{Z}\sin\beta\right)\overline{OE}^2+\frac{\tau}{Z}U(x_2\sin\beta+y_2\cos\beta).$$

Menons par O une droite Ox', faisant avec Ox et au-dessus de lui un angle égal à $\frac{\pi}{2}-\beta$ (fig. 5). Les coordonnées polaires de E par rapport à l'origine O et à l'axe Ox

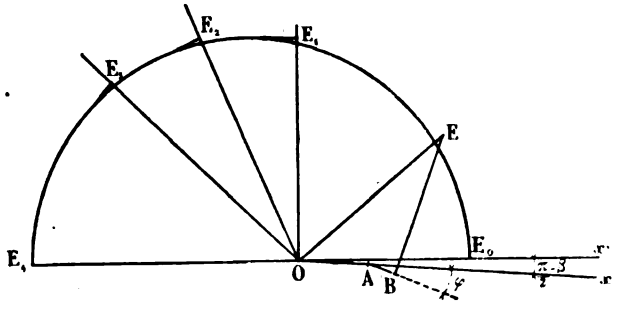


Fig. 5.

étant appelées ρ et ω, on peut écrire l'équation (3) sous la forme

$$(3^{bis})\quad x_1x_2+y_1y_2=\left(1-\frac{\tau}{Z}\sin\beta\right)\rho^2+\frac{\tau}{Z}U\rho\cos\omega.$$

Portant cette valeur de $x_1x_2+y_1y_2$ dans l'équation (2), on en déduit

$$ED=\frac{\tau}{Z}\sin\beta.\rho-\frac{\tau}{Z}U\cos\omega.$$

Nous sommes à présent en mesure de trouver le lieu géométrique cherché. Appuyons-nous pour cela sur le lemme établi plus haut, à savoir que la force électromotrice directe est une fonction linéaire de la composante réactive de l'intensité induite; ceci s'exprime par la relation

$$(4)\qquad OD = A - BI_r,$$

A et B étant des constantes. Étant donné que OD est égal à ρ — DE, on obtient, en tirant ED de l'égalité ci-dessus,

$$(5)\qquad \rho = \lambda - \mu\cos\omega,$$

équation dans laquelle on a posé, pour simplifier l'écriture,

$$\lambda=\frac{A}{1-\frac{\tau-B}{Z}\sin\beta}, \qquad \mu=\frac{\frac{\tau-B}{Z}U}{1-\frac{\tau-B}{Z}\sin\beta}.$$

Théorème. — Le lieu géométrique du point E est un limaçon de Pascal.

Ce lieu peut être construit d'une façon extrêmement aisée, puisqu'il est la polaire par rapport à l'origine d'un cercle dont le centre est sur Ox' à une distance de O égale à $-\mu$ et dont le rayon est égal à λ.

Si l'on se reporte aux égalités qui définissent λ et μ, on remarque qu'on a

$$\lambda > \mu.$$

En effet, la quantité $\frac{\tau-B}{Z}$ est toujours inférieure à l'unité et le rapport $\frac{A}{U}$ supérieur à un. La polaire est donc prise par rapport à un point intérieur au cercle. Cette remarque définit l'aspect général de la courbe.

Sens des variations de I en fonction du déphasage. — D'après ce qu'il a été dit plus haut (1), les coefficients l et τ sont très sensiblement indépendants de l'intensité induite quand on opère à pleine puissance, avec tension aux bornes et excitation constantes. Il en est donc de même de Z et, par suite, on peut écrire

$$\frac{dI}{d\varphi}=\frac{1}{2Z^2I}\frac{d(Z^2I^2)}{d\omega}\frac{d\omega}{d\varphi}.$$

Nous sommes donc ramenés à étudier le signe de $\frac{d(Z^2I^2)}{d\omega}$ et $\frac{d\omega}{d\varphi}$.

Prenons d'abord la dernière de ces deux quantités. On a

$$\operatorname{tang}\left(\varphi+\frac{\pi}{2}-\beta\right)=\frac{\rho\cos\omega-U}{\rho\sin\omega},$$

et, par suite,

$$d\varphi=-\frac{\cos^2\left(\varphi+\frac{\pi}{2}-\beta\right)}{\rho\sin^2\omega}(\rho-U\cos\omega)\,d\omega.$$

On en conclut

$$\frac{d\omega}{d\varphi}<0,$$

puisque le limaçon est toujours à l'extérieur du cercle décrit sur OA comme diamètre.

Reste à examiner le signe de $\frac{d(Z^2I^2)}{d\omega}$. Or des deux égalités

$$\rho=\lambda-\mu\cos\omega,$$
$$Z^2I^2=\rho^2+U^2-2\rho U\cos\left(\omega+\frac{\pi}{2}-\beta\right),$$

(1) Puisque $J-\alpha I_r$ varie très peu, et que l et τ ne dépendent que faiblement de $J-\alpha I_r$. Ces deux causes se superposent.

Digitized by Google

on tire, si $0 < \omega < \beta$,

$$\frac{1}{2}\frac{d(Z^2I^2)}{d\omega} = \left[\rho - U\cos\left(\omega + \frac{\pi}{2} - \beta\right)\right]\mu\sin\omega + \rho U\sin\left(\omega + \frac{\pi}{2} - \beta\right).$$

Chacun des termes du second membre est positif, de sorte qu'on a

$$\frac{d(Z^2I^2)}{d\omega} > 0.$$

Le cas de ω négatif ne se rencontre pas en pratique, car il correspond à une valeur du déphasage supérieure au maximum réalisé dans l'industrie.

Nous sommes donc amenés à énoncer le résultat suivant :

Théorème II. — L'intensité efficace qui parcourt l'induit décroît constamment quand le décalage varie de 0 à $\frac{\pi}{2}$.

Il en est de même a fortiori de la puissance fournie par la machine et la loi de décroissance est donnée par le tracé du limaçon.

Le problème est donc entièrement résolu pour toute machine dont on connaît les trois quantités $\frac{\lambda}{U}$, $\frac{\mu}{U}$ et β, et l'on peut énoncer que :

Théorème III. — Trois paramètres seulement, à savoir $\frac{\lambda}{U}$, $\frac{\mu}{U}$ et β, interviennent dans la loi qui régit les variations relatives de l'intensité induite en fonction du déphasage.

Ce dernier théorème mérite particulièrement l'attention. Il jette sur la théorie de M. Blondel un jour nouveau. En effet, aux paramètres R, l, τ, A, B, β, il substitue les trois quantités $\frac{\lambda}{U}$, $\frac{\mu}{U}$ et β et montre que ce sont elles qui jouent le rôle essentiel. Encore, la dernière est-elle extrêmement voisine de $\frac{\pi}{2}$, de sorte que son influence est peu variable. Nous sommes donc amenés à penser que les deux paramètres $\frac{\lambda}{U}$ et $\frac{\mu}{U}$ pourraient recevoir le nom de *paramètres caractéristiques ;* ils permettent de classer les alternateurs par catégorie et d'étudier leur fonctionnement à pleine charge.

Dans un prochain travail, je développerai et poursuivrai ces conclusions.

Je me bornerai aujourd'hui à montrer, sur un cas particulier choisi comme exemple, l'application des résultats obtenus plus haut.

III. — Applications et exemples. — Résumons les divers résultats obtenus dans le cours de cette étude, et, pour chacun d'eux, donnons un exemple d'application.

A. Puissance transmise par les feeders. — *a. Feeders courts.* — La réduction de puissance provoquée par un accroissement anormal du déphasage est donnée par la formule

$$\text{(I)} \qquad \frac{W}{W_m} = \frac{\cos\varphi_m}{\cos\varphi}.$$

b. Feeders longs. — La réduction de puissance est donnée par la formule

$$\text{(II)} \qquad \frac{W}{W_m} = \frac{1 + \operatorname{tang}\varphi_m \operatorname{tang}\theta}{1 + \operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang}\theta},$$

dans laquelle l'angle θ est donné par

$$\operatorname{tang}\theta = \frac{\omega\lambda}{\rho},$$

λ et ρ étant respectivement le coefficient de self-induction et la résistance du feeder. La réduction de puissance est donc fonction non seulement de φ et φ_m, mais encore de θ ; il est clair qu'elle croît avec θ. Pour représenter cette fonction de trois variables indépendantes, on peut avoir recours à un abaque. Dans ce but, on remarque que les trois points

$$x_0 = -\operatorname{tang}\varphi, \qquad y_0 = 0;$$
$$x_1 = -\operatorname{tang}\varphi_m, \qquad y_1 = 1;$$
$$x = \cos\theta, \qquad y = \frac{1}{1 - \frac{W}{W_m}}$$

sont en ligne droite. On est ainsi conduit à l'abaque tracé sur la figure 6.

Il suffit, pour se servir de cet abaque, de joindre les

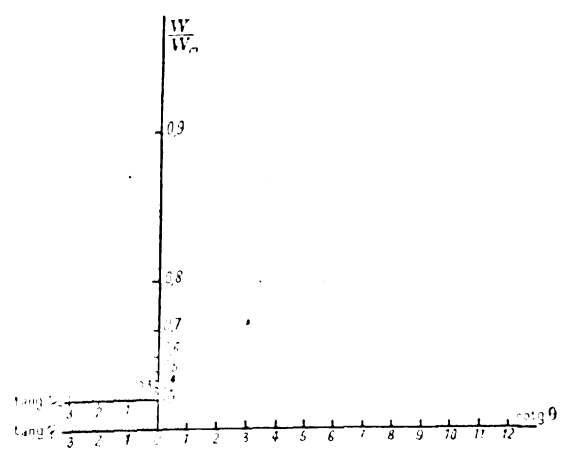


Fig. 6.

points qui, sur l'échelle des φ et celle des φ_m, correspondent respectivement à φ et à φ_m ; sur la droite ainsi obtenue, le point qui a pour abscisse cot θ a pour

Digitized by Google

ordonnée le rapport cherché $\frac{W}{W_m}$, l'axe des y ayant été gradué en conséquence.

Montrons l'application des formules (I) et (II) à un exemple. Prenons

$$\varphi = 30°, \qquad \varphi_m = 60°.$$

La formule (I) donne

$$\frac{W}{W_m} = 0{,}54.$$

La formule (II) exige que l'on connaisse θ. La valeur

$$\operatorname{tang}\theta = 2$$

paraît correspondre [1] au maximum que peut atteindre θ dans la pratique. Si l'on adopte cette valeur, l'abaque de la figure 6 donne

$$\frac{W}{W_m} = 0{,}48.$$

B. Puissance formée par les alternateurs. — *a. L'excitation n'est pas limitée.* — Dans ce cas, la réduction de puissance provoquée par un déphasage excessif est donnée par la formule

$$\text{(I)} \qquad \frac{W}{W_m} = \frac{\cos\varphi}{\cos\varphi_m}.$$

b. L'excitation est limitée à une valeur J_m. — Dans ce cas, qui est le plus général, nous poserons

$$\text{(III)} \qquad \frac{W}{W_m} = t\,\frac{\cos\varphi}{\cos\varphi_m}.$$

Comme nous l'avons dit plus haut, le tracé du limaçon fixe la loi de variation de $\frac{W}{W_m}$ c'est-à-dire qu'il permet d'obtenir l'expression de t.

En effet, sur le diagramme de la figure 2, on lit de toute évidence

$$\text{(6)} \qquad t = \frac{\sqrt{\frac{\rho^2}{U^2} - \cos^2\psi} - \sin\psi}{\sqrt{\frac{\rho^2_m}{U^2} - \cos^2\psi_m} - \sin\psi_m},$$

en désignant respectivement par ψ et ψ_m les angles

$$\varphi + \frac{\pi}{2} - \beta \quad \text{et} \quad \varphi_m + \frac{\pi}{2} - \beta.$$

Il suffit donc, pour connaître t, de calculer ρ et ρ_m, qui se déduisent l'un et l'autre du tracé du limaçon.

[1] Cette valeur a été calculée par M. Brylinski.

Considérons, par exemple ρ; il est obtenu en éliminant ω entre les deux relations

$$\text{(7)} \qquad \begin{cases} \dfrac{\frac{\rho}{U}\cos\omega - 1}{\frac{\rho}{U}\sin\omega} = \operatorname{tang}\psi, \\ \dfrac{\rho}{U} = \dfrac{\lambda}{U} - \dfrac{\mu}{U}\cos\omega, \end{cases}$$

dont la première est évidente sur le diagramme et dont la seconde est l'équation du limaçon.

On obtient ρ_m de façon toute semblable.

Autrement dit, il suffit pour obtenir t d'éliminer ρ, ρ_m, ω et ω_m entre l'équation (6), les deux équations (7) et les deux équations obtenues en remplaçant dans ces dernières ρ par ρ_m, ω par ω_m et ψ par ψ_m. Sans insister sur les conditions algébriques de cette élimination, qui fera l'objet d'un prochain travail, montrons l'application des formules ci-dessus à un cas tiré de la pratique, celui de l'alternateur Thomson-Houston déjà cité plus haut.

Pour cette machine, le rapport $\frac{A}{U}$ a la valeur 1,4. Calculons la chute de puissance quand le cosinus du déphasage tombe de 0,62 à 0,22. La courbe de la figure 7

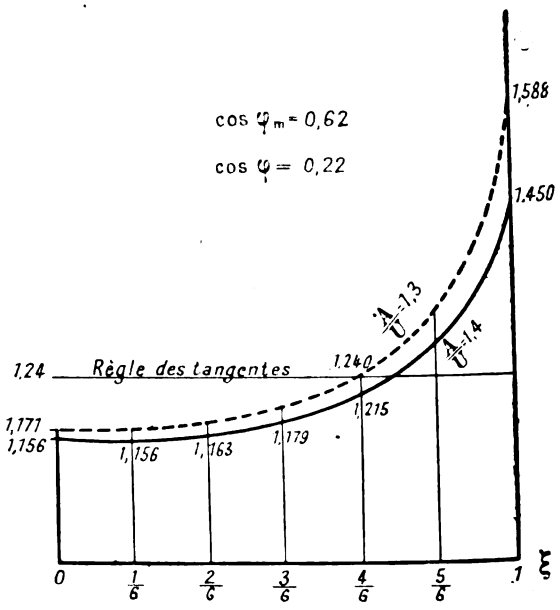


Fig. 7.

montre en ordonnées les valeurs du rapport $\frac{I_m}{I}$; on voit que, suivant les valeurs d'une certaine quantité ξ qui est fonction de la réaction transversale et a été portée en abscisse, le rapport $\frac{I_m}{I}$ affecte des valeurs diverses comprises entre 1,450 et 1,156. Dans le cas de l'alternateur

Digitized by Google

Thomson-Houston, indiqué ci-dessus, ξ est voisin de $\frac{2}{3}$ et, par suite, $\frac{I_m}{I}$ est au voisinage de 1,215.

On a alors

$$\frac{W_m}{W} = 1{,}215\,\frac{\cos\varphi_m}{\cos\varphi} = 1{,}215\,\frac{0{,}62}{0{,}22},$$

c'est-à-dire :

$$\frac{W_m}{W} = 0{,}292.$$

On a porté sur la figure 7 une droite horizontale correspondant à la règle des tangentes indiquée par M. Picou à titre de première approximation et lieu des points pour lesquels se trouve réalisée la condition

$$I \sin\varphi = I_m \sin\varphi_m.$$

En comparant l'ordonnée de cette droite à l'ordonnée maximum de la courbe, on voit que le rapport

$$\frac{I \sin\varphi}{I_m \sin\varphi_m}$$

est au plus égal à 1,17. Étant donné que ξ reste toujours notablement inférieur à l'unité, on vérifie donc, sur ce cas particulier, l'assertion qui nous a servi de point de départ (1) et d'après laquelle la variation relative de l'intensité réactive ne saurait excéder 25 pour 100 dans les conditions de fonctionnement que nous avons choisies.

Conclusions. — Ainsi, sans sortir du domaine de la réalité, nous aboutissons à des valeurs extrêmement basses du rapport $\frac{W}{W_m}$. Les chiffres ci-dessus, et tout particulièrement le dernier, méritent, comme nous le disons en commençant, d'attirer l'attention des pouvoirs publics. Ils expriment d'une manière frappante les inconvénients que présentent un accroissement du déphasage et la réduction de puissance utile qui en résulte. Mettre cette conclusion en lumière était le but principal de cette étude.

A. Léauté,
Répétiteur de Physique à l'École polytechnique.

Revues, analyses et informations

Comité électrotechnique français.

Séance du 29 avril 1918.

La séance est ouverte à 14 h. 30 sous la présidence de M. E. Brylinski, président du Comité.

Etaient présents : MM. Armagnat, Berthelot, Blondin, Boucherot, Brylinski, David, Eschwege, Grosselin, Guilbert, Guittard, Hillairet, Janet, Larnaude, Legouez, Meyer (F.), Perrin, Ragonot, Rey, Rochegrandjean, Zetter.

Se sont excusés : MM. Cordier, Fontaine, Meyer (M.), Paré et Pouquet.

I. — Procès-verbal. — Le procès-verbal de la dernière séance (1) est lu et adopté sans observation.

II. — Admission de nouvelles sociétés. — Le Comité prononce l'admission et fixe le nombre des mandataires des sociétés suivantes :

Union des Voies ferrées d Intérêt local de France, 4 mandataires ;

Chambre syndicale des Forces hydrauliques, 2 mandataires.

III. — Procédure pour saisir les sociétés adhérentes des questions étudiées par le Comité. — M. le Président rend compte de la réunion tenue le 21 mars par la Commission chargée d'examiner la question.

Le Comité décide que les documents envoyés aux membres du Comité et concernant les questions à l'étude seront adressés également aux sociétés adhérentes.

IV. — Projet de réunion de la Commission électrotechnique internationale. — M. le Président rappelle que le Bureau central avait demandé à ce sujet l'avis du Comité. Celui-ci avait estimé que, si une suite devait être donnée au projet, la réunion ne devrait comprendre que des représentants des pays alliés et se tenir à Paris.

Depuis la dernière séance du Comité, une lettre du Bureau central a fait savoir que la réunion de la Commission présenterait de très grandes difficultés, et qu'il semblait préférable, pour le moment, de continuer à traiter les questions par correspondance.

V. — Supports et culots a vis pour lampes a incandescence. — M. Zetter rend compte de l'examen qu'il a fait du tableau comparatif de dimensions envoyé par le Bureau central. Un rapport de M. Chappmann avait été annoncé par le Bureau central, mais ce rapport n'est pas encore parvenu, et il convient de l'attendre avant de présenter des observations.

VI. — Cables armés isolés au papier imprégné. — M. le Président informe le Comité qu'il a reçu une lettre de la Société française des Electriciens lui signalant que les spécifications adoptées par le Comité ont donné lieu à quelques observations de la part des fabricants et des exploitants.

(1) Dans un prochain travail, nous établirons ce résultat d'une façon plus générale.

(1) *R. G. E.*, 18 mai 1918, t. III, p. 720

Digitized by Google

M. le Président fait remarquer que le délai imparti aux sociétés adhérentes pour présenter leurs observations est déjà expiré depuis un mois environ; mais que le Comité décidera s'il y a lieu de modifier le texte en tenant compte des observations qui vont lui être présentées.

M. Grosselin communique les demandes de modifications qui portent particulièrement sur les points suivants : dans les renseignements à fournir par l'offre et la demande d'un câble, indication de la longueur du câble enroulé sur chaque touret; dans les spécifications des éléments constitutifs du câble, précision à apporter pour l'enveloppe en plomb; dans les prescriptions sur les densités de courant dans les câbles, limitation de la densité admissible à x mm^2.

Après examen des demandes, le Comité décide d'en tenir compte dans la rédaction du texte définitif.

VII. — Tensions de transport et de distribution. — Il est donné lecture de la circulaire du ministre des Travaux publics en date du 1er avril 1918 sur l'Uniformisation des tensions dans les distributions publiques d'énergie électrique.

M. le Président constate avec satisfaction que le ministre a adopté des tensions recommandées par le Comité.

La séance est levée à 15 h. 45.

Etude théorique et expérimentale sur les aubages de turbines [1].

Les études de l'auteur sur le rôle des pertes dans les aubages récepteurs l'ont conduit à examiner, au point de vue théorique, l'influence des différents facteurs qui paraissent influer sur ces pertes; il a exécuté ensuite plusieurs vérifications expérimentales et en a tiré les conclusions suivantes :

1° *Frottements sur les parois; vitesse de la vapeur; surchauffe; jeux entre aubages.* — Tous ces facteurs n'ont qu'une influence très faible.

2° Au contraire, les éléments ci-après influent notablement sur les pertes ou le fonctionnement des aubages. Ce sont :

a) *La largeur du secteur d'injection.* — Les pertes augmentent très vite dès que cette dimension descend au-dessous de trois à cinq fois le pas de l'ailetage.

b) *La hauteur des aubes.* — Les pertes augmentent très vite dès que cet élément est inférieur environ à 2,5 fois le pas.

c) *Forme du canal de l'aubage.* — Même avec les aubages d'action, la veine de vapeur subit une compression importante en traversant l'aubage, ce qui fait varier sa section droite. Le vide qui peut se former entre la veine et la paroi est rempli de tourbillons dissipateurs d'énergie; en donnant au canal une section variable, M. Poincet est arrivé à diminuer sensiblement ces pertes.

d) *Angle d'attaque.* — La perte à l'entrée des aubages due à l'angle d'attaque a pour valeur principale relative le carré du sinus de cet angle, ceci est conforme au théorème des quantités de mouvement et est vérifié expérimentalement.

La valeur absolue de cet angle peut modifier profondément le régime d'écoulement, dans le cas des aubages placés à la suite les uns des autres, comme c'est le cas pour les étages des turbines à plusieurs chutes de vitesse.

Dès que l'angle d'attaque dépasse 10° ou 15°, il devient impossible de réaliser un régime d'écoulement par action.

Les premiers aubages rencontrés par le fluide à la sortie des distributeurs travaillent alors en diffuseurs et les derniers en détendeurs.

L'auteur assimile le fonctionnement complexe de l'ensemble à celui d'une tuyère convergente-divergente à portion divergente prolongée, pour lesquelles des expériences classiques ont mis en évidence des phénomènes analogues.

L'ensemble du travail de M. Poincet apporte à la technique des turbines à vapeur une contribution intéressante, car la documentation sur ce sujet est restreinte, les constructeurs étant portés, tout naturellement, à ne pas publier les recherches qu'ils ont pu entreprendre dans cette voie.

L'étude de M. Poincet qui vise surtout à simplifier les machines en réalisant le même coefficient économique avec un nombre d'étages très réduit, présente un caractère tout particulier d'actualité.

[1] Poincet. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 17 juin 1918, t. clxvi, p. 989.

Sur une unité radiothérapique de quantité [1].

Dans les traitements radiothérapiques, on doit mesurer avec le plus de soin et d'exactitude possible la quantité de rayons X appliquée dans chaque cas.

Toutes les unités employées jusqu'ici sont basées sur une réaction cutanée et, par conséquent, sur un élément essentiellement variable.

M. H. Bordier a cherché à réaliser une unité basée sur une réaction physicochimique ; il a trouvé qu'une solution d'iodoforme dans le chloroforme au titre de 2 pour 100 subissait, sous l'influence des rayons X, une modification pouvant être déterminée par la balance. Les rayons X agissent sur cette solution en libérant de l'iode dont le poids peut servir à mesurer la quantité de rayons X ayant agi sur la solution. Les expériences de M. Bordier, aidé par M. Galimard, lui ont montré que l'effet des rayons X libère de la solution une quantité d'iode proportionnelle au temps d'irradiation. Ces observations ont conduit l'auteur à définir une nouvelle unité radiothérapique qui est la quantité de rayons X capable de mettre en liberté $\frac{1}{10}$ de milligramme d'iode dans 1 cm^3 d'une solution chloroformique d'iodoforme à 2 pour 100, sous l'épaisseur de 1 cm et à l'abri de la lumière.

Cette nouvelle unité repose sur des données physicochimiques précises et, par conséquent, ne présente pas les caractères de variabilité des prétendues unités employées jusqu'ici.

[1] H. Bordier. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 29 juillet 1918, t. clxvii, p. 214.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Quelques particularités de fonctionnement de deux moteurs asynchrones couplés en cascade

Dans cet article, l'auteur a pour but de montrer le mécanisme du fonctionnement de deux moteurs asynchrones en cascade en réalisant les différents modes de couplage que l'on peut envisager.

L'emploi des moteurs en cascade trouvant d'assez fréquentes applications dans le cas où l'on désire obtenir plusieurs vitesses de régime sans pertes inutiles d'énergie, il nous a semblé utile d'examiner les conditions de fonctionnement de moteurs ainsi montés.

Avant d'aborder les divers modes de couplage en cascade, établissons en quelques mots les analogies et les différences essentielles de fonctionnement d'un moteur asynchrone, suivant qu'il est alimenté par le stator ou par le rotor.

1° Alimentation par le stator. — On sait que quatre flux sont à considérer :

1° Flux du stator à travers le stator ou flux primaire;
2° Flux du stator à travers le rotor;
3° Flux propre du rotor à travers le rotor;
4° Flux du rotor à travers le stator ou flux secondaire.

Le rotor étant entraîné *dans le sens du champ tournant primaire*, la fréquence des courants qui y sont induits passe de la valeur de celle du réseau à l'arrêt, à zéro au synchronisme.

Ces courants produisent le flux propre du rotor, flux qui tourne autour de lui et dans le même sens que son sens de rotation. On voit immédiatement que ce flux, de même que celui du rotor à travers le stator, tourne toujours au synchronisme par rapport au stator et peut, par conséquent, se composer géométriquement avec le flux primaire.

On peut donc représenter schématiquement le fonctionnement de la façon suivante :

Flux stator à travers stator (primaire) tourne au synchronisme et produit :

Flux stator à travers rotor, tourne au synchronisme, induit des courants dans le rotor qui produisent:

Flux rotor à travers rotor, tourne avec une vitesse variant du synchronisme à zéro par rapport au rotor et toujours au synchronisme par rapport au stator et produit:

Flux rotor à travers stator, tourne dans le même sens que le flux primaire et s'oppose à ce dernier.

2° Alimentation par le rotor. — Nous aurons également quatre flux à considérer :

1° Flux rotor à travers rotor ou flux primaire;
2° Flux rotor à travers stator;
3° Flux propre du stator à travers stator;
4° Flux stator à travers rotor ou flux secondaire.

L'alimentation du rotor crée dans ce dernier un flux tournant toujours au synchronisme par rapport au rotor, mais celui-ci étant entraîné *en sens inverse du flux qu'il produit*, le flux du rotor à travers le stator tourne au synchronisme à l'arrêt et est fixe au synchronisme. Il en est de même du flux du stator à travers le stator.

Ce dernier induit finalement dans le rotor des courants ayant toujours la fréquence du réseau et, par suite, un flux se composant géométriquement avec le flux primaire.

On peut donc représenter schématiquement le fonctionnement de la façon suivante :

Flux rotor à travers rotor (primaire), tourne au synchronisme par rapport au rotor et produit :

Flux rotor à travers stator, tourne au synchronisme à l'arrêt et est fixe au synchronisme, produit :

Flux propre du stator à travers stator, même genre que le précédent, produit :

Flux stator à travers rotor, induit des courants dans le rotor, toujours de même fréquence que ceux du réseau.

En résumé, si l'on appelle primaire le circuit relié au réseau, et secondaire le circuit relié au rhéostat, les phénomènes résultants (composition des flux tournants au synchronisme) sont les mêmes, que le primaire soit le stator ou le rotor, quoique les transformations intermédiaires soient différentes.

Ceci nous permettra de voir qu'il y a analogie dans ce qui suit lorsqu'on couple les moteurs en les alimentant par le stator ou le rotor.

Passons maintenant au couplage en cascade.

1° Couplage direct. — Appelons moteur principal celui qui est relié au réseau et moteur auxiliaire celui qui est alimenté à travers le premier.

Digitized by Google

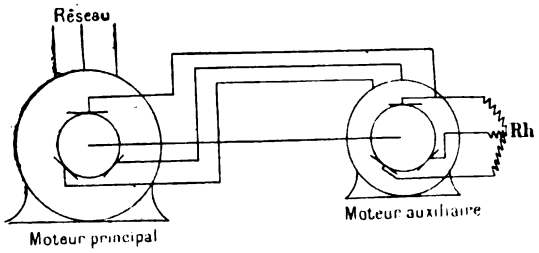
Nous dirons alors que le couplage sera direct si les couples donnés, soit par le moteur principal alimenté seul, soit par le moteur auxiliaire alimenté à travers le premier, sont de même sens.

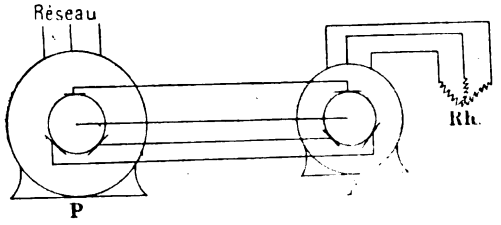
Nous allons voir que, dans ce cas, quelle que soit la façon dont on relie le moteur principal au moteur auxiliaire, et dont on alimente l'ensemble, celui-ci tournera à vide à une vitesse correspondant au synchronisme d'un champ ayant la somme du nombre de pôles des deux moteurs.

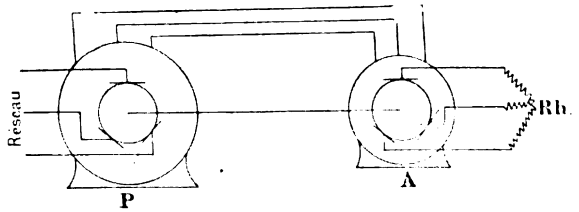
On peut imaginer les couplages suivants :

a) Moteur principal alimenté par le stator ; Moteur auxiliaire alimenté par le stator (fig. 1).

b) Moteur principal alimenté par le stator ; Moteur auxiliaire alimenté par le rotor (fig. 2).







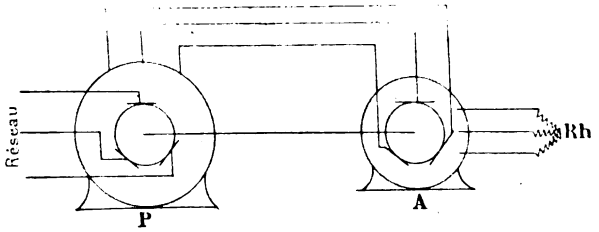


Fig. 1, 2, 3 et 4. — Différentes façons de coupler en cascade deux moteurs triphasés.

c) Moteur principal alimenté par le rotor ; Moteur auxiliaire alimenté par le stator (fig. 3).

d) Moteur principal alimenté par le rotor ; Moteur auxiliaire alimenté par le rotor (fig. 4).

Les mêmes combinaisons pourraient être effectuées en prenant ensuite le moteur auxiliaire comme moteur principal et vice versa.

Il y aurait donc huit combinaisons en tout ; elles seraient toutes équivalentes au *point de vue de la vitesse à vide du système*.

Prenons le cas *a*) et soit :

f la fréquence du courant du réseau ;

p le nombre de pôles du moteur principal ;

p' le nombre de pôles du moteur auxiliaire ;

f' la fréquence du courant dans le rotor du moteur principal (égale, dans le cas envisagé à celle des courants dans le stator du moteur auxiliaire) ;

V la vitesse angulaire en tours par seconde du groupe.

La vitesse de synchronisme du moteur principal sera $\frac{2f}{p}$.

La fréquence du courant dans le rotor du moteur principal sera

$$f' = f - V\frac{p}{2}.$$

La vitesse de synchronisme du moteur auxiliaire sera

$$\frac{2f'}{p'} = \frac{2f}{p'} - V\frac{p}{p'}.$$

A vide, la vitesse de l'ensemble sera égale à la vitesse de synchronisme du moteur auxiliaire ; donc

$$V = \frac{2f}{p'} - V\frac{p}{p'},$$

d'où l'on tire

$$V = \frac{2f}{p + p'},$$

c'est-à-dire que la vitesse de synchronisme de l'ensemble est celle d'un moteur ayant la somme du nombre de pôles des deux moteurs considérés.

D'après ce que nous avons dit du fonctionnement du moteur alimenté par le rotor, il est facile de voir que les montages *b*), *c*) et *d*) conduiraient au même résultat au point de vue de la vitesse à vide du système.

L'équilibre du système à vide à une vitesse inférieure à celle du synchronisme du moteur principal s'explique facilement : supposons en effet que l'ensemble tende à dépasser la vitesse V ; la fréquence du courant du rotor du moteur principal diminuera et, par suite, le moteur auxiliaire deviendrait générateur asynchrone ; il opposerait sa tension à celle du rotor du moteur principal, dont le courant serait par suite annulé, et le couple moteur cessant d'exister, le système retomberait à la vitesse V.

On verrait également facilement que, quel que soit le moteur relié au réseau, dès que la vitesse V serait atteinte, cette vitesse correspondrait précisément à la

Digitized by Google

vitesse de synchronisme du moteur auxiliaire pour la fréquence des courants qui lui seraient fournis à ce moment à travers le moteur principal.

Donc, ainsi que nous le disions plus haut, quelle que soit l'une des huit combinaisons envisagées, le résultat atteint au point de vue de la vitesse à vide serait le même.

Prenons par exemple deux moteurs à 6 et 2 pôles alimentés sous 50 p : sec.

L'ensemble devra tourner à 750 t : min.

Si on alimente par le moteur à 6 pôles, la fréquence des courants fournis par son rotor à 750 t : min sera 12,5 p : sec, et la vitesse de synchronisme du moteur à 2 pôles à cette fréquence sera aussi 750 t : min.

Si on alimente par le moteur à 2 pôles, la fréquence des courants fournis par son rotor à 750 t : min sera $\frac{3000 - 750}{3000} \times 50 = 37{,}5$ p : sec et la vitesse du moteur à 6 pôles pour cette fréquence sera aussi 750 t : min.

Cherchons à nous rendre compte du dimensionnement relatif des deux moteurs ; supposons que l'on alimente par le moteur à 6 pôles : soit U la tension d'alimentation ; supposons que l'on construise son rotor pour qu'à l'arrêt il fournisse une tension quatre fois plus grande $4U$; arrivé à 750 t : min, la tension disponible à son rotor sera U.

Le courant normal du stator étant I, le courant normal du rotor (au courant magnétisant près) sera $\frac{I}{4}$; le moteur auxiliaire devra donc absorber une puissance $\frac{UI}{4}$ et cela à la fréquence 12,5 p : sec ; à 50 p : sec, il pourra donc absorber une puissance $\frac{I}{4} \times 4U = UI$; il aura donc la même *puissance apparente* à la même fréquence.

En ce qui concerne le glissement, il est facile de voir qu'il est plus faible pour l'ensemble que pour chacun des moteurs séparément car, à mesure que la vitesse diminue, la fréquence aux bornes du moteur auxiliaire augmente.

2° Couplage inverse. — Nous dirons que le couplage sera inverse si les couples fournis, soit par le moteur principal alimenté seul, soit par le moteur auxiliaire alimenté à travers le premier, sont de sens inverse.

Schématiquement, la combinaison *a*) appliquée à ce cas sera donc représentée par la figure 5 ci-contre :

A mesure que l'ensemble prendra de la vitesse, le couple résistant opposé par le moteur auxiliaire diminuera (puisque la tension et la fréquence à ses bornes diminueront) et s'annulera pour la vitesse de synchronisme du moteur principal.

A ce moment, tout se passera comme si l'on avait un seul moteur (principal) dans le rotor duquel on aurait introduit une bobine de self-inductance (moteur auxiliaire) ; l'ensemble se comportera donc simplement comme un très mauvais moteur asynchrone.

Mais supposons que, par une source extérieure d'énergie, on force l'ensemble à dépasser la vitesse de synchronisme du moteur principal.

Nous allons voir qu'alors l'ensemble accélérera de lui-même jusqu'à venir se fixer à une vitesse correspon-

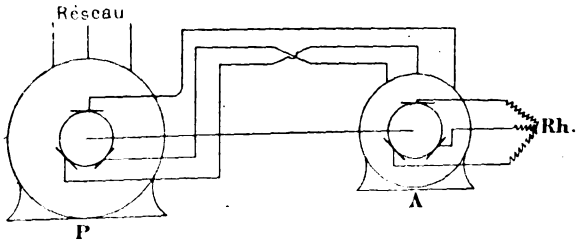


Fig. 5. — Couplage inverse de deux moteurs montés en cascade.

dant au synchronisme d'un champ ayant la différence du nombre de pôles des deux moteurs.

Voyons d'abord mathématiquement qu'une pareille vitesse d'équilibre peut exister.

Prenons les mêmes notations que précédemment.

La vitesse de synchronisme du moteur principal sera $\frac{2f}{p}$.

La fréquence des courants dans le rotor du moteur principal sera

$$f' = \frac{Vp}{2} - f.$$

La vitesse de synchronisme du moteur auxiliaire sera

$$\frac{2f'}{p'} = \frac{Vp}{p'} - \frac{2f}{p'}.$$

Cette vitesse sera aussi celle de l'ensemble V ; donc

$$V = \frac{Vp}{p'} = \frac{2f}{p'},$$

d'où l'on tire immédiatement

$$V = \frac{2f}{p - p'}.$$

On voit donc que la vitesse d'équilibre existe et est celle définie précédemment.

Mais voyons maintenant comment se passent les choses physiquement.

Reprenons le système à la vitesse de synchronisme du moteur principal et donnons-lui la petite impulsion extérieure nécessaire pour lui faire dépasser cette vitesse.

Au premier abord il semble que le moteur principal deviendra générateur asynchrone ; cependant il n'en est rien.

La vitesse de synchronisme ayant été dépassée et le champ du rotor à travers le stator devant toujours

Digitized by Google

tourner au synchronisme, il est évident que le champ propre du rotor à travers le rotor, contrairement à ce qui se passait dans la marche du moteur ordinaire, tournera maintenant en sens inverse du sens de rotation du rotor.

Tout se passe donc comme si l'on avait rétabli les connexions *directes* entre rotor du moteur principal et stator du moteur auxiliaire.

D'autre part, celui-ci tournant à une vitesse supérieure à celle correspondant à la fréquence des courants qui lui sont fournis, devient générateur asynchrone ; il injecte des courants dans le rotor du moteur principal qui ne peut faire qu'accélérer jusqu'à ce que ces courants cessent de lui être fournis (ceci par le fait que le champ propre du rotor tourne en sens inverse du rotor, comme nous l'avons dit).

Il n'y aura donc équilibre qu'au moment où le moteur auxiliaire cessera de fournir des courants, c'est-à-dire lorsque la fréquence des courants reçus du rotor du moteur principal correspondra exactement à sa vitesse de rotation.

Il est facile de voir que cette vitesse correspond exactement au synchronisme d'un champ ayant la différence du nombre de pôles des deux moteurs.

Reprenons nos moteurs à 6 et à 2 pôles — différence 4, vitesse de synchronisme sous : 50 p : sec, 1500 t : min dans le couplage inverse.

A cette vitesse, le rotor du moteur à 6 pôles fournira 25 p : sec, fréquence qui correspond à 1 500 t : min pour le moteur à 2 pôles.

Nous voyons donc que le moteur principal reste moteur au-dessus du synchronisme, ce qui paraissait paradoxal au premier abord.

Il est facile de voir que la vitesse atteinte est également une vitesse stable.

On peut faire une comparaison de ce qui se passe ici, avec un cas analogue en courant continu.

Prenons 2 moteurs shunt reliés en série et alimentés sous tension constante ; supposons en outre que les flux

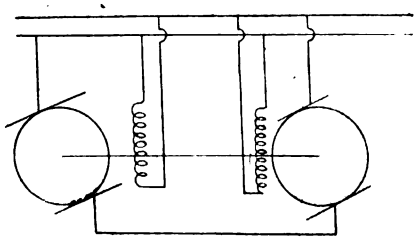


Fig. 6.

des deux moteurs soient les mêmes et restent constants (fig. 6).

Si les induits sont reliés de façon à donner des couples de même sens, l'ensemble se comportera comme un seul moteur ayant la somme du nombre de spires des deux induits ; la tension se répartira entre les deux induits proportionnellement à leur nombre de spires.

Si, au contraire, on connecte les induits de façon à avoir des couples de sens inverse (fig. 7), le moteur ayant le nombre de spires le plus petit deviendra survolteur et l'ensemble prendra une vitesse correspondant à la différence du nombre de spires des deux induits (1).

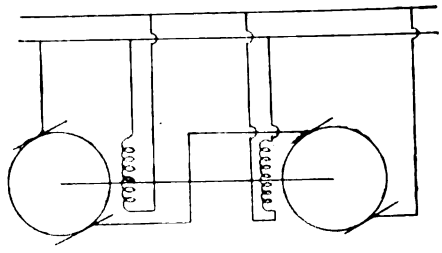


Fig. 7.

Nous avons donc une analogie presque complète avec les moteurs en cascade :

$$\frac{\text{Courant alternatif}}{\text{fréquence}} \quad \text{correspond à} \quad \frac{\text{Courant continu}}{\text{tension}}$$

Nombre de pôles correspond à nombre de spires.

Revenons maintenant aux moteurs en cascade.

Nous avons vu que, pour permettre à l'ensemble d'atteindre la vitesse V correspondant à la différence du nombre de pôles, il a fallu introduire une impulsion extérieure.

Il est évident que cette façon d'opérer n'est pas utilisable pratiquement.

Voyons donc ce qui va se passer si, tout en laissant fixe la connexion reliant le rotor du moteur principal au stator du moteur auxiliaire, nous alimentons ce dernier par son rotor et que nous mettons le rhéostat sur le stator du moteur principal, c'est-à-dire si nous réalisons le schéma de la figure 8.

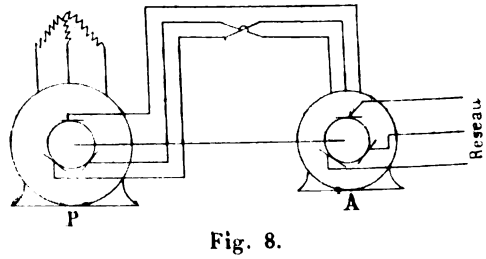


Fig. 8.

(1) Il est évident que, dans le cas du courant continu, on peut agir sur l'excitation du survolteur-dévolteur (moteur à petit nombre de spires) en l'inversant au besoin et obtenir ainsi de grandes variations de vitesse du groupe, tout en laissant le moteur principal sous excitation constante. On aura ainsi un système moteur-survolteur dans lequel, contrairement à ce qui se passe habituellement, le survolteur-dévolteur est entraîné par le moteur même qu'il alimente. Ce cas a d'ailleurs été déjà traité et étudié par un certain nombre d'ingénieurs, et employé avec succès.

Digitized by Google

Nous allons voir que dans ce cas le système atteindra de lui-même la vitesse V.

Tout d'abord, il est évident que cette combinaison est équivalente à celle de la figure 9 plus rationnelle et plus commode pour la compréhension des phénomènes.

Examinons ce qui va se passer dans ce cas.

Prenons d'abord le cas où le moteur principal possède

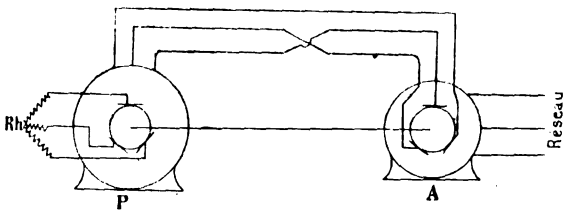


Fig. 9.

le plus grand nombre de pôles ; par cè fait son couple au démarrage sera plus grand que celui du moteur auxiliaire (1) et l'ensemble sera entraîné dans le sens du couple du moteur principal.

Le couple du moteur à plus grand nombre de pôles étant supérieur (toujours dans l'hypothèse nécessaire que la puissance apparente des deux moteurs est approximativement la même), l'ensemble sera entraîné dans le sens de ce couple, c'est-à-dire en sens inverse du couple du moteur alimenté par le réseau.

La tension et la fréquence aux bornes du rotor de celui-ci augmenteront et il est facile de voir que le système accélérera tant que cette fréquence sera supérieure à celle correspondant à la vitesse de rotation du moteur à grand nombre de pôles (devenu moteur auxiliaire).

Le moment où il y aura égalité correspondra précisément à la vitesse V; au-dessus de cette vitesse le moteur P deviendrait générateur asynchrone et, par suite, la vitesse reprendrait la valeur V.

Si nous considérons les moteurs à 6 et 2 pôles et que nous alimentions par ce dernier, nous voyons qu'arrivés à 1 500 t : min la fréquence des courants du rotor du moteur à 2 pôles sera 75 p : sec et le moteur à 6 pôles alimenté sous cette fréquence tournera également à 1 500 t : min.

Ainsi, en alimentant par le moteur auxiliaire, nous arrivons également à une vitesse d'équilibre correspondant à la différence du nombre de pôles des deux moteurs, mais le mécanisme du phénomène dans ce cas est complètement différent du cas précédent.

La puissance apparente des deux moteurs étant la même (ou à peu près) on pourrait laisser théoriquement fonctionner le système suivant le schéma de la figure 8 mais, pratiquement, c'est le moteur principal qui aura été prévu pour la fréquence et la tension du réseau et il faudra, par suite, par un jeu d'inverseurs approprié, revenir rapidement au montage de la figure 5 avant que le système ait ralenti jusqu'à la vitesse de synchronisme du moteur principal (2).

Disons pour terminer que les diverses combinaisons de couplage, séduisantes au premier abord par la multiplicité de vitesses de régime que l'on peut obtenir, ne sont pas très utilisées en pratique, car le facteur de puissance de l'ensemble, en particulier pour le couplage inverse, devient extrêmement faible et limite la puissance du système.

On peut cependant trouver des cas où leur application est intéressante, en particulier lorsque la puissance demandée aux deux vitesses supérieure et inférieure (couplage inverse et direct) est plus faible que la puissance de régime fournie par le moteur principal seul. Ce cas peut se présenter notamment dans les laminoirs.

M. Lapiné,
Ingénieur E. S. E.

(1) Supposons en effet que les rapports de transformation des stators aux rotors des deux moteurs soient égaux à l'unité.

Au démarrage, nous aurons donc les mêmes tensions aux deux stators et, au courant magnétisant près, les mêmes courants. Dans ces conditions c'est évidemment le moteur qui a le plus grand nombre de pôles qui a le couple le plus fort.

(2) On pourrait se demander ce qui va se passer si on couple en cascade inverse deux moteurs ayant le même nombre de pôles.

Théoriquement, il n'y aurait pas de vitesse d'équilibre, et le groupe tendrait à une vitesse infinie.

Mais, pratiquement, les couples des deux moteurs étant sensiblement les mêmes, tout le système reste immobile.

Si, au contraire, le couple du moteur principal est légèrement prépondérant, le système atteindra la vitesse du synchronisme de moteur.

Ou enfin, si c'est le couple du moteur auxiliaire qui est prépondérant, le système tournera dans le sens du couple de ce moteur, mais le courant dans le moteur principal augmentant plus rapidement que dans le moteur auxiliaire (car le rapport de transformation du stator au rotor croit constamment), l'équilibre des couples sera rapidement atteint et le système subira des oscillations.

Digitized by Google

Barres câblées et barres subdivisées dans les machines à courants alternatifs

Dans une première étude (1), *l'auteur a donné des formules pour le calcul des pertes supplémentaires dans les barres câblées logées dans les entailles des machines à courants alternatifs. Ces pertes ont été comparées à celles dans les barres massives. Dans la présente note cette comparaison est étendue aux barres subdivisées, employées plus couramment que les barres massives. L'auteur démontre que, quelle que soit la disposition adoptée, les pertes supplémentaires sont encore de beaucoup plus élevées dans les barres subdivisées que dans les barres câblées. D'autres raisons militent encore en faveur de l'emploi de ce genre de barres, de préférence à tout autre.*

Dans une première étude nous avons développé les formules pour le calcul des pertes supplémentaires dans les barres câblées logées dans les entailles des machines à courants alternatifs. Ces pertes ont été comparées à celles que produisent les courants parasites dans les barres massives. Nous nous proposons aujourd'hui d'étendre cette comparaison aux barres subdivisées.

Les pertes supplémentaires dans les barres subdivisées ont été calculées par A. B. Field dans une étude que nous avons déjà eu l'occasion de citer (2). Field distingue deux dispositions différentes de ces barres : les barres simplement subdivisées et les barres subdivisées avec inversion. Les figures 1 et 2, qui représentent une coupe par les cannelures dans lesquelles sont logés les deux côtés d'une même bobine, feront facilement comprendre la différence entre ces deux dispositions. Dans les deux cas, les conducteurs unitaires dont les barres sont composées sont isolés entre eux tout le long de la bobine, aussi bien dans les cannelures que dans les parties frontales. Il ne saurait, en effet, être question d'isoler les conducteurs unitaires seulement sur la longueur de la cannelure et de les souder ensemble à la sortie; cela ne distinguerait en rien cette barre d'une barre massive. Les courants de Foucault se fermeraient, en effet, par la soudure et la répartition du courant serait la même que dans une barre massive. Les conducteurs unitaires d'une barre câblée, par contre, peuvent sans inconvénient être soudés ensemble à la sortie de la cannelure.

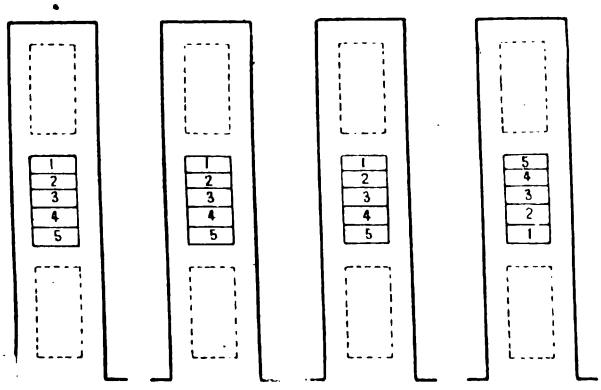


Fig. 1. — Barres simplement subdivisées.

Fig. 2. — Barres subdivisées avec inversion.

Dans la première disposition des barres subdivisées les conducteurs unitaires sont rangés dans le même ordre dans les deux côtés de la bobine; c'est le cas des bobines droites ordinaires. Nous verrons dans la suite que, pour la première barre logée dans le fond de la cannelure, cet arrangement ne présente aucun avantage, quant aux pertes, par rapport aux barres massives. Pour les autres barres les pertes deviennent, toutefois, plus faibles que dans les dernières.

Dans la deuxième disposition l'ordre des conducteurs unitaires est inversé. On y parvient par un renversement pratiqué au milieu de la partie frontale de la bobine. On voit aisément que cet arrangement doit présenter de sérieux avantages sur la première disposition.

Notations. — Dans ce qui suit les notations sont les mêmes que dans l'étude sur les barres câblées. Pour plus de facilité nous les reproduisons ci-après :

K, rapport des pertes en courant alternatif à celles en courant continu;

α, angle d'inclinaison des fils unitaires dans les barres câblées ($\cos\alpha$ compris entre 0,92 et 0,95);

$2a$, largeur totale de la barre en centimètres;

h, hauteur de la barre en centimètres;

b, ouverture de la cannelure en centimètres;

c, hauteur des fils unitaires de la barre câblée en centimètres;

$c' = c \cos\alpha$;

m, numéro d'ordre de la barre considérée, compté depuis le fond de la cannelure;

f, fréquence du courant alternatif en périodes par seconde;

φ, résistivité de la matière du conducteur, C. G. S. (ρ environ 2000 pour du cuivre à 65°).

$$\gamma = 2\pi \sqrt{\frac{f}{\rho}\,\frac{2a}{b}}.$$

(1) E. Roth. Etude sur les pertes supplémentaires dans les barres câblées, *R. G. E.*, 1er septembre 1917, t. II, p. 323.

(2) A. B. Field. Eddy currents in large slot-wound conductors, *Transactions of the A. I. E. E.*, 1905, p. 761.

Digitized by Google

Calcul des pertes dans les barres subdivisées. — D'après Field, il est facile de calculer les pertes dans les deux dispositions de barres subdivisées, sous condition d'un nombre convenable de subdivisions. Pour cela revenons à notre formule du rapport K pour les barres massives (formule 39*a*, *loc. cit.*, p 333).

$$K = \gamma h f_1(\gamma h) + 2m(m-1)\gamma h f_2(\gamma h), \quad (1)$$

où les valeurs de $f_1(\gamma h)$ et $f_2(\gamma h)$ sont à prendre sur la figure 3.

Field (1) démontre que cette formule est encore juste

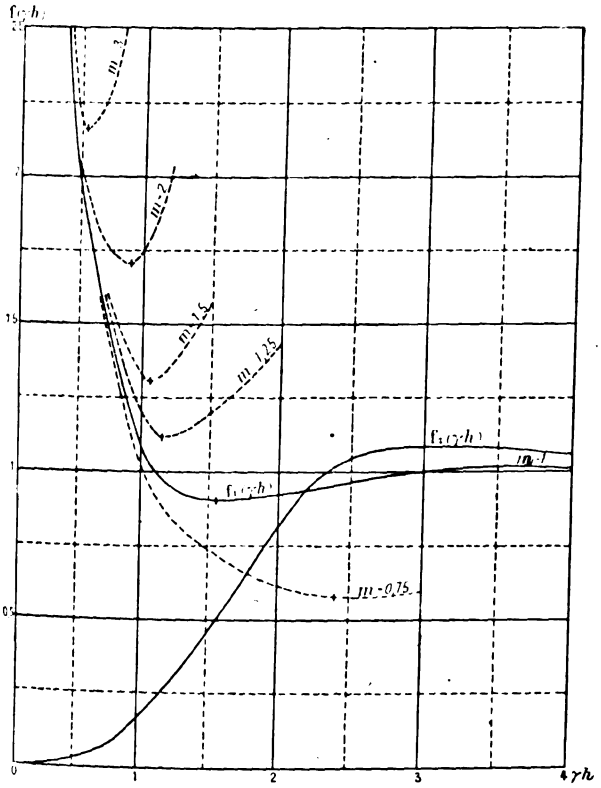


Fig. 3.

pour les barres subdivisées, à condition d'y remplacer m par les expressions suivantes :

$$m' = \frac{m+1}{2}, \quad (2)$$

pour les barres simplement subdivisées et

$$m'' = \frac{m+2}{4}, \quad (3)$$

pour les barres subdivisées avec inversion.

Ainsi, pour une barre simplement subdivisée qui est logée au fond de la cannelure et pour laquelle, par conséquent, $m = 1$, il y a lieu de poser $m' = \frac{1+1}{2} = 1$, ce qui justifie la remarque faite plus haut. Si, au contraire, cette barre est la troisième, par exemple, on a

$$m' = \frac{3+1}{2} = 2,$$

et les pertes ne correspondent dans ce cas qu'à celles que l'on aurait dans une barre massive qui serait la deuxième. De même, si une barre subdivisée avec inversion est la deuxième, on a

$$m'' = \frac{2+2}{4} = 1,$$

et les pertes dans cette barre ne seraient que celles que l'on aurait dans une barre massive qui serait la première.

Exemples. — Nous prendrons les exemples dont nous nous sommes déjà servis (1).

Deux barres câblées ont été étudiées : une barre composée de torons de fils fins (diamètre 1,1 mm) et une autre à fils unitaires massifs (diamètre 5,5 mm), les deux d'une hauteur h de 4 cm. Dans les deux cas l'ouverture b de la cannelure a été de 1,8 cm, la fréquence de 50 p : sec. Pour pouvoir comparer les résultats du calcul avec les essais on avait choisi la valeur de ρ correspondant à la température lors de l'essai. Pour ne pas refaire inutilement des calculs nous allons employer les valeurs admises autrefois pour ρ.

Comparaison entre les barres subdivisées et une barre câblée à torons de fils fins. — PREMIER EXEMPLE DE CALCUL. — Largeur de la barre 0,62 cm,

$$\rho = 2\,620, \quad \gamma = 0,51\ (2).$$

On a

$$\gamma h = 0,51 \times 4 = 2,04,$$

de plus

$$f_1(\gamma h) = 0,93 \quad \text{et} \quad f_2(\gamma h) = 0,85,$$

et pour $m = 1$:

$$m' = \frac{1+1}{2} = 1, \qquad m'' = \frac{1+2}{4} = 0,75,$$

pour $m = 2$:

$$m' = \frac{2+1}{2} = 1,5, \quad m'' = \frac{2+2}{4} = 1,$$

pour $m = 3$:

$$m' = \frac{3+1}{2} = 2, \qquad m'' = \frac{3+2}{4} = 1,25,$$

ce qui donne par l'emploi de la formule (1)

(1) A. B. FIELD. *Loc. cit.*, p. 785-786.

(1) *Loc. cit.*, p. 335.
(2) *Loc. cit.*, p. 334.

Digitized by Google

pour la *barre massive* :

pour $m = 1$: $K = 2{,}04 \times 0{,}93 = 1{,}90$,
pour $m = 2$: $K = 1{,}9 + 4 \times 2{,}04 \times 0{,}85 = 6{,}94$,
pour $m = 3$: $K = 1{,}9 + 12 \times 2{,}04 \times 0{,}85 = 22{,}70$.

Pour la *barre simplement subdivisée* et pour $m = 1$:

$m' = 1$, $K = \quad = 1{,}90$;

pour $m = 2$:

$m' = 1{,}5$, $K = 1{,}9 + 1{,}5 \times 2{,}04 \times 0{,}85 = 4{,}50$;

pour $m = 3$:

$m' = 2$ $K = \quad = 6{,}94$;

Pour la *barre subdivisée avec inversion* et pour $m = 1$:

$m' = 0{,}75$, $K = 1{,}9 - 0{,}375 \times 2{,}04 \times 0{,}85 = 1{,}25$;

pour $m = 2$:

$m' = 1$, $K = \quad = 1{,}90$;

pour $m = 3$:

$m' = 1{,}25$, $K = 1{,}9 + 0{,}625 \times 2{,}04 \times 0{,}85 = 2{,}99$.

Les valeurs trouvées autrefois pour la *barre câblée à torons de fils fins* étaient

pour $m = 1$: $K = 1{,}11$,
pour $m = 2$: $K = 1{,}11$,

à laquelle nous pouvons ajouter, comme il est facile de le vérifier,

pour $m = 3$: $K = 1{,}13$.

Ces chiffres donnent le tableau suivant pour K.

Tableau I.

m	BARRE MASSIVE	BARRE SUBDIVISÉE		BARRE CABLÉE A FILS FINS
		simple	inversée	
1	1,90	1,90	1,25	1,11
2	6,94	4,50	1,90	1,11
3	22,70	6,94	2,99	1,13

Autre exemple de comparaison entre les barres subdivisées et les barres câblées. — Largeur de la barre $2a = 0{,}9$ cm,

$$\rho = 1\,990, \quad \gamma = 0{,}704;$$
$$\gamma h = 2{,}82, \quad f_1(\gamma h) = 0{,}99, \quad f_2(\gamma h) = 1{,}08.$$

Les valeurs de ρ et de γ étant sensiblement celles que l'on rencontre le plus souvent en pratique, nous ajouterons les valeurs de K pour la même barre, mais constituée par des fils de 2 mm et de 1,1 mm, épaisseurs de fils employées très couramment. La barre avec fil unitaire de 5,5 mm d'épaisseur n'a en effet été câblée que pour les besoins de la vérification de la théorie, par opposition avec une barre composée de fils fins; elle ne peut donc constituer un exemple pratique. Nous ne donnerons toutefois pas les détails des calculs de K pour les épaisseurs de 2 mm et 1,1 mm; ceux-ci sont faciles à vérifier à l'aide de nos formules. Quant aux valeurs de K pour les barres massives et les barres subdivisées, elles ont été obtenues par un calcul analogue au précédent.

Nous obtenons le tableau suivant pour K.

Tableau II.

m	BARRE MASSIVE	BARRE SUBDIVISÉE		BARRE CABLÉE		
		simple	inversée	fils de 5,5 mm	fils de 2 mm	fils de 1,1 mm
1	2 80	2 80	1 66	1 25	1 19	1 14
2	15 90	7 40	2 80	2 06	1 27	1 16
3	39 30	15 00	4 70	3 60	1 45	1 21

Ces deux tableaux démontrent clairement le grand avantage que présente l'emploi de barres câblées, même comparé à celui de barres subdivisées avec inversion. L'avantage est surtout marqué pour le troisième conducteur dans lequel, même avec inversion, les pertes sont respectivement $\frac{4{,}7}{1{,}45} = 3{,}25$ et $\frac{4{,}7}{1{,}21} = 3{,}88$ fois plus fortes que dans les barres câblées avec fils unitaires de 2 mm et de 1,1 mm. Notons que les barres câblées peuvent aussi être subdivisées, avec ou sans inversion. Pour des raisons pratiques les barres câblées sont presque toujours subdivisées, sans inversion; celle-ci présente pour ces barres un intérêt très faible, comme on peut s'en convaincre en remplaçant dans les formules m par m''.

Digitized by Google

Autres raisons pour l'emploi de barres câblées. — Dans ce qui précède nous avons démontré d'une façon absolue, à l'aide de deux exemples, l'intérêt qui réside dans l'emploi de barres câblées, à l'exclusion de toute autre disposition. Les conducteurs logés près de l'entrefer devraient dans tous les cas être câblés. Pour cela il y a encore une autre raison. En effet, ces conducteurs ne sont pas seulement soumis à la variation de leur champ propre, qui a été seule envisagée dans ce qui précède, mais encore à celle du champ inducteur. Or, les pertes supplémentaires qui sont créées par cette variation dans les barres subdivisées sont tout aussi élevées que dans les barres massives. Les barres câblées, par contre, offrent de par leur disposition les mêmes avantages par rapport aux variations du champ inducteur que par rapport à celles de leur champ propre.

Nous allons indiquer une troisième raison, et non la moins importante, qui doit faire préférer les barres, câblées aux autres genres de conducteurs. Cette raison comme les deux précédentes, celle relative aux pertes en valeur absolue et celle relative aux variations du champ inducteur, concerne encore de préférence les barres de rang élevé ($m = 2$ ou 3), par conséquent celles logées près de l'entrefer.

Envisageons une barre massive de hauteur h, d'un rang m, avec une valeur de γ donnée. Les pertes dans cette barre sont

$$P = K R I^2.$$

où R a pour une longueur L, une hauteur h et une épaisseur $2a$ de la barre, la valeur

$$R = \frac{\rho L}{2ah},$$

ce qui donne pour P, par l'emploi de la formule (1),

$$P = \gamma h \left[f_1(\gamma h) + 2m(m-1) f_2(\gamma h)\right] \frac{\rho L}{2ah} I^2,$$

$$= \frac{\gamma \rho L}{2a} I^2 \left[f_1(\gamma h) + 2m(m-1) f_2(\gamma h)\right],$$

et pour un courant donné

$$P = \text{constante} \times \left[f_1(\gamma h) + 2m(m-1) f_2(\gamma h)\right] = \text{constante} \times F. \quad (3)$$

Or, la fonction F et avec elle les pertes présentent un minimum, car $f_1(\gamma h)$ décroît pour les valeurs de γh comprises entre 0 et 1,5, tandis que $f_2(\gamma)$ croît dans le même intervalle. Cette constatation a déjà été faite pour les barres massives par différents auteurs, entre autres par Rogowski [1]. Nous allons chercher les valeurs de γh qui correspondent à un minimum des pertes quand on fait varier m, en tenant compte des valeurs fractionnaires m' et m'' que nous avons rencontrées plus haut pour les barres subdivisées. Ce sont, par conséquent, les suivantes

$$m = 0{,}75, \quad 1, \quad 1{,}25, \quad 1{,}5, \quad 2 \text{ et } 3,$$

en envisageant comme par avant des cannelures contenant trois conducteurs. Pour trouver ces minima nous avons, de préférence à la méthode analytique, tracé avec γh comme abscisses les valeurs de la fonction $F = f_1(\gamma h) + 2m(m-1) f_2(\gamma)$ avec m comme paramètre. Ces courbes ont été portées dans la figure 3; elles présentent des minima très prononcés.

Pour $m = 1{,}25$ par exemple, correspondant au troisième conducteur pour une barre subdivisée avec inversion, nous trouvons le minimum de la courbe pour

$$\gamma h = 1{,}15.$$

Or les valeurs de γ varient pratiquement pour 50 p : sec entre 0,65 et 0,8, ce qui donne pour h 1,8 cm à 1,45 cm. La hauteur de barre obtenue de cette façon est une *hauteur optima*. Les pertes croissent par augmentation de résistance si on fait h plus petit que cette valeur et par courants de Foucault si h est plus grand; ce dernier fait correspondrait à une dépense de cuivre non seulement inutile mais nuisible.

Hauteurs optima. — Nous donnons dans le tableau suivant les valeurs de γh pour lesquelles la fonction F devient minimum, tirées de la figure 3 pour les différentes valeurs de m, en y ajoutant les hauteurs h optima correspondantes, pour 50 p : sec et $\gamma = 0{,}7$, moyenne donnée par la pratique.

[1] Rogowski, *Archiv für Elektrotechnik*, 1913, p. 81.

Tableau III.

m	0,75	1	1,25	1,5	2	3
γh	2,40	1,55	1,15	1,05	0,90	0,55
h en cm pour $\gamma = 0{,}7$	3,43	2,22	1,64	1,5	1,29	0,79

Digitized by Google

Ce tableau peut encore être représenté de la façon suivante, qui est plus facilement applicable, en indiquant le rang et le genre des conducteurs dans les différents cas.

TABLEAU IV.

Valeurs de γh et de h correspondant au minimum de pertes, γ admis égal à 0,7.

RANG DES BARRES m	BARRE MASSIVE		BARRE SUBDIVISÉE			
			simple		inversée	
	γh	h, cm	γh	h, cm	γh	h, cm
1	1,55	2,22	1,55	2,22	2,40	3,43
2	0,90	1,29	1,05	1,50	1,55	2,22
3	0,55	0,79	0,90	1,25	1,15	1,64

Or, il peut arriver que l'on désirerait donner aux pertes des valeurs plus faibles que celles correspondant à cette hauteur optima. Ce ne sont que les barres câblées qui permettent d'obtenir ce résultat, car leur hauteur optima ne peut pratiquement pas être atteinte; avec elles on est toujours sûr de diminuer les pertes en augmentant la hauteur. Ainsi, dans notre exemple, la hauteur de la barre de 4 cm dépasse de beaucoup la hauteur optima pour toutes les barres, sauf pour la barre câblée.

Pour le démontrer, nous allons chercher quelle est la hauteur optimum pour une barre câblée d'une hauteur de fil unitaire c de 0,3 cm, ce qui est certainement un maximum en pratique. Pour des fils unitaires de sections plus faibles, la hauteur optima sera donc certainement plus grande, de sorte que la valeur que nous trouverons sera un minimum. Nous nous baserons pour cela encore sur une valeur de γ égale à 0,7 pour avoir des résultats comparables avec ceux des tableaux III et IV; nous admettrons de plus $\cos\alpha = 0{,}95$.

γc ayant la valeur de $0{,}7 \times 0{,}3 = 0{,}21 < 0{,}5$ nous pouvons employer notre formule (38) (*loc. cit.*, p. 334),

$$K = \frac{1}{\cos^2\alpha}\left[\frac{c}{h}\left(\frac{n'}{2}\cos\alpha + 2\right) + \frac{\gamma^4 h c^3}{3}(N_1\cos^3\alpha + N_2)\right].$$

Notons que cette relation peut être simplifiée, car de par nos anciennes formules 18 et 15

$$\frac{n'}{2} = \frac{1}{\cos^2\alpha}\left(\frac{n}{2} - 2\cos\alpha\right) \quad \text{et} \quad \frac{n}{2} = \frac{h\cos\alpha}{c},$$

nous obtenons

$$(4) \qquad \frac{n'}{2} = \frac{1}{\cos\alpha}\left(\frac{h}{c} - 2\right),$$

et le terme $\frac{c}{h}\left(\frac{n'}{2}\cos\alpha + 2\right)$ est identiquement égal à 1, de sorte que nous pouvons écrire

$$(5) \qquad K = \frac{1}{\cos^2\alpha}\left[1 + \frac{\gamma^4 h c^3}{3}(N_1\cos^3\alpha + N_2)\right],$$

où N_1 et N_2 ont les valeurs

$$(6) \qquad N_1 = \frac{n'(n'+1)(n'+2)}{24}\left(\frac{c'}{h}\right)^2 + \frac{n'(n'+2)}{8}\frac{c'}{h}\left(2s - \frac{c'}{h}\right) + \frac{n'}{2}s\left(s - \frac{c}{h}\right),$$

avec

$$(7) \qquad s = m - 1 + \frac{c}{h},$$

$$(8) \qquad N_2 = 1 - \frac{c}{h} + 2m(m-1).$$

Nous avons de plus comme précédemment pour les pertes

$$P = KRI^2 = K\frac{\rho L}{2a\,h}I^2 = \frac{\rho L I^2}{2a} \times \left(\frac{K}{h}\right),$$

$$(9) \qquad P = \text{constante} \times \frac{K}{h}.$$

Nous avons donc à chercher pour quelle valeur de h le terme $\frac{K}{h}$ devient minimum. Cette valeur de h est la hauteur optima de la barre câblée. Or nous avons

$$(10) \qquad \frac{K}{h} = \frac{1}{\cos^2\alpha}\frac{1}{h} + \frac{\gamma^4 c^3}{3\cos^2\alpha}(N_1\cos^3\alpha + N_2).$$

En introduisant dans cette formule les différentes données que nous avons admises, nous pouvons tracer les courbes de la fonction $\frac{K}{h}$ en fonction de h. Nous ne reproduisons pas le détail des calculs; les résultats en sont portés dans la figure 4 et nous constatons que la hauteur optima pour une barre câblée avec des fils unitaires d'une hauteur de 0,3 cm est de $h = 6$ cm pour $m = 3$. Les pertes sont toutefois sensiblement cons-

Digitized by Google

tantes pour des hauteurs de barres comprises entre 4 et 7 cm.

Or on sait qu'en pratique on n'atteint jamais des hauteurs de cuivre de 6 ou 7 cm.

Sur la figure 4 nous avons tracé la courbe des K; malgré les valeurs croissantes de K les pertes diminuent entre 0 et 6 cm, car K se rapporte à des pertes ohmiques de plus en plus faibles.

Nous avons jugé inutile de calculer les hauteurs optima pour $m = 1$ et 2 car elles sont supérieures à celle pour $m = 3$. Tout ce que nous voulions était de démontrer

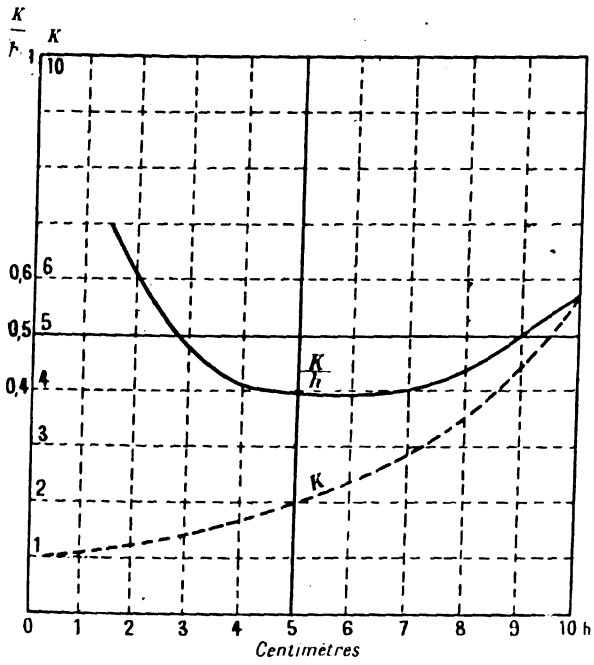


Fig. 4.

qu'avec les barres câblées on était certain, dans les limites de la pratique, de diminuer les pertes en augmentant la hauteur. Le tableau IV démontre que pour les autres dispositions de conducteurs, par contre, la hauteur optima est très vite atteinte, et que pour celles-ci on ne peut pas descendre en dessous d'une certaine valeur des pertes, quelle que soit la quantité du cuivre que l'on voudrait employer.

Remarque générale. — Le rapport K dont nous nous sommes occupés uniquement jusqu'à présent est celui qui donne le rapport des pertes en courant alternatif à celles en courant continu sur la longueur du conducteur logé dans la cannelure. Nous estimons en effet que cette grandeur est la seule intéressante, car elle détermine l'échauffement à l'intérieur de la machine.

Indiquons toutefois, comme cela a déjà été fait (1), que le rapport des pertes prend une autre valeur si on considère la longueur totale du conducteur, parties frontales comprises. Les pertes totales sont en effet

$$P_t = P_f + P,$$

en désignant par P_f les pertes dans les parties frontales. Soit L_f la longueur de celles-ci et L la longueur du fer. Les pertes totales seront en courant alternatif, en prenant pour K la moyenne des K de tous les conducteurs logés dans la cannelure

$$P_t = \left(\frac{\rho L_f}{2 a h} + \frac{K \rho L}{2 a h}\right) I^2,$$

et en courant continu

$$P_c = \left(\frac{\rho L_f}{2 a h} + \frac{\rho L}{2 a h}\right) I^2,$$

de sorte que le nouveau rapport des pertes devient

$$K_r = \frac{L_f + K L}{L_f + L}. \qquad (11)$$

C'est du rapport K_r qu'il y a lieu de tenir compte pour le calcul du rendement.

Les pertes totales ont de même un minimum, correspondant à la valeur de h qui rend minimum la fonction $\frac{K_r}{h}$, mais il n'intéresse que le rendement. Or, dans les machines où les pertes dans le cuivre induit sont faibles par rapport aux pertes totales, on n'obtient qu'une augmentation insignifiante du rendement en les diminuant. Il est bien plus important, comme nous venons de le faire, de choisir la hauteur des barres d'une façon telle que les pertes deviennent minimum sur la longueur de fer pour les conducteurs logés près de l'entrefer. Ce n'est que de cette façon que l'on peut atteindre un minimum d'échauffement à l'intérieur de la machine.

Conclusions. — Nous venons de démontrer que, pour trois raisons différentes, l'emploi des barres câblées est nécessaire pour les conducteurs logés près de l'entrefer dans les cannelures des machines à courants alternatifs.

1° A hauteurs de barres égales, les pertes sont beaucoup plus faibles dans les barres câblées que dans les barres subdivisées, même avec inversion.

2° Les barres câblées offrent de par leur disposition les mêmes avantages par rapport aux variations du champ inducteur que par rapport à leur champ propre. Dans les barres subdivisées, par contre, les pertes supplémentaires dues aux variations du champ inducteur sont aussi élevées que dans les barres massives.

3° Les différents genres de barres ont une hauteur optima en dessous de laquelle les pertes croissent par

(1) Rogowski. *loc. cit.* Emde. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 1908.

Digitized by Google

augmentation de résistance et au-dessus de laquelle elles croissent par augmentation de courants de Foucault. Les pertes ne peuvent être diminuées indéfiniment par diminution de densité de courant ; cela n'est vrai qu'aussi longtemps que la hauteur de la barre reste en dessous de la valeur optima. Celle-ci est très vite atteinte pour les barres massives et subdivisées, mais ne l'est pratiquement jamais pour les barres câblées.

Toute augmentation de la hauteur des barres au-dessus de la hauteur optima est une dépense de cuivre inutile et nuisible.

Pour ces raisons, la Société alsacienne de Constructions mécaniques emploie depuis de nombreuses années des barres câblées dans les cannelures de ses grandes machines à courants alternatifs.

Edouard Roth,
Ingénieur à la Société alsacienne, Belfort.

Revues, analyses et informations

Signaux électriques et commande électrique sur les chemins de fer (1).

C'est aux méthodes électriques qu'on préfère généralement s'adresser pour la transmission des indications nécessaires aux mécaniciens et aux signalistes et qu'on peut diviser en deux catégories :

1° Les signaux destinés à maintenir convenablement espacés les trains qui circulent sur une même voie (*block signalling*) ;

2° Les signaux destinés à s'assurer que les aiguilles sur lesquelles doivent passer les trains sont libres et à gouverner les mouvements dans et aux approches des gares et des embranchements (*interlocking signalling*).

Aux États-Unis les trois indications sémaphoriques fondamentales : « Arrêtez », « Avancez avec précaution », et « Avancez » sont actuellement effectuées avec un seul bras. Cela n'est possible qu'à condition d'utiliser l'électricité pour actionner les signaux. La figure 1 permet de comparer les signaux utilisés en Angleterre et aux États-Unis. A noter la simplicité des derniers.

Indications des aiguilles et signaux. — Le principe essentiel de la signalisation sur les chemins de fer est que toute défectuosité doit entraîner l'apparition du signal « Arrêtez ».

Des signaux actionnés mécaniquement sont particulièrement propres à fournir de telles indications et le signal électrique le mieux combiné présente des défauts qui tiennent à la délicatesse du fonctionnement et au fait que beaucoup d'entre eux n'utilisent que des puissances inférieures à 0,01 w. Des indicateurs à lampes électriques seraient plus efficaces, et il y aurait lieu de recommander l'emploi d'un indicateur acoustique qui fonctionnerait quand le signal et le levier qui le commande ne s'accorderaient pas. L'indication fournie par la seule position du signal ne suffit pas. Dans la signalisation destinée à maintenir convenablement espacés les trains qui circulent sur une même voie, il ne devrait pas être possible de disposer un signal dans la position « Avancez » avant que le signal précédent soit à l'arrêt. La figure 2 représente un dispositif permettant de réaliser cette suggestion et comprenant un indicateur acoustique qui fonctionne quand le levier et le signal ne s'accordent pas.

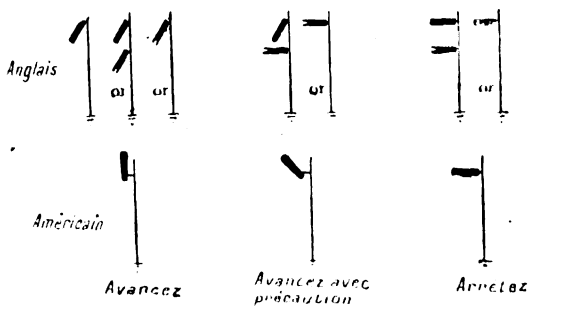


Fig. 1. — Signaux anglais et américains.

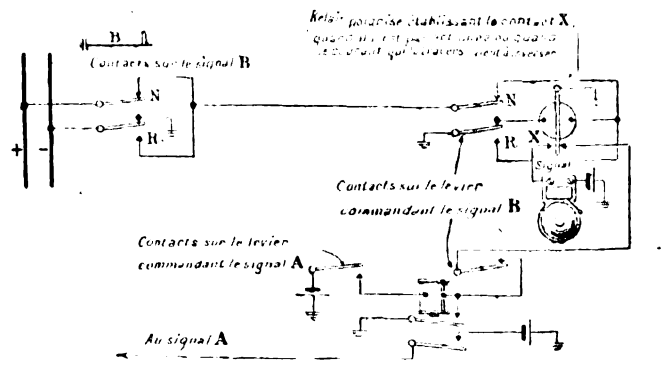


Fig. 2.

Pour les signaux destinés aux approches des gares, il est également nécessaire de disposer les signaux dans la position « Arrêtez » si les aiguilles sur le trajet protégé par le signal ne sont pas dans leur position correcte. Ces précautions ne peuvent être complètement efficaces qu'à condition d'utiliser l'électricité pour actionner les signaux et indiquer les aiguilles.

Dans une telle installation électrique, un grand nombre de fils doivent nécessairement cheminer côte à côte, et il faut prendre des précautions pour les empêcher de se toucher ou de venir en contact avec le sol, ce qui perturberait le fonctionnement des relais. A cet effet, et, aussi, pour permettre de découvrir plus aisément les défauts, il faut éviter l'emploi de conducteurs communs et recommander l'adoption d'une source indépendante d'énergie pour chaque circuit indicateur.

(1) C.-M. Jacobs. *Electrician*, 11 janvier 1918, t. LXXX, p. 556-557, 1900 mots, 5 fig. D'après *J. I. E. E.*, juillet 1917, p. 1-7, 10 fig.

Digitized by Google

Le dispositif préconisé par Mc Kenzie et Holland et par la « Westinghouse Power Signal Co » utilise du courant alternatif avec un transformateur distinct pour chaque circuit indicateur.

Circuits de voie. — Les mouvements de signaux sont commandés par la présence de trains ou de véhicules sur les rails au moyen des circuits de voie. Le circuit idéal serait celui qui décèlerait n'importe quoi en travers des rails, mais pratiquement, un relais de 4 ohms ou de 9 ohms et une batterie de 1 v ne peuvent guère déceler qu'un court-circuit en travers des rails.

Les circuits de voie peuvent être divisés en trois catégories :

a) Ceux qui ne peuvent être actionnés que par des trains complets ;

b) Ceux qui peuvent être actionnés par un seul véhicule ;

c) Ceux qui sont relatifs à des points en regard et qui, étant de faible longueur, ont une résistance de ballast relativement élevée.

Ces circuits de voie doivent être réglés pour des shunts de trains de 5, 10 et 20 ohms respectivement.

Ceci nécessite une résistance de ballast plus élevée, possible peut-être seulement par la subdivision du circuit de la voie, par l'emploi d'un relais de résistance plus élevée, d'une pile de résistance plus forte et de force électromotrice plus grande.

C'est ce que montrent les courbes de la figure 3 desquelles on peut déduire tous les facteurs relatifs à un circuit de voie quelconque. Ces courbes donnent le shunt nécessaire pour réduire le courant à travers le relais à une fraction quelconque du courant qui traverserait le relais non shunté. Les résistances du shunt et les résistances mises en série sur la pile sont exprimées en fonction de la résistance du relais.

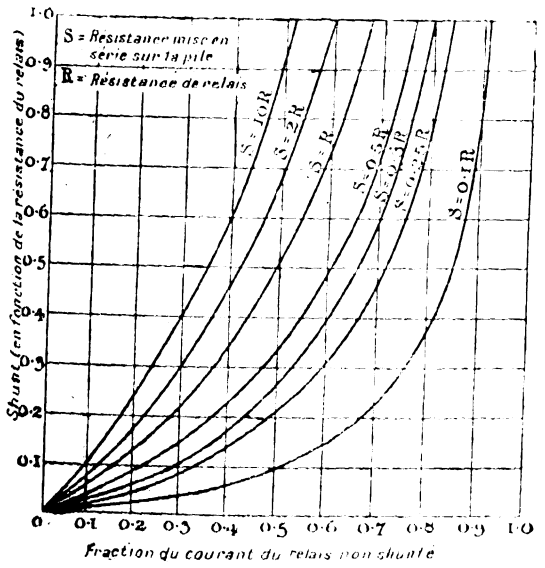


Fig. 3.

Ces courbes montrent que la règle, d'après laquelle plus la résistance mise en série sur la batterie est élevée et plus le relais est sensible à l'action d'un shunt, ne représente pas exactement la loi du shunt appliquée aux conditions des circuits de voie.

Pour réaliser un shunt efficace il faut utiliser les parties inférieures des courbes ; la fraction du courant total qui traverse le relais shunté, pour un ballast minimum, ne doit pas dépasser 0,1 a.

Le type étalon de relais de voie de 240 ohms nécessite un courant minimum d'environ 0,01 a, en sorte que le courant total doit être de 0,05 a et la résistance série 0,5 de celle du relais ; la résistance totale étant de 360 ohms, il faut une pile de 18 v. Le rapport entre la résistance mise en série sur la batterie et la résistance du relais détermine seul la tension de la pile. On réalise le dispositif le plus économique quand la résistance mise en série sur la pile est environ le tiers de la résistance du relais.

Commande automatique du train. — L'expérience a montré qu'il est désirable que la commande du signal puisse s'exercer directement dans la guérite de la locomotive. La question a donné lieu à beaucoup de controverses, les opinions étant différentes relativement au caractère de la commande ainsi qu'aux moyens de réaliser la communication entre la voie et le train.

Le « Great Western Railway » a eu en service, pendant les dix dernières années, une installation très développée pour commande automatique des trains.

On a reconnu que la sécurité dans les chemins de fer, comme dans tous les autres genres de locomotion, dépend d'une attention soutenue, et que, par suite, il doit y avoir un minimum d'intervention de la part du mécanicien compatible avec le but qu'on se propose. Ce minimum est l'indication fournie par le signal éloigné qui peut n'être pas remarqué du mécanicien. Le système de la « Great Western » a donc été intentionnellement limité à ce signal. On considère, en outre, que l'appareil de commande doit être subordonné au mécanicien qui est et doit demeurer le premier responsable de la marche du train : il peut être averti de manière que son train soit automatiquement arrêté s'il a été distrait, mais, quand il est attentif, il ne saurait être question de lui enlever — à un moment peut-être critique — la commande du train.

Les moyens de communication entre la ligne et le train ont fait le sujet d'études constantes, mais aucune variante satisfaisante à la méthode primitive n'a été trouvée jusqu'ici. Une méthode sans contact serait préférable, mais jusqu'ici aucun dispositif de ce genre n'a été trouvé pratique.

L'auteur donne ensuite une description détaillée de ce système qui dépend de la désactivation de l'électro-aimant commandant la soupape d'admission de l'air dans le tuyau du train. Les éléments essentiels sont représentés sur la figure 4.

Dans le cas de trains à grandes vitesses (120 km à l'heure et au-dessus) sur des rampes de 40 pieds, la durée d'ouverture de l'interrupteur en circuit avec l'électro-aimant peut être inférieure à $\frac{1}{5}$ de seconde. Il ne se présente aucune difficulté dans le déclanchement de l'armature avec cette durée d'interruption. Toute la difficulté a été de maintenir un contact électrique ininterrompu avec la rampe pendant le temps où l'interrupteur est ouvert. On l'a résolue en introduisant un relais à action lente : l'impulsion de courant qui le traverse, due au fonctionnement de l'armature du relais polarisé relié à la masse du sabot de contact, suffit à obliger l'armature du relais à maintenir l'interrupteur court-circuité — pendant le temps où il est mécaniquement ouvert.

Digitized by Google

Le relais à action lente commande également le circuit d'une sonnerie, en sorte que, lorsque le courant est emprunté

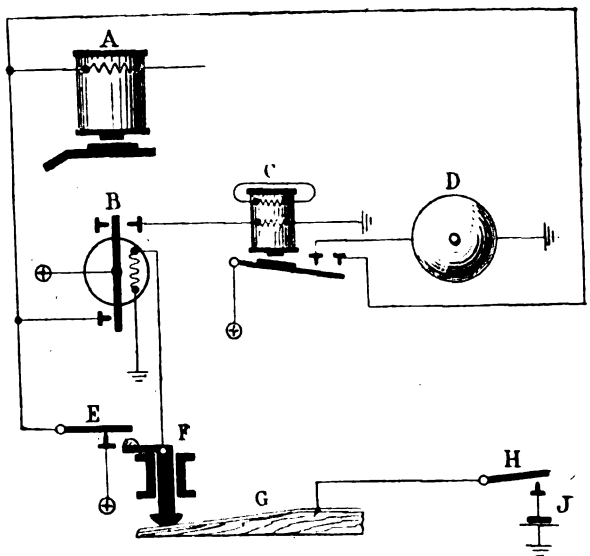


Fig. 4. — A, électro-aimant-soupape; B, relais polarisé; C, relais à action lente; D, sonnerie; E, interrupteur ouvert en levant le sabot; F, sabot; G, rampe; H, interrupteur du poste de signalisation; J, pile; + pôle positif de la batterie de l'appareil; le pôle négatif de la batterie est relié à la masse.

à la rampe, la sonnerie se met à fonctionner pendant une période déterminée.

Système de M. Descubes. — Le système inventé par M. Descubes et mis en service à Lumes, sur la Compagnie des Chemins de fer de l'Est (France), mérite d'être men-

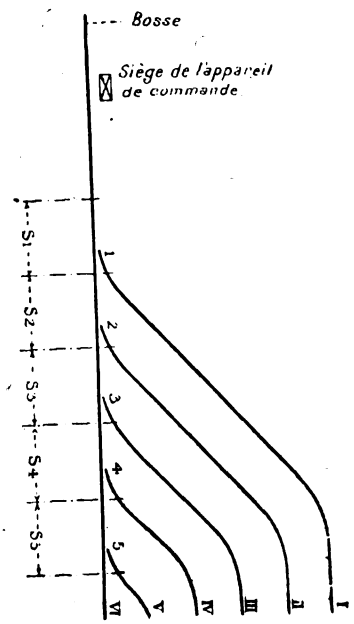


Fig. 5. — Système de commande des aiguilles de M. Descubes, appliqué à une voie de triage.

tionné. La figure 5 en montre le principe appliqué à une voie de triage.

Le signaliste se tient entre le sommet du dos d'âne et la première paire d'aiguilles et il a à sa disposition un certain nombre de contacts correspondant au nombre de voies de déchargement et de chargement. Le numéro de la voie sur laquelle doit aller chaque wagon ou groupe de wagons est écrit à la craie sur la partie antérieure du wagon. Les wagons sont remontés vers le dos d'âne et ensuite abandonnés l'un après l'autre, à des intervalles de quelques mètres. A mesure qu'un wagon approche de lui, le signaliste appuie sur le contact correspondant à la voie requise, et, sans autre intervention de sa part, les aiguilles se déplacent dans l'ordre nécessaire en temps voulu.

Les circuits de voie S_1, S_2, S_3, etc., sont disposés, S_2 entre le point d'accès de la voie I et celui de la voie II, S_3 entre les points d'accès des voies II et III, et S_1 sur une même longueur que les précédents en avant du point d'accès de la voie I. Les aiguilles sont actionnées par des moteurs électriques munis de deux enroulements de champ.

Conclusion. — L'auteur termine par quelques considérations sur l'énergie nécessaire à la signalisation et sur les limites des méthodes électriques de signalisation. On attend beaucoup plus, et avec juste raison, d'un système de signalisation électrique que d'un système mécanique. Il y a, cependant, parfois tendance à le croire infaillible. Aucun système électrique de signalisation n'est absolument sûr, et à moins qu'il ne soit intelligemment construit, installé et entretenu, il peut ne présenter qu'une sécurité à peine supérieure à celle de systèmes mécaniques.

A. B.

Sur les propriétés lubrifiantes et autres des couches d'huile très minces (1).

L'auteur décrit un certain nombre d'expériences qui ont pour point de départ l'observation suivante. Une tasse à thé, posée sur sa soucoupe, peut prendre un mouvement de glissement qu'on arrête en mouillant les surfaces en contact avec de l'eau ou même du thé. Sur une lame de verre convenable légèrement inclinée, on place un flacon de 4,5 cm de diamètre, pesant environ 112 g et dont le fond est légèrement bombé; si la surface du verre a été bien lavée et essuyée avec un chiffon ordinaire ou si on y a simplement passé la paume de la main fraîchement essuyée, le mouvement de glissement a lieu pour n'importe quelle position du flacon sur le plan de verre; on l'arrête, c'est-à-dire qu'il y a adhérence du flacon par simple exhalaison d'haleine, soit sur la lame, soit sur le fond du flacon, soit sur les deux à la fois. Il faut alors une force assez grande pour déplacer le flacon, etc. L'auteur donne une explication de ces phénomènes en faisant intervenir les variations de la tension superficielle. Celle-ci diminue brusquement quand l'épaisseur de la couche de graisse qui existe toujours sur le verre est de l'ordre de grandeur du rayon des molécules de la matière graisseuse; pour des épaisseurs plus grandes, la tension superficielle conserve une valeur suffisante pour maintenir les deux corps au contact. L'auteur compare, du reste, ses conclusions à celles tirées par H. Devaux de ses recherches sur les lames d'huile étendues sur l'eau (*Journal de Physique*, 1918, p. 599) et par A. Marcelin de ses expériences sur l'épaisseur des couches très minces à la surface de l'eau (*Annales de Physique*, 1914, p. 19).

(1) Lord Rayleigh. *Philosophical Magazine*, février 1918, t. xxxv, p. 157-163, 2 800 mots.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Congrès général du Génie civil (*Suite*)

TRAVAUX DE LA SECTION IV (*Suite*).

L'industrie minière et sidérurgique de la Lorraine et de la région de la Sarre (1).

Nous insistons particulièrement sur le rapport de MM. Robert Pinot et Jean Tribot-Laspière, non seulement à cause de la valeur des documents qu'il renferme, mais aussi pour que nos lecteurs connaissent dans tous ses détails l'importance du vol que les Allemands nous ont fait subir en 1814 et et en 1871 et qu'ils voulaient consommer entièrement en 1914.

I. — Le gisement de minerai de fer lorrain. — Ce gisement a une longueur totale de 70 km environ sur une largeur maximum de 30 km. Il est complété par l'îlot de Nancy entièrement distinct de la masse principale du gisement.

La superficie totale et la production étaient, en 1913, réparties comme il suit :

	Superficie. Hectares.	Production de 1913. Tonnes.
Lorraine française (y compris l'îlot de Nancy).....	66 000	19 629 000
Lorraine annexée.....	43 000	21 136 000
Luxembourg.....	3 600	7 333 000
Belgique.....	300	73 000
	112 900	19 629 000

Ce qui représente 28 pour 100 de la production mondiale.

En 1910, les réserves du gisement étaient estimées par M. Nicou à 5 ou 6 milliards de tonnes, chiffre grossi depuis par de nouvelles découvertes, et se décomposant ainsi

	Réserves connues. Millions de tonnes.	Equivalent métallique en fer. Millions de tonnes.
Lorraine française....	3 000	1 000
Lorraine annexée.....	1 330	755
Luxembourg.....	270	90
	5 600	1 845

Ce n'est que la découverte du revêtement basique du convertisseur, faite, en 1878, par Thomas et Gilchrist, et permettant d'utiliser les minerais phosphoreux pour la fabrication de l'acier, qui nous fit voir la perte immense que nous avions subie en 1871; il est certain que si Bismarck avait pu prévoir cette découverte et l'extension du gisement sur le territoire lorrain resté français, il nous aurait dépouillé de la totalité de la Lorraine.

La production de la partie française du gisement, environ 20 000 000 t, représentait 89 pour 100 de la production totale française en minerai de fer en 1913 et les usines métallurgiques du département de Meurthe-et-Moselle produisaient 68 pour 100 du total de la fonte française.

L'Allemagne, y compris le Luxembourg qui fait partie du Zollverein, extrayait 28 469 000 t de minerais du bassin lorrain, soit 80 pour 100 de sa production totale, mais ses usines métallurgiques n'étaient pas toutes concentrées en Lorraine, cela tenait, non seulement à la politique de l'empire, mais aussi aux avantages que présentait le bassin de la Rhur : charbon et coke à bon compte, voisinage du Rhin, réseaux de canaux et de voies ferrées très serrés, enfin grand centre de consommation sur place.

Etude de la partie française. — Le minerai, appelé minette, est de l'hématite hydratée contenant 33 à 40 pour 100 de fer et de 0,5 à 1 pour 100 de phosphore. Ce dernier élément permet d'obtenir directement de la fonte Thomas à 1,7 — 1,9 pour 100 de phosphore.

La partie française du gisement lorrain peut se diviser en trois bassins : le bassin de Longwy, le bassin de Briey et le bassin de Nancy.

Dans le bassin de Longwy, la teneur en fer se tient le plus souvent entre 32 et 40 pour 100, mais tombe parfois à 20 pour 100; la gangue tient de 13 à 20 pour 100 de silice contre 3 à 7 pour 100 de chaux; le minerai est assez friable et supporte assez mal les transports.

Dans le bassin de Briey, au contraire, la teneur en fer se tient normalement entre 36 et 40 pour 100, la teneur en chaux varie en général de 10 à 15 pour 100 contre 6 à 8 pour 100 de silice. Cette forte teneur en chaux est une des grandes qualités du minerai de Briey. Le minerai est compact et dur; il peut être transporté facilement.

Le minerai du bassin de Nancy a une teneur en fer faible, qui ne dépasse guère 37 pour 100, il contient 12 à 16 pour 100 de silice et 6 à 9 pour 100 de chaux. L'exploitation ne se fait pas par puits, mais par galeries à flanc de coteau comme dans le bassin de Longwy.

La superficie totale concédée et la production des trois bassins était la suivante en 1913.

(1) Rapport de MM. Robert Pinot et Jean Tribot-Laspière.

Digitized by Google

	Superficie totale concédée.	Production en 1913. Tonnes.
Bassin de Longwy....	48 000	2 608 513
Bassin de Briey.....		15 103 849
Bassin de Nancy.....	18 000	1 916 921
	66 000	19 629 283

On déplore depuis la guerre la concentration de notre production minière et métallurgique à notre extrême frontière, mais cependant cela se comprend facilement. Les métallurgistes français étaient écrasés par le prix du combustible houille et coke qu'ils payaient 19 fr la tonne pour la houille et 29 fr la tonne pour le coke, tandis que les Allemands les avaient aux prix de 14 et 23 fr et les Anglais aux prix de 12,50 fr et 22; il était donc naturel que, pour lutter contre les concurrents étrangers, ils recherchassent à avoir le minerai au plus bas prix possible et le traitassent sur le lieu même de son extraction.

Si les pouvoirs publics avaient eu une politique, ils auraient dû favoriser les recherches de houille et la mise en exploitation de nos grands bassins ferrifères de Normandie et d'Anjou. Au lieu de cela, l'excellente loi de 1810 a été tenue en suspicion par les partis au pouvoir depuis quinze ans et aussi par les idées personnelles de quelques ministres. Le gouvernement, pendant cette période, a refusé d'appliquer la loi suivant son bon plaisir et l'a même violée dans son esprit et dans sa lettre; sa politique a été funeste à l'industrie et aux intérêts généraux du pays.

En 1913, les débouchés du minerai lorrain français ont été les suivants :

Tableau I.

LIVRAISONS 1913	BASSINS			TOTAL	POUR 100
	Briey	Longwy	Nancy		
	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	
En France :					
Meurthe-et-Moselle.....	5 997 445	2 005 787	1 512 021	9 516 053	49
Autres départements français.....	1 682 722	132 722	52 461	1 867 911	10
	7 680 173	2 138 509	1 565 382	11 383 964	59
A l'étranger :					
Belgique.....	4 416 099	175 222	105 843	4 697 164	24
Luxembourg.....	1 143 097	58 254		1 201 351	6
Lorraine et Palatinat.....	549 331	270 524	54 564	874 419	4
Westphalie.....	976 486	4 132	182 612	1 163 230	6
Grande-Bretagne.....	69 224	-		69 224	1
Divers.....	6 818	30		6 848	
	7 161 055	508 162	343 019	8 012 236	41
Total.....	14 841 228	2 646 671	1 908 301	19 396 200	

D'après ce tableau, on voit que 49 pour 100 de la production du gisement lorrain français était consommée sur place, 10 pour 100 dans les autres départements français et 41 pour 100 à l'étranger. C'est surtout le minerai de Briey qui était exporté à cause de sa haute teneur en fer et en chaux.

Le bassin de Briey a été mis en exploitation en moins de quinze ans, nos ingénieurs ont accompli une œuvre magnifique qui n'a été réalisée en aucun pays du monde avec autant de rapidité et de succès. Ils ont été aidés dans leur tâche par les banques locales qui, avec les usines sidérurgiques, ont fourni les capitaux nécessaires à l'exécution des travaux. Elles ont ainsi donné un splendide exemple que beaucoup d'autres pourraient suivre au lieu de drainer l'épargne française vers l'étranger et faire le jeu de nos concurrents au grand détriment de l'industrie française et de la prospérité générale du pays.

L'aménagement du bassin de Briey est essentiellement moderne et réalise la perfection du genre : tout y est électrique, éclairage, traction, machinerie, épuisement, manutention, etc. Il a servi de modèle aux ingénieurs étrangers qui manifestaient leur admiration et leur étonnement lorsqu'ils visitaient les diverses installations des mines.

Les œuvres sociales ont reçu également un développement considérable, et les sociétés minières ont fait l'impossible pour assurer aux populations ouvrières, l'indépendance, le bien-être et le confort.

Partie luxembourgeoise. — Cette partie, d'une superficie de 3600 hectares, est divisée en deux bassins, l'un dit de Differdange est composé de minerais siliceux, l'autre dit de Rumelange, de minerais calcaires; l'exploitation se fait soit à ciel ouvert, soit à flanc de coteau.

La production de minerai varie de 5 000 000 t à 7 000 000 t. En 1913, il a été produit 7 333 000 t par le Grand-Duché; 4 425 000 t ont été consommées sur place, 2 908 000 exportées, dont 1 471 000 t en Belgique,

Digitized by Google

542000 t en Westphalie, 240000 t dans la Sarre et 279000 t en Lorraine annexée, enfin 376000 t ont été envoyées en France.

Partie Lorraine annexée. — Sa superficie est de 43000 hectares et sa production, en 1913, a été de 21 136000 t. Le minerai est inférieur à celui de Briey, est siliceux et contient rarement plus de 36 pour 100 de fer, ses réserves sont évaluées à 2 330 millions de tonnes contenant 31 pour 100 de fer. La plupart des mines sont exploitées à flanc de coteau.

La production en 1913 a été consommée comme il suit :

	Tonnes.
Sur place	11 762 000
En Luxembourg	2 896 000
En Westphalie	2 909 000
Dans la Sarre	2 812 000
En France	517 000
En Belgique	237 000
Total	21 133 000

Production totale et débouchés du minerai lorrain. — Nous pouvons résumer les résultats donnés ci-dessus dans le tableau suivant :

TABLEAU II. — *Production totale et débouchés du minerai lorrain.*

PAYS DE CONSOMMATION	PROVENANCE DU MINERAI			TOTAUX
	partie française	partie luxembourgeoise	partie lorraine annexée	
	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
France :				
Meurthe-et-Moselle	9 516 000	376 000	500 000	10 392 000
Autres régions	1 868 000			1 868 000
Allemagne :				
Lorraine annexée		270 000	11 177 000	
Sarre	2 038 000 (1)	240 000	2 812 000	19 998 000
Westphalie		542 000	2 910 000	
Belgique	4 697 000	1 471 000	237 000	5 405 000
Luxembourg	1 201 000	4 425 000	3 500 000	9 126 000
Autres pays	76 000			
Total	19 396 000	7 333 000	21 136 000	47 865 000

(1) Dont environ 500 000 t en Lorraine annexée, 500 000 t dans la Sarre et 1 000 000 t en Westphalie.

II. — LA MÉTALLURGIE LORRAINE. — *Partie française.* — Les usines sont groupées en trois points : région de Longwy, région de Briey, région de Nancy.

La production totale du département de Meurthe-et-Moselle en 1913 représentait 68 pour 100 de la production totale française pour la fonte et 50 pour 100 pour l'acier. Comme, d'autre part, le département du Nord produisait 12 pour 100 de notre fonte et 20 pour 100 de notre acier, l'invasion a privé la France de 80 pour 100 de sa production de fonte et de 70 pour 100 de sa production d'acier.

En 1913, l'outillage du département de Meurthe-et-Moselle était le suivant :

	En Meurthe-et-Moselle.	En France.
Nombre d'usines en activité	25	203
Nombre de hauts fourneaux	89 (dont 72 à feu)	170 (dont 131 à feu)
Nombre de convertisseurs	37	100
Nombre de fours Martin	11	152

Ce tableau montre que les 25 usines de Meurthe-et-Moselle suffisaient pour produire 68 pour 100 de notre fonte et 50 pour 100 de notre acier. L'outillage de ces usines était donc tout à fait perfectionné.

Nos plus importantes usines métallurgiques étaient celles de Mont-Saint-Martin et de Micheville dans le district de Longwy, celles de Jœuf et d'Homécourt dans le district de Briey et celles de Neuves-Maisons et de Pont-à-Mousson dans le district de Nancy.

Le département de Meurthe-et-Moselle fabriquait exclusivement de la fonte de moulage (736000 t) et de la fonte Thomas (2582000 t). Ces deux qualités de fonte devant être phosphorées, le minerai lorrain convenait particulièrement à leur fabrication.

De même, l'acier produit était presque exclusivement de l'acier Thomas. En 1913, les produits vendus ont été les suivants :

	Tonnes.
Demi-produits pour la vente	771 000
Rails	224 000
Aciers marchands	192 000
Poutrelles	271 000
Profilés divers	110 000
Tôles	15 000
Acier machine	118 000
Fils	14 000
Pièces de forge et moulages	12 000
	1 797 000

La métallurgie de la Meurthe-et-Moselle s'est développée extrêmement rapidement; elle n'avait toutefois

Digitized by Google

pour elle qu'un seul avantage : le bas prix du minerai et son aptitude spéciale à la fabrication du métal Thomas, elle rencontrait des difficultés extrêmes pour le recrutement de sa main-d'œuvre et pour approvisionnement en combustible.

Les hauts fourneaux de la Meurthe-et-Moselle consommaient plus de 4 000 000 t de coke qu'il fallait faire venir de loin ; 1 200 000 t venaient des départements du Nord, 400 000 t venaient de Belgique et 2 400 000 d'Allemagne. Naturellement le coke allemand nous était vendu systématiquement fort cher en raison de la prédominance qu'avaient au Syndicat des charbons, les mines-usines concurrentes directes de nos grandes forges. De plus, le combustible subissait une majoration de 4 à 5 fr par tonne due au transport. Pour remédier à cette situation nos maîtres de forge avaient prospecté activement le sous-sol du département pour y trouver le prolongement du bassin de Sarrebrück, mais toutes les demandes en concession ont été sans exception laissées en suspens par le ministère des Travaux publics, et ils ont été forcés, pour faire face à la situation, de prendre des intérêts dans les charbonnages étrangers, belges, hollandais et même allemands.

Partie luxembourgeoise. — Vu l'étendue du Luxembourg, la sidérurgie de ce pays avait un développement qu'aucun pays du monde n'avait atteint.

En 1913, la production luxembourgeoise a été la suivante :

	Tonnes.
Fonte	2 547 859
Acier brut	1 336 166

Presque toute la fonte produite est de la fonte Thomas (2 360 000 t), la fonte de moulage n'a représenté que 172 000 t et la fonte d'affinage 15 000 t.

L'acier produit est presque exclusivement de l'acier Thomas, il ne comprend guère que des blooms et des billettes (422 000 t), des poutrelles et autres profilés (502 000 t) et du matériel de voie (117 000 t).

Le nombre de hauts fourneaux est de 46 et celui des convertisseurs de 20.

Partie lorraine annexée. — Les usines se groupent dans trois régions; dans la partie nord du gisement (Redange, Audun-le-Tiche, Ottange), dans la région ouest de Thionville (Knuttange, Fontoy, Hayange, Thionville, Uckange) ; dans la région sud de Thionville (Rhombach, Maizières, Hagondange, Grande-Mayeuvre). Le nombre total de hauts fourneaux est de 60, le nombre de convertisseurs 26 et le nombre de fours Martin 8. Toutes ces usines sont allemandes sauf celles de Wendel à Hayange et à Grande-Mayeuvre qui sont restées françaises et se sont développées dans des conditions particulièrement brillantes.

L'extraction se fait à flanc de coteau dans des conditions meilleures que dans le département de Meurthe-et-Moselle, l'approvisionnement en charbon est facilité par le voisinage du bassin de la Sarre; le coke vient du bassin rhénan-westphalien, le charbon de la Sarre n'étant pas facilement transformable en coke, les usines de la Lorraine annexée en consomment environ 4 500 000 t par an qui leur sont fournies à bas prix. La Lorraine annexée, au triple point de vue de l'extraction du minerai, du charbon et du coke est donc plus favorisée que la Lorraine française, ce qui rend plus méritoires les efforts et les résultats obtenus par les métallurgistes français.

La métallurgie de la Lorraine annexée ne représentait pas, comme celle de la Lorraine française, vis-à-vis de la France la presque totalité de la métallurgie de l'empire, ainsi que le montrent les chiffres suivants :

Productions.	Fonte. tonnes	Acier. tonnes
Lorraine annexée	3 870 000	2 286 000
Sarre	1 371 000	2 080 000
Reste de l'empire	11 520 000	2 298 000
	16 761 000	16 664 000
Luxembourg	2 548 000	2 286 000
	19 309 000	18 950 000.

Donc, même en totalisant la production de la Lorraine, de la Sarre et du Luxembourg, on n'arrive à grouper que 41 pour 100 de la fonte et 50 pour 100 de l'acier produits en Allemagne.

Partie belge. — Cette partie située à la pointe nord-ouest du réseau possède trois usines à Athus, Halanzy et Musson, ces usines produisent 200 000 t de fonte et 100 000 t d'acier.

Vue d'ensemble. — En totalisant les chiffres donnés dans ce qui précède, nous obtenons le tableau suivant :

Production 1913.	Fonte. tonnes	Acier. tonnes
Meurthe-et-Moselle	3 493 000	2 256 000
Luxembourg	2 548 000	1 336 000
Lorraine annexée	3 870 000	2 286 000
Totaux	9 911 000	5 878 000

Ce tableau ne tient compte que des usines se trouvant sur le gisement, leur production est de 1/8 de la fonte et de 1/7 de l'acier fabriqués dans le monde entier. Si on tient compte des autres usines utilisant le minerai lorrain, on trouve que la production de fonte du gisement représente 1/5 de la production mondiale.

III. — Le bassin de la Sarre. — Le gisement de charbon, connu sous le nom de bassin de la Sarre a une longueur de 70 km et une longueur maximum de 36 km. Sa superficie, un peu supérieure à celle du gisement du Nord et du Pas-de-Calais est de 155 500 hectares. Il est traversé par deux grandes lignes de chemins de fer, celle de Trèves à Strasbourg et celle de Metz à Mannheim qui relie le gisement lorrain au Rhin.

Comme voie d'eau le bassin dispose de la Sarre qui a été canalisée sur 25 km en amont de Sarrebruck et sur 7 km en aval jusqu'à Louisenthal, elle rejoint le canal des Houillères qui débouche dans le canal de la Marne au Rhin à mi-distance entre Nancy et Strasbourg.

Le bassin est divisé en trois parties : la partie rhé-

Digitized by Google

nane, la partie lorraine annexée et la partie palatine dont les surfaces sont les suivantes :

	Hectares.
Partie rhénane	100 000
Partie lorraine	50 000
Partie palatine	5 500
	155 500

Au Sud-Est une grande faille post-triasique rejette les terrains à une profondeur de 2 000 m rendant toute exploitation impossible, du moins actuellement ; l'inclinaison des couches se fait du Sud-Est vers le Nord-Ouest ; sur la rive gauche de la Sarre le pendage s'accentue vers l'Ouest ce qui fait que la partie ouest du gisement est mal connue. Au Sud-Ouest, des sondages ont recoupé le terrain houiller en Meurthe-et-Moselle. Si on fait une coupe du bassin de la Sarre on y rencontre d'abord les couches dites d'Ottweiler qui contiennent des houilles sèches à longue flamme disposées en deux couches de 1,70 m et 1 m de puissance ; on rencontre ensuite les houilles flambantes supérieures, les houilles flambantes inférieures et les houilles grasses. Ces dernières sont inférieures comme qualité aux couches grasses à coke du Nord, de Belgique et de Westphalie.

Le Journal « Stahl und Eisen » des 14 et 16 septembre 1916 donne les indications suivantes (tableau III) sur la coupe du gisement houiller de la Sarre ; il est à noter qu'il ne mentionne pas les houilles sèches à longue flamme dont l'importance n'a sans doute pas paru suffisante.

Tableau III. — *Coupe du gisement houiller de la Sarre.*

RÉGIONS	PROFONDEUR DU TERRAIN CARBONIFÈRE	COUCHES EXPLOITABLES	
		nombre de couches	puissance
	mètres		mètres
Région occidentale :			
Partie supérieure de houille flambante	813	7	8,30
Partie inférieure de houille flambante	276	3	2,90
Partie de houille grasse	1 399	22	31,42
	2 488	32	42,62
Région centrale :			
Partie supérieure de houille flambante	584	8	8,57
Partie inférieure de houille flambante	168	5	6,24
Partie de houille grasse	1 293	24	28,13
	2 045	37	49,94
Région orientale :			
Partie supérieure de houille flambante	281	9	13,74
Partie inférieure de houille flambante	128	13	4,30
Partie de houille grasse	1 022	15	19,67
	1 531	27	37,71

Les analyses de houille pure du bassin de la Sarre effectuées par le laboratoire de l'Etat prussien ont donné les résultats figurés dans le tableau suivant :

Tableau IV. — *Analyse des houilles du bassin de la Sarre.*

HOUILLES	EAU POUR 100	CENDRES POUR 100	CARBONE		RENDEMENT EN COKE POUR 100	CALORIES
			houille brute pour 100	houille sans cendres pour 100		
Houilles maigres	5,72	9,80	65,76	77,81	»	7,605
Houilles flambantes supérieures	4,83	6,65	70,24	79,32	60	7,813
Houilles flambantes inférieures	3,57	5,17	74,29	81,16	59,6	8,040
Houilles grasses	2,06	5,04	78,75	84,72	64	8,429

Ce tableau montre que les houilles de la Sarre ont une puissance calorifique inférieure à celle des houilles du nord de la France et de Westphalie, elles conviennent particulièrement au chauffage des chaudières et au chauffage domestique.

Les chiffres indiqués par le tableau et concernant le pourcentage en coke sont théoriques, en réalité il n'est que de 50 à 55 pour 100. La grande teneur de ce coke en matières volatiles le rend plus friable que celui du nord de la France, de Belgique et de Westphalie ; de

Digitized by Google

plus il est moins pur, sa teneur en cendres est d'au moins 12 pour 100 ; il n'est employé que dans les hauts fourneaux de la Sarre et de la Lorraine ; les usines ont installé des fours à coke près des hauts fourneaux, ce qui supprime le déchet de transport.

En 1913, 3 172 589 t ont été carbonisées, ce qui représente 25 pour 100 de la production de la partie rhénane et 17 pour 100 de la production totale du gisement.

Les houilles de Lorraine ne conviennent pas à la fabrication du coke, elles ne sont pas assez collantes et renferment trop de matières volatiles. Les mines de Sarre et Moselle ont cependant installé une usine avec récupération des sous-produits ; MM. de Wendel ont installé à Mayeuvre un four pour carboniser les houilles de Petite Rosselle. On additionne généralement des menus gras ou des houilles maigres aux houilles indigènes pour obtenir un coke convenable.

Les réserves de houille du bassin de la Sarre sont indiquées dans le tableau ci-dessous qui a été dressé avec beaucoup de prudence et marque certainement des chiffres inférieurs à la réalité.

TABLEAU V. — *Réserves de houille du bassin de la Sarre.*

PROFONDEURS	EN MILLIONS DE TONNES HOUILLES			TOTAL
	maigres	flambantes	grasses	
0 à 1 000 m	666	4 264	2 948	7 898
1 000 à 1 200 m	51	682	1 138	1 871
1 200 à 1 500 m	75	1 018	1 720	2 813
1 500 à 2 000 m	141	1 332	2 493	3 966
	933	7 296	8 299	16 548

Si la production actuelle de 17 millions de tonnes se maintient, la durée d'exploitation sera d'environ mille ans.

La production se répartit comme il suit entre les trois parties du bassin :

	Tonnes.
Partie rhénane	12 406 536
Partie lorraine	3 795 932
Partie palatine	810 546
	17 013 014

La métallurgie a pris un grand développement dans le bassin de la Sarre ; sa production métallurgique totale en 1913 a été la suivante :

Produits.	Tonnes.
Fonte brute	1 374 534
Acier brut	2 079 825
Produits finis	1 652 414

Toute la fonte produite est de la fonte Thomas, le minerai étant surtout du minerai lorrain ; 148 250 t de fonte ont été transformées en moulages et 1 226 000 t en acier.

L'acier est surtout de l'acier Thomas (1 718 740 t) et de l'acier Martin (342 352 t). Pour produire cette quantité d'acier, la Sarre importe de Lorraine et du Luxembourg de 700 000 t à 800 000 t de fonte.

Le nombre de hauts fourneaux du bassin de la Sarre est de 30 pouvant produire ensemble 4 370 t en vingt-quatre heures, le nombre de convertisseurs est de 21, produisant chacun 21 t en moyenne par vingt-quatre heures, et le nombre de fours Martin est de 31 ayant une production moyenne de 21 t par vingt-quatre heures.

Les usines sont presque toutes concentrées au centre du district le long de la Sarre, certaines ont une puissance considérable et pouvant produire près de 400 000 t d'acier brut par an.

La production de la région de la Sarre est de 8 pour 100 de la production allemande pour la fonte et de 12 pour 100 pour l'acier.

Si la France reprenait la Sarre en même temps que l'Alsace-Lorraine, sa production sidérurgique serait doublée comme le montrent les données suivantes :

Production de fonte et d'acier (en milliers de tonnes) en 1913.

		Fonte.		Acier.
France		5 311		4 635
Alsace-Lorraine	3 870	5 244	2 286	4 366
Sarre	1 374		2 080	
Totaux		10 555		9 001

MM. Pinot et Tribot-Laspière terminent leur étude en examinant l'importance industrielle du retour de la Sarre à la France.

Au point de vue du combustible le retour du bassin de la Sarre à la France est presque aussi désirable que celui de l'Alsace-Lorraine.

En effet, la situation houillère de la France en 1913 était la suivante :

Houille crue.	Tonnes.
Production	40 129 000
Importation	18 711 000
Total	58 840 000
Exportations	1 304 000
Consommation	57 536 000

A ces chiffres il faut ajouter ceux qui concernent le coke et les briquettes :

	Coke.	Briquettes.
Importations	3 070 000	1 086 000
Exportations	232 000	207 000
Consommation	2 838 000	879 000

En tenant compte de ce qu'il faut 1,33 t de houille pour fabriquer une tonne de coke et 0,90 t de houille pour une tonne de briquettes, la consommation totale de houille de la France est de 62 111 000 t de houille contre une production de 40 000 000 t. Il faut donc importer plus du tiers de notre consommation, d'où une dépense

Digitized by Google

qui, en 1913, s'est chiffrée par 536000000 fr et qui n'a pas été compensée par nos exportations de minerais qui n'ont représenté que 46 000 000 fr, soit à peine le 1/10.

Le manque de charbon a donc pour nous une double conséquence, il nous met sous la dépendance de nos fournisseurs de combustible et rend le prix du charbon plus élevé chez nous que chez nos concurrents, ce qui nous désavantage gravement vis-à-vis d'eux.

Si l'Alsace-Lorraine nous revenait seule, elle nous donnerait 3796000 t de charbon, mais comme elle en consomme 11800000 t (5800000 t de houille crue et 4500000 t de coke représentent 6000000 de houille crue) son déficit de 8000000 t viendrait s'ajouter au nôtre et le porterait à 30000000 t.

Si le bassin de la Sarre nous revenait en même temps que l'Alsace-Lorraine, sa production de 13200000 t et sa consommation de 5 200000 t nous laisserait un excédent de 8000000 t qui comblerait exactement le déficit de l'Alsace-Lorraine. Le déficit de la France serait alors toujours de 22000000 t dont 12 millions de tonnes de houille crue et 10 millions de tonnes de houille à coke (au lieu de 18 millions de tonnes de houille crue et 4 millions de tonnes de houille à coke avant la guerre). La situation qui sera améliorée pour la houille crue sera donc aggravée pour la houille à coke, ce qui pourra avoir une répercussion fâcheuse sur notre métallurgie, puisqu'elle est presque le seul consommateur de tout le coke produit en France ou importé. Suivant que le coke sera abondant ou rare, bon marché ou cher, toute l'industrie française se trouvera dans de bonnes ou de mauvaises conditions d'existence et de lutte.

Les rapporteurs proposent, pour résoudre le problème, qu'une partie de l'indemnité de guerre, que nous devrons nous faire payer par l'Allemagne pour nous dédommager des ravages qu'elle a faits chez nous, soit payée en nature par une quantité de combustible correspondant à celle nécessaire pour combler notre déficit.

Conclusions. — Comme conclusions, les auteurs résument comme il suit les données qui caractériseront la France nouvelle après la victoire :

1° *Minerai.* — L'apport de la Lorraine sera de 21 000 000 t qui, en s'ajoutant aux 22 000 000 t de la France d'avant-guerre, donneront à notre pays une production de 43 000 000 t, ce qui le classera immédiatement après les États-Unis.

De ces 43 000 000 t, nous ne consommerons, en prenant pour base les chiffres de 1913, que 29 000 000 t et nous aurons à exporter 14 000 000 t.

2° *Charbon.* — Si l'Alsace-Lorraine nous revenait seule, le déficit en charbon de la France passerait de 22 à 30 millions de tonnes. Au contraire, si la Sarre nous revient en même temps, notre déficit ne sera pas augmenté et restera de 22 millions de tonnes comme avant la guerre.

Pour combler ce déficit, on pourrait, entre autres mesures, imposer à l'Allemagne l'obligation d'un tribut annuel en nature.

Il semble nécessaire, en tout cas, de lier dans nos négociations internationales, et principalement interalliées, les deux questions de notre excédent de minerai et de notre déficit de charbon.

3° *Métallurgie.* — Le retour de la Lorraine et de la Sarre à la France aura pour effet de doubler la production de fonte et d'acier. La première passera de 5 à 11 millions de tonnes, la seconde de 5 à 10 millions de tonnes.

Vœux. — Comme suite à ce très intéressant rapport, MM. R. Pinot et J. Tribot-Laspière ont proposé au Congrès d'émettre les vœux suivants :

1° Que le traité de paix ne se contente pas d'exiger de l'ennemi la reddition de l'Alsace-Lorraine, mais lui impose, en même temps, pour que notre pays ne voie pas augmenter son déficit en combustible, la reddition du bassin de la Sarre, qui fut autrefois français et dont la prospection est due aux ingénieurs du corps des mines français;

2° Que le gouvernement ne sépare pas la question de l'exportation de notre excédent de minerai de celle de notre déficit de combustible et qu'il assure à notre pays, notamment par l'obligation d'un tribut annuel de combustible à imposer aux Allemands dans l'avenir, la possibilité de s'approvisionner des tonnages qui lui manquent;

3° Que le gouvernement considère que le retour à la patrie française de la Lorraine et de la Sarre aura pour effet de doubler la production métallurgique de la France et qu'il mette à l'étude, simultanément et à bref délai, le problème du développement de nos industries de transformation et de nos exportations ainsi que la détermination des moyens à employer pour lutter contre les importations faussées par des pratiques artificielles;

4° Que les gouvernements alliés insèrent dans le futur traité de paix les conditions de toutes sortes (ne pouvant être précisées aujourd'hui, mais comprenant toutes réquisitions, tout prélèvement en nature chez l'ennemi) qui permettront de rétablir le plus promptement possible les usines françaises que l'ennemi a systématiquement détruites, dans toute la région par lui envahie, avec l'intention bien évidente d'anéantir notre puissance économique.

(*A suivre.*)

Digitized by Google

Assemblées générales

Compagnie du Chemin de fer Métropolitain de Paris.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 12 JUIN 1918.

Depuis juillet 1916 aucune nouvelle ligne ou fraction de ligne n'a été livrée par la ville, seuls quelques travaux locaux comme le fonçage du puits qui doit contenir l'ascenseur et les escaliers à la station Porte-des-Lilas, ont été poursuivis.

Le service des trains est demeuré sensiblement ce qu'il était à la fin de l'année précédente, la contenance des voitures a été augmentée par la suppression des quatre banquettes d'une place voisines des portières.

Le premier départ a été avancé, il a lieu à 5 h. 20 et le dernier départ a été reculé à 23 h. 30.

Durant cet exercice, le chiffre d'affaires n'a pas cessé de se développer; il a été transporté 488 millions de personnes environ. Malheureusement il y a eu contre-partie, les charges ont continué à croître; le charbon qui autrefois revenait en moyenne rendu à l'usine à 25,50 fr la tonne, atteint 99,50 fr en 1918; la dépense de charbon de 15 300 000 fr a été le quadruple de celle des années d'avant-guerre et supérieure de plus de 5 000 000 fr à celle de 1916.

La main-d'œuvre est montée à 11 600 000 fr, l'indemnité de cherté de vie entrant dans cette somme pour 1 800 000 fr.

Enfin, les matières premières ont coûté, en 1917, 3 600 000 fr, différence de près d'un million sur 1916.

Si l'on ajoute le prélèvement de la Ville de Paris sur la recette brute, on arrive au total de 12 millions et demi.

C'est ce qui explique que, malgré une augmentation de recettes de 11 millions et demi, le bénéfice ait diminué de près d'un million.

Pour 1918, le mouvement ascensionnel des recettes s'est maintenu surtout pendant les deux premiers mois, mais depuis avril la recette tombe.

Deux solutions apparaissent à l'esprit comme légitimes et rationnellement réalisables pour compenser les pertes : soit un relèvement des tarifs, soit une modification du prélèvement qui ferait participer la Ville aux charges en même temps qu'aux profits actuels.

La Ville de Paris a proposé une combinaison qui se bornait à mettre à la disposition de la Compagnie les avances nécessaires pour permettre le paiement d'un dividende de 10 fr par action. Ces avances auraient été remboursées après la guerre à un taux et un délai à fixer. La Compagnie n'a pas accepté cette proposition ; elle espère obtenir meilleure satisfaction, d'autres sociétés de province ayant été déjà autorisées à relever leurs tarifs, et les Postes, les Chemins de fer, même le Gaz de Paris ayant été augmentés.

Les recettes totales d'exploitation se sont élevées à 71 390 719,71 fr et les dépenses à 36 361 288,24 fr. Les produits de l'exploitation ont donc atteint 35 029 431,47 fr contre 30 552 873,84 fr en 1916, et le rapport des dépenses aux recettes a été de 50,93 pour 100 contre 47,14 pour 100 en 1916 et 42,79 pour 100 en 1913.

Après déduction de la part versée à la Ville de Paris, 23 826 098,72 fr, le produit net d'exploitation reste à 11 203 332,75 fr.

Le bénéfice net atteint 5 067 118,42 fr, le report précédent était de 1 417 123,22 fr.

Après prélèvement des réserves et amortissements, le dividende est fixé à 14 fr pour les actions de capital et à 6,50 fr pour les actions de jouissance, payables à partir du 1er juillet 1918.

Le report à nouveau est de 1 208 487,72 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Caisse. Espèces en caisse	539 436,70
Banques. Comptes en banques	14 595 137,24
Valeurs en portefeuille	11 322 912,25
Ville de Paris et divers	3 181 645,75
Avances diverses	1 592 491,36
Débiteurs divers	1 730 399,35
Inondations de janvier 1910	3 106 922,36
Frais de prolongation de la Société	230 753,05
Approvisionnements	2 788 726,44
Frais généraux et d'administration centrale	6 845 209,89
Intérêts des capitaux improductifs pendant la période de construction	4 738 567,60
Voie ferrée et dépendances :	
Travaux complémentaires d'infrastructure	390 476,70
Voie	39 035 819,20
Stations et accès	34 310 150,95
Usine et sous-stations	33 583 158,33
Distribution de l'énergie	12 936 358,03
Domaine de la Compagnie :	
Bâtiment d'administration	2 382 898,90
Ateliers de construction	16 535 806,60
Matériel roulant	54 066 980,83
Outillage, petit matériel et mobilier	2 867 708,91
	246 781 560,44

Passif.

	fr
Capital-actions :	
257 130 actions de capital	64 282 500 »
42 870 actions de jouissance	10 717 500 »
Obligations :	
3 1/2 pour 100 1906	23 500 000 »
4 pour 100 1907	23 750 000 »
4 pour 100 1908	21 749 760 »
4 pour 100 1910	25 119 345,45
4 pour 100 1913	24 880 310 »
Réserve légale	5 087 896,28
Fonds de capitalisation des usines	1 702 130 »
Fonds de garantie des rentes viagères et temporaires	542 749,87
Fonds de prévoyance	7 443 343,69
Créditeurs divers	14 509 701,36
Intérêts et dividendes	6 443 582,15
Amortissement sur titres	4 568 500 »
Profits et pertes. Solde au 31 décembre 1917	6 484 241,64
	246 781 560,44

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF : Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. TOME IV. — N° 7. 17 AOUT 1918.

Chronique. — Sur la terminologie technique. — Bibliographie : La taille des métaux, par L. DESCROIX ; La chimie élémentaire des ingénieurs, des industriels et des constructeurs, par René DUBRISAY, p. 209-210.

Section scientifique et technique. — Instabilité moléculaire par la magnétostriction, par HURMUZESCU, p. 211. — Sur un montage des compteurs enregistrant l'énergie des postes triphasés permettant la détermination de l'énergie magnétisante et donnant une plus grande sécurité de bon fonctionnement, par P. BOURGUIGNON, p 214. — Revues, analyses et informations : Sensibilité de la rétine, p. 217. — Comité électrotechnique français, p. 222. — Sur les conditions d'équilibre du branchement en série d'une bobine d'induction et d'un condensateur, p. 222.

Section industrielle. — L'emploi des clavettes magnétiques pour la fermeture des encoches dans les inducteurs de moteurs asynchrones, par FLEURY-DEFLASSIEUX, p. 223. — Modifications apportées au régime d'un cours d'eau après l'établissement d'un barrage, par K. ZORAYAN, p. 226. — Revues, analyses et informations : Procédés d'agglomération des lignites, p. 229. — Notes pratiques : Montage des barres omnibus, p. 232 ; La commande mécanique des sectionneurs montés sur hauts pylônes, p. 232.

Section économique et financière. — Congrès général du Génie civil *(suite)*, p. 233. — Assemblées générales : Société anonyme des Forces motrices de Vercors, p. 235. — Compagnie d'Electricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière), p. 236.

Section de législation. — La nouvelle loi norvégienne sur les chutes d'eau, par G. TOCHON, p. 237. — Extraits de la loi norvégienne sur l'acquisition de chutes d'eau et autres propriétés foncières (14 décembre 1917), p. 241. — Législation, jurisprudence, réglementation : Décret autorisant et déclarant d'utilité publique des travaux de dérivation de l'Ain à Priay pour la mise en jeu d'une usine hydro-électrique, p. 248. — Décret instituant un comité chargé de l'examen de toutes questions intéressant l'industrie du caoutchouc en France, p. 248.

Sur la terminologie technique. — Il fut un temps — bien peu éloigné d'ailleurs — où les rares personnes qui réclamaient une unification de la terminologie technique étaient l'objet des sourires sceptiques de leurs contemporains qui les eussent volontiers envoyés à Charenton ou à Sainte-Anne. Dans ces dernières années on s'est toutefois aperçu que la terminologie, rarement logique, le plus souvent fantaisiste, créée par les agents commerciaux ou les traducteurs d'articles de langues étrangères offrait de multiples inconvénients et que, s'il est utile d'exiger des dactylographes la connaissance et l'application des règles de la grammaire française, il est encore plus utile que les ingénieurs adoptent des règles précises et logiques dans la terminologie technique.

C'est en raison de cette nécessité que certaines organisations techniques, comme les Comités électrotechniques nationaux et la Commission électrotechnique internationale qui en est l'émanation, ont mis à l'étude les questions de nomenclature et de terminologie. Mais cette étude, qui n'a été commencée par les Comités électrotechniques qu'en 1911, n'en est guère qu'à ses débuts. Aussi voyons-nous aujourd'hui, que la nécessité de l'unification industrielle est enfin reconnue, s'élever de toutes parts des réclamations en faveur de l'établissement d'une terminologie technique et logique. Il y a quelques mois c'était l'Académie des Sciences qui protestait contre les « mauvaises locutions introduites par les jeunes savants dans le langage scientifique moderne » et particulièrement contre l'emploi du mot « self » en électricité (1) ; puis c'était la Chambre syndicale des Constructeurs de gros materiel électrique qui établissait un essai de nomenclature des appareils formant ce qu'on est convenu d'appeler l'appareillage de distribution (interrupteurs, rupteurs, commutateurs, rhéostats, etc.) ; entre temps, dans diverses communications au Congrès général du Génie civil, dans des articles de la presse technique des voix autorisées s'élevaient pour réclamer la revision de notre nomenclature technique ; c'est également le vœu que forme M. Cauchie, rédacteur des Postes et Télégraphes dans une note qui vient d'être publiée dans le dernier numéro, p. 337-338, des « Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones », note

(1) *R. G. E.*, 16 mars 1918, t. III, p. 385-386.

Digitized by Google

que nous reproduisons ci-dessous en raison de son intérêt pour les électriciens.

La combinaison des circuits téléphoniques a fait récemment l'objet d'une instruction spéciale que l'administration française des Postes et Télégraphes a mise entre les mains de son personnel technique. A ce propos, il semble utile de dire deux mots d'une question qui est certainement de la plus haute importance car c'est une question de terminologie.

Dans tous les textes en français qui se rapportent à la combinaison des circuits, on fait usage, entre autres, des mots *combiné* et *combinant*, en employant le premier dans un sens détourné qui prête à confusion, et en attribuant au second une signification que la langue française ne lui permet pas d'avoir.

Lorsque l'on a combiné deux circuits, il est de toute évidence que ceux-ci sont des circuits *combinés* ; le mot *combinant*, qui leur est appliqué, n'a dans ce cas rigoureusement aucun sens : il ne pourrait signifier que : « la personne qui combine deux circuits ». Quant au circuit complexe qui résulte de la combinaison des deux circuits, il n'est guère logique de l'appeler *combiné*, puisqu'il n'est combiné à rien.

Certains auteurs, d'ailleurs très rares, se servent de traductions plus ou moins exactes des deux expressions anglaises *physical circuit* (circuit matériel) et *phantosm circuit* (circuit imaginaire). On ne peut guère souhaiter que cet usage se répande : ces expressions, il est vrai, ne sont pas, comme *combiné* et *combinant*, contraires à toute logique ; mais elles sont impropres, car le circuit résultant de la combinaison de deux autres est tout aussi matériel que ceux-ci, puisqu'il est formé de quatre fils.

Il semble qu'on pourrait très bien se servir des mots *bifilaire* et *quadrifilaire*, qui ont toute l'exactitude et toute la précision désirables. En leur adjoignant le verbe *combiner*, actuellement employé, et qu'il est inutile de remplacer par un autre puisqu'il est parfaitement explicite, on aurait des phrases du genre de celles-ci : « Si ces deux circuits bifilaires sont combinés ensemble, on dispose, en outre, d'un circuit quadrifilaire de combinaison ». « Lorsqu'on a réalisé la combinaison de deux circuits bifilaires, le circuit quadrifilaire obtenu peut, aussi bien que les deux circuits combinés [*ou* : bifilaires combinés], être approprié à la télégraphie et à la téléphonie simultanées ». « Le trafic téléphonique entre ces deux villes est assuré par deux circuits bifilaires et un circuit quadrifilaire ».

Il est grandement à désirer qu'un Congrès de terminologie télégraphique et téléphonique vienne apporter un peu de logique dans les appellations techniques. Il va de soi qu'un tel Congrès devrait renfermer dans son sein des linguistes, *qui décideraient en dernier ressort*, et qui s'opposeraient, par exemple, à ce qu'on prît, dans la langue générale, un mot dont la signification résulte d'une évolution de plus de vingt siècles, pour lui appliquer brusquement et brutalement un sens qui choque la raison.

En attendant que la terminologie technique soit ainsi mise en harmonie avec la langue générale, il semble que l'emploi des expressions proposées ci-dessus pour la combinaison des circuits ne pourrait présenter que des avantages.

Bibliographie : La taille des métaux, par F.-W. Taylor, traduction française par L. Descroix, ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique, suivie d'une note sur les Règles et Cercles à calcul [1]. — Ce volume est un nouveau tirage de l'adresse lue par F. Taylor au Congrès de la Société américaine des ingénieurs mécaniciens réuni à New-York en 1906. Le premier tirage publié en 1907 étant complètement épuisé, les éditeurs, sur la demande d'un grand nombre d'ingénieurs viennent d'en effectuer un second que nous présentons à nos lecteurs. La valeur de l'ouvrage de F. Taylor est considérable, rien de semblable a été publié. Il est le résultat d'études conduites avec une méthode scientifique bien rare et d'une longue pratique. Ce travail est indispensable à tous les constructeurs. Nous donnons ci-dessous un aperçu des différents chapitres qu'il contient. Après une introduction et un résumé historique de la taille des métaux, l'auteur étudie : la division du travail, le mode d'action de l'outil et son usure dans la taille des métaux, la manière de faire les expériences, les formes générales des outils, taillant et dépouille des outils, forgeage et meulage des outils, pression du copeau sur l'outil, refroidissement de l'outil avec un fort courant d'eau, broutement des outils, durée normale du travail d'un outil sans réaffûtage, influence de la profondeur de coupe et de l'avance sur la vitesse de coupe, aciers à outils et leur traitement, composition chimique des aciers à outils, théorie de la trempe de l'acier, influence de la qualité du métal travaillé, contour du tranchant de l'outil, règles à calcul et enfin les règles et cercles à calcul de Fred. W. Taylor et Carl G. Barth pour l'application du système Taylor dans l'atelier de mécanique ; le dernier chapitre est dû à M. L. Descroix.

Bibliographie. — La chimie élémentaire des ingénieurs, des industriels et des constructeurs, par René Dubrisay, docteur ès sciences physiques, ingénieur des manufactures de l'État, répétiteur à l'École polytechnique [2]. — Il n'existait pas jusqu'ici d'ouvrage condensant les données et renseignements relatifs aux applications de la chimie à l'industrie et à la construction.

Dans ce livre, M. Dubrisay a résumé d'abord les lois générales de la chimie, en mettant en évidence leurs relations avec la production de la chaleur, l'emploi des métaux et des matériaux de construction, etc. Il a indiqué les méthodes d'analyses appliquées à l'essai industriel de produits particulièrement importants : combustibles, métaux, huiles de graissage, matériaux de construction. Il donne, à propos de ces corps, un certain nombre de données numériques très utiles.

Ce traité a été conçu dans un esprit essentiellement pratique et l'indication de ses grandes divisions, que nous donnons ci-après, en montrera le grand intérêt :

Production de la chaleur. Généralités sur la combustion. Les combustibles solides et leurs succédanés. Hydrocarbures et composés du carbone. L'eau. Généralités sur les métaux. Etude des produits métallurgiques. Données numériques sur quelques métaux usuels. Le graissage et les lubrifiants. Les matériaux de construction. Matériaux naturels. Mortiers. Verre et produits céramiques. Peintures et enduits.

(1) Un volume, 21 cm × 29 cm, 296 p, 109 fig. Publication de *La Revue de Métallurgie*, édité par H. Dunod et F. Pinat, 47 et 49, quai des Grands-Augustins. Prix, 16 fr.

(2) Un volume, 25 cm × 16 cm, 307 pages, édité par H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris. Prix, majoration comprise, 12 fr.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Instabilité moléculaire par la magnétostriction

Des expériences déjà anciennes faites en vue de rechercher l'influence du champ magnétique sur la force électromotrice des piles amenèrent l'auteur à étudier les phénomènes du magnétostriction sur des ovoïdes de fer, d'acier, etc. Ce sont les résultats de cette étude, commencée à Bucarest avant la querre et que celle-ci a brusquement interrompue, qui sont exposés dans l'article ci-dessous. Ils ont montré que, sous certaines conditions, le fer présente une instabilité moléculaire que ne présente pas l'acier.

I. — On sait que par l'aimantation, les corps ferromagnétiques éprouvent des modifications mécaniques. Joule a découvert (1824) que le fer s'allonge dans un champ magnétique. Depuis, la question a été étudiée par un grand nombre de physiciens. Les résultats compris sous la dénomination de *magnétostriction* se réfèrent aux variations de longueur, de volume, donc de densités et aux torsions que subissent ces différents corps (1).

Mais par l'influence de cette action, ils éprouvent en même temps des changements dans leurs états physiques; fait découvert en 1881 par Ramsen.

Ces phénomènes sont mis en évidence par les réactions chimiques, par les forces électromotrices, hydroélectriques, et celles thermo-électriques des éléments formés avec les corps ferromagnétiques et aussi par la variation de leur résistivité électrique.

Ces questions ont fait l'objet de très nombreuses recherches, mais tous les résultats n'étaient pas toujours concordants.

En 1896, en étudiant la force électromotrice d'aimantation d'une pile dont l'une des électrodes était en fer et soumise à différents champs magnétiques, je suis arrivé par des mesures précises à des résultats toujours concordants.

Grâce à la méthode expérimentale employée, on peut éliminer les causes d'erreurs et les phénomènes parasites. Une des premières conditions à cet effet, c'est de prendre des surfaces de contact limitées et d'orientation déterminées par rapport au champ magnétique.

Les expériences ont montré que, par l'aimantation, le fer devient positif, c'est-à-dire qu'il est moins attaqué que le fer neutre par un acide quelconque.

Du reste, l'application du principe de la conservation de l'énergie interne nous conduit théoriquement au même résultat; car l'énergie gagnée par l'aimantation doit se retrouver sous une forme quelconque. En s'appuyant sur ce principe, on arrive à obtenir une formule pour cette force électromotrice :

$$E = \frac{l}{\partial}\frac{J^2}{2k} - \frac{l'}{\partial'}\frac{J'^2}{2k'}. \qquad (1)$$

J, k, ∂, l, et J' k' ∂' l' étant : les intensités d'aimantation, les susceptibilités, les équivalents électrochimiques et les densités, dans l'électrode et dans le liquide environnant.

Des expériences multiples m'ont montré que, lorsque l'électrode était orientée de manière que sa surface de contact forme une surface polaire et lorsque la pile avait été formée depuis depuis quelque temps (plusieurs heures), c'est-à-dire que le métal avait été attaqué déjà par l'acide, la force électromotrice d'aimantation présentait des variations irrégulières, diminuait et même changeait de sens au bout de quelque temps.

Pour que E devienne négatif, il suffit que le second terme de la formule précédente l'emporte sur le premier, pour cela il faut admettre que

$$\frac{J'^2}{\partial' k'} > \frac{J^2}{\partial k};$$

c'est-à-dire que, $\partial' k'$ tout en étant plus petit que ∂k, il suffirait d'admettre une légère augmentation de J' tout près de la surface de l'électrode et cela par suite de l'attraction et de l'orientation, vers la surface de contact de l'électrode, des molécules liquides plus riches en fer (1) ou même de petites particules de son composé. Il y a donc à tenir compte d'une orientation dans ce phénomène.

Poursuivant plus loin cette idée, j'ai été conduit à envisager dans tout l'ensemble de ces phénomènes les recherches qui pourraient nous mettre en évidence ces manifestations d'ordre magnéto-moléculaire.

(1) H. Nagaoka. *Congrès international de Physique*, Paris, t. II, p. 556.

(1) D. Hurmuzescu. Modifications physiques dues à l'aimantation. *Congrès international de Physique*, Paris, 1900, t. II, p. 557.

Digitized by Google

Après un grand nombre d'essais infructueux sur liquides ferro et ferri, après avoir expérimenté les limailles et poussières de fer et de nickel en suspension dans des liquides de densités convenables, j'ai été conduit aux phénomènes de magnétostriction. La méthode expérimentale choisie devait satisfaire à la condition de pouvoir suivre pas à pas tous les phénomènes d'hystérésis, de traînage magnétique, etc...

II. — **Description de la méthode expérimentale employée.** — Cette méthode était basée sur la mesure de la variation de longueur du grand axe d'un ovoïde ferro-magnétique très allongé, par le déplacement des anneaux d'interférence de Fizeau, sous l'influence du champ magnétique.

Le corps à expérimenter était disposé verticalement à l'intérieur d'une bobine, son grand axe suivant l'axe de celle-ci. La bobine avait une hauteur de 55 cm et et comprenait 30 couches de fil de cuivre de 0,3 cm de diamètre et isolé à la soie. On pouvait y faire passer jusqu'à un courant de 30 A pendant quelques secondes. Donc, on pouvait obtenir des champs magnétiques de plus de 3000 unités C. G. S. Le noyau de la bobine était formé par un tube de cuivre électrolytique, à l'intérieur duquel il y avait un tube d'ébonite de plus petit diamètre laissant entre les deux un intervalle. Dans celui-ci passait un courant d'eau pour maintenir la température constante.

La bobine était supportée par un trépied solide en chêne massif reposant, par des rondelles de caoutchouc, sur un sol à l'abri de toute trépidation.

Les échantillons expérimentés avaient une longueur commune de 35 cm environ, mais la grosseur de leur axe transversal variait de 1 cm à 3 cm.

A l'intérieur de la bobine, l'échantillon soumis à l'expérience était supporté et ramené au milieu de la bobine par le moyen d'une vis de réglage indépendante de la bobine. Au-dessus s'appuyant constamment sur l'ovoïde, il y avait un cylindre en cuivre pur glissant facilement dans le tube de la bobine. Ce cylindre était terminé en haut par une glace noire à surface optiquement plane. Entre cette surface et la surface convexe d'une lentille suspendue au-dessus on obtenait les anneaux d'interférence.

La lentille était supportée par un système solide et indépendant de la bobine.

Les anneaux obtenus par une lumière monochromatique (sodium) étaient renvoyés par un système de prismes à réflexion totale et observés par un viseur à doubles réticules mobiles.

Un accroissement de la longueur était mesuré par le déplacement des anneaux du centre vers la périphérie, au contraire une diminution par le mouvement inverse.

Par cette méthode, on pouvait facilement apprécier le quart d'un anneau noir, c'est-à-dire $1/4 \times \frac{\lambda}{4}$, précision suffisante dans ce genre d'expérience où les valeurs varient tellement avec chaque échantillon même d'un moment à l'autre.

III. — **Les résultats. — Variation de longueur.** — En résumant les résultats d'un grand nombre d'expériences sur différents corps (1) : fer, acier, nickel, cobalt, ferro-nickel, alliages magnétiques provenant des métaux non magnétiques, etc., on trouve, en appelant Δl l'allongement positif par les anneaux déplacés, que :

1. Le fer commence par s'allonger à partir du $H = 0$; avant 200 unités passe par un maximum — voir plus loin les courbes respectives pour les meilleurs échantillons; — après quoi Δl diminue, passe par zéro pour $H = 300$ G approximativement; pour $H = 3000$ G, $-\Delta l$ tend vers une valeur constante.

2. L'acier présente la même allure générale, mais son maximum a une plus petite valeur et se trouve déplacé vers les champs plus grands. La courbe est moins accentuée; pour 3000 G, sa courbe se trouve à l'intérieur de la branche respective de celle du fer.

3. Pour le nickel, on a $-\Delta l$ de l'origine, donc un raccourcissement, qui descend brusquement jusqu'à vers $H = 200$ G, après quoi la variation devient très lente; il présente un raccourcissement au moins double de celui du fer pour $H = 3000$ G.

4. Le cobalt commence par se raccourcir vers $H = 400$ G passe par un minimum, après quoi il s'allonge et pour $H = 1000$ G dépasse sa longueur primitive.

IV. — **La région d'instabilité moléculaire.** — En serrant de plus près le phénomène dans la région du maximum que présente la magnétostriction du fer, j'ai eu l'occasion de constater une oscillation caractéristique dénotant un état d'équilibre instable moléculaire.

Je n'ai vu citer ce fait par aucun des physiciens qui se sont occupés de ces questions.

Voici en quoi il consiste : lorsqu'on fait croître, à partir de zéro, le champ magnétique de la bobine, en observant le déplacement des anneaux au réticule, on constate leur passage en s'élargissant, donc le fer s'allonge. Pour une certaine valeur du champ magnétique, leur mouvement se ralenti, un peu plus loin s'arrête, puis rebrousse chemin.

En ce moment, nous avons légèrement dépassé le maximum.

Si maintenant on interrompt le courant de la bobine, le champ magnétique disparaît et l'échantillon revient vers son état initial en mettant le temps nécessaire à son traînage caractéristique.

Maintenant, si on fait établir directement le courant électrique, donc si on fait apparaître le champ magnétique dans la bobine, en regardant en même temps au viseur, on constate que le fer subit d'abord un allongement suivi brusquement d'un raccourcissement stable. La durée de cette oscillation est de l'ordre de moins d'une seconde, c'est-à-dire autant que la période variable du champ magnétique, par suite de la self-induction.

(1) Voir *Bulletin de la Section scientifique de l'Académie roumaine*, n° 3, 1913.

Digitized by Google

L'allongement est toujours plus petit devant la variation de sens contraire, et cela d'autant plus que le point, pris sur la courbe dans cette région, est plus éloigné du point maximum, jusqu'à une certaine valeur du champ, au delà de laquelle le phénomène n'est plus visible.

Par la diminution continuelle du champ H, on passe en sens contraire par ce phénomène.

Il se présente avec un certain retard, quant à la valeur de H, dans une région plus limitée et avec une plus brusque rapidité, ce qui rend l'observation plus difficile.

Cette *instabilité moléculaire* se présente seulement pour les échantillons de fer doux et elle est d'autant plus nette que le fer employé est plus doux, c'est-à-dire qu'il a une perméabilité plus grande.

Ainsi, avec certains échantillons de fer de Suède, on a pu observer au réticule

$$\Delta l = 2\,\frac{\lambda}{4} \text{ pour la phase positive,}$$

et

$$-\Delta l = -8\,\frac{\lambda}{4} \text{ pour la phase négative.}$$

Pour un grand nombre de ces échantillons et dans certaines conditions, nous avons pu observer ces points d'instabilité dans une région assez étendue, le cas de la courbe F H B de la figure ci-jointe (fig. 1).

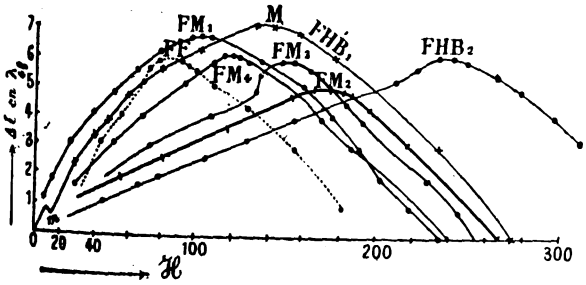


Fig. 1.

Le tableau I donné plus bas représente les valeurs critiques pour différents échantillons ferromagnétiques présentant l'*instabilité* moléculaire.

Tableau I.

Échantillon	courbes	H en gauss	$-\Delta l$ en $\frac{\lambda}{4}$
Fer HB	1,52 FHB_1	138,0	7,1
HB_2	2,26 FAB_2	237,9	6,4
M_1	FM_1	105,7	6,8
M_2	FM_2	174,8	5,0
M_3	FM_3	145,9	5,75
M_4	FM_4	115,7	6,25
Fils.	FF	83,4	6,2

Par la figure 1 nous avons donné l'allure générale des courbes de ces échantillons et surtout des régions dans le voisinage du point critique.

On ne trouve rien dans ce sens avec les aciers dont la courbe de *magnétostriction* linéaire présente pourtant aussi un maximum. Dans le cas du nickel, comme on devait s'y attendre, on ne trouve pas non plus cette instabilité.

Ces constatations négatives constituent en même temps des vérifications précieuses pour confirmer le phénomène.

Pour continuer plus loin cette étude, j'ai essayé les limailles très fines de fer comprimées, c'est-à-dire des systèmes ferromagnétiques permettant une plus faible résistance matérielle. On peut se proposer différents essais dans ce sens.

L'étude du cobalt, qui présente un minimum, s'imposait aussi à ce point de vue ; lorsque la guerre nous a forcé à tout abandonner, en quittant Bucarest, devant l'invasion ennemie.

La révélation de cet équilibre instable moléculaire par l'aimantation nous fait adopter de préférence certaines explications pour la constitution des corps magnétiques. Elle rend plausible l'hypothèse des aimants moléculaires, leurs orientations et leurs liaisons. On peut penser avec M. P. Weiss [1] que beaucoup de phénomènes magnétiques résident dans l'altération du champ moléculaire.

L'importance de ce point critique moléculaire magnétique est de concrétiser les conceptions d'aimants moléculaires.

On connaît les expériences par lesquelles Ewing [2] a cherché la vérification indirecte des hypothèses de Weber sur le mécanisme des corps aimantés. En employant un grand nombre de petites aiguilles magnétiques mobiles, il a étudié les différentes figures d'équilibre que prenaient ces aimants sous l'influence de leurs actions réciproques et d'un champ extérieur variable.

Dans ces expériences, reprises et vérifiées par d'autres physiciens [3], les figures que prennent ces différents aimants dans leurs orientations passent par une position d'équilibre instable, pour une certaine valeur du champ extérieur (champ critique), c'est-à-dire que, pour une variation très petite en moins ou en plus de ce champ, la configuration de ces aimants passe d'une position d'équilibre stable M à une autre position stable M'.

En supposant les corps ferromagnétiques formés par une agglomération de petits aimants (molécules), le groupement M correspondrait sur notre courbe à un point avant le maximum et M' à un point après.

La présence des corps non magnétiques, comme le carbone, tungstène, dans la constitution de l'acier,

(1) P. Weiss. *Journal de Physique* (3), t. III, p. 620.

(2) I. A. Ewing. Contributions to the molecular theory of induced magnetism ; *Philosophical Magazine*, t. XXX, p. 205.

(3) De la Rive et Guye. Sur l'orientation magnétique dans une agglomération de petits aimants ; *Archives des Sciences physiques et naturelles* (4), t. XXVIII, p. 105.

Digitized by Google

empêche probablement la mobilité moléculaire nécessaire à l'observation de cet équilibre instable si caractéristique dans le cas du fer doux.

Or, d'après Ewing, la différence entre les états magnétiques de ces deux corps soumis à l'aimantation d'un champ extérieur serait due à la prédominance du nombre des groupements M (magnétiques) sur celui des groupements N (non magnétiques) des aimants moléculaires.

En adoptant cette manière d'expliquer la constitution des corps aimantés, l'instabilité moléculaire magnétique serait due à l'orientation de ces groupements et à une certaine mobilité pouvant suivre les variations du champ magnétique dans la région critique.

Nous nous proposons de revenir plus longuement sur certaines conséquences théoriques.

D. HURMUZESCU,
Professeur à l'Université de Bucarest.

Sur un montage des compteurs enregistrant l'énergie des postes triphasés permettant la détermination de l'énergie magnétisante et donnant une plus grande sécurité de bon fonctionnement

L'auteur de l'article ci-dessous indique un nouveau moyen de mesurer l'énergie utilisée par un abonné consommant du courant triphasé. Il emploie pour cela deux compteurs monophasés montés suivant la méthode des 2 wattmètres. Ce dispositif présente l'avantage d'une plus grande sécurité et permet de déterminer facilement le cos φ de l'abonné.

Un certain nombre d'articles ont été publiés récemment dans la presse technique pour mettre en évidence l'intérêt qu'il y aurait pour les réseaux publics de distribution à faire entrer en ligne de compte dans la tarification de l'abonné le facteur de puissance, c'est-à-dire à ne pas facturer simplement l'énergie réelle.

Notre intention n'est pas pour l'instant de discuter le bien fondé de ce nouveau mode de tarification, et de prendre parti pour une formule ou pour une autre ou d'en suggérer une. Nous nous proposons d'exposer quelques considérations sur un montage des compteurs qui ne prétend pas être autre chose que l'application *logique* de la méthode des deux wattmètres, c'est-à-dire avec emploi de deux organes intégrateurs distincts au lieu d'un seul comme l'usage s'est répandu — montage permettant dès lors à l'administration des secteurs d'être renseignée en plus de l'énergie vraie sur le facteur de puissance moyen de l'abonné, ou mieux encore sur l'énergie magnétisante que comporte la fourniture à cet abonné.

On peut dire que les compteurs employés actuellement pour l'enregistrement des puissances importantes sont des types suivants :

Compteurs primaires à champ tournant fonctionnant par la méthode des deux wattmètres et comportant, par conséquent, deux systèmes wattmétriques conformément au schéma bien connu, et insérés sur deux des trois conducteurs haute tension par l'intermédiaire de transformateurs d'intensité, les enroulements tension étant alimentés par les secondaires de transformateurs appropriés dont les primaires sont convenablement connectés au câble à haute tension ;

Compteurs rarement primaires, mais le plus souvent secondaires, fonctionnant par totalisation de trois systèmes wattmétriques.

Laissons de côté pour l'instant les compteurs du second type qui sont en général d'importance faible ou moyenne et considérons les compteurs du second type qui sont généralement employés pour les postes primaires, c'est-à-dire englobent la catégorie des compteurs importants et très importants.

Le montage est conforme au schéma ci-dessous bien connu (voir fig. 1).

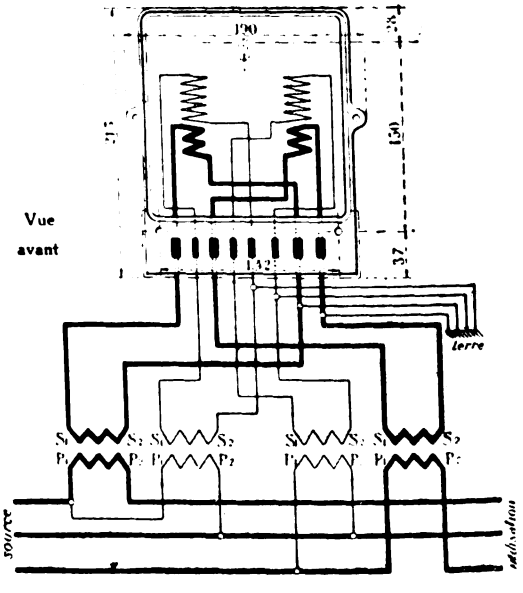


Fig. 1. — Compteur triphasé non équilibré. Modèle ordinaire.

En vertu de la théorie de la méthode des deux wattmètres on sait que l'on a, dans l'hypothèse, généralement réalisée pour ces postes alimentant ordinairement des

Digitized by Google

moteurs triphasés, où le courant est sur les trois phases, déphasé d'un même angle φ sur la tension étoilée

$$\operatorname{tg}\varphi = \sqrt{3}\,\frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2}, \qquad (I)$$

W_1 et W_2 désignant les indications des deux wattmètres.

Cette équation est vraie pour les deux systèmes wattmétriques du compteur.

On voit tout de suite que les actions sur le disque commun des deux systèmes wattmétriques sont fort inégales dès que le déphasage atteint une certaine valeur et nous allons tout de suite en déduire une possibilité de déréglage du compteur qui, pour avoir jusqu'ici, croyons-nous, été peu prise en considération, n'en est pas moins grave comme la pratique nous l'a montré.

Quel que soit le soin avec lequel l'entretien des postes et des compteurs est fait par les compagnies de distribution, il se produit encore assez fréquemment des ruptures des plombs primaires des transformateurs alimentant les compteurs; soit qu'il s'agisse de simples desserrages, soit, cas assez fréquent, que les enroulements des transformateurs alimentant les compteurs se détériorent.

Il se produit également des avaries des transformateurs d'intensité.

Si la rupture ou l'avarie affecte les transformateurs alimentant le système wattmétrique donnant l'action maximum on en est immédiatement prévenu par la chute brusque de la consommation, celle-ci tombant à 25, 20, 10 pour 100 et même moins de sa valeur, suivant le cos φ moyen de l'installation.

Mais si la rupture ou l'avarie affecte W_2, système wattmétrique donnant l'action minimum, elle peut très bien passer assez longtemps inaperçue par le simple examen des consommations.

Celle-ci ne fléchit en effet que de 10 à 20 pour 100 et même moins si un surcroît de charge vient, comme cela se produit, à masquer le fléchissement. Il n'y en a pas moins eu pour la centrale une quantité fort importante d'énergie qui, dans les grosses installations, se chiffre par des sommes fort élevées, fournie et non enregistrée jusqu'à ce qu'une visite d'entretien ait révélé le défaut.

On peut objecter que l'installation en double des compteurs est le remède à cette cause d'erreur. Cette installation en double, fort recommandable, n'est en fait réalisée que pour les compteurs de *très grande importance*, et encore pas toujours, car nous avons constaté qu'on se bornait trop souvent, dans ce cas, à installer deux compteurs munis des mêmes transformateurs de potentiel et d'intensité.

L'installation complète en double, pour des raisons de dépense et d'encombrement, n'est pour ainsi dire jamais réalisée dans le cas de compteurs de postes importants et moyennement importants.

Un examen approfondi de la question nous a conduit à considérer la réunion en un même appareil des deux systèmes wattmétriques de la méthode des deux wattmètres comme des plus critiquables, bien que sanctionnée évidemment par une pratique longue et générale qui n'est peut-être pas très différente, à tout bien prendre, d'une longue routine (1).

Rien ne s'oppose à ce que l'enregistrement soit fait à l'aide de deux compteurs monophasés dont les lectures seront totalisées.

S'il s'agissait de compteurs destinés au gros public, on pourrait craindre évidemment qu'il se montre réfractaire, a priori, à cette notion de l'addition de deux compteurs; mais les installations en question s'adressent exclusivement à des ateliers ou usines d'une certaine importance au minimum, et desservis par un personnel technique.

Il découle de l'emploi de deux compteurs monophasés que toute rupture d'un plomb primaire, toute avarie d'un transformateur de potentiel, se traduisent par l'arrêt d'un compteur; on est donc immédiatement prévenu.

Mais cet emploi de deux compteurs se recommande de plus, et nous en revenons ici au sujet qui a fait le début de cet article, comme fournissant aux réseaux un moyen des plus simples d'être renseignés sur le cos φ de leurs abonnés, qui leur est tout à fait inconnu avec les compteurs actuels.

Il en résulte pour eux le moyen d'appliquer, lorsque la question aura fait son chemin, une tarification basée sur le déphasage moyen qui sera connu d'une façon irréfutable et sans contestation possible de la part du client, et qui, nous l'estimons, est la seule équitable pour les grosses énergies.

Le montage à réaliser sera donc le suivant qui ne diffère du montage usuel que par la dissociation des systèmes wattmétriques en deux compteurs monophasés séparés (fig. 2).

Si C_1 et C_2 sont les consommations enregistrées entre

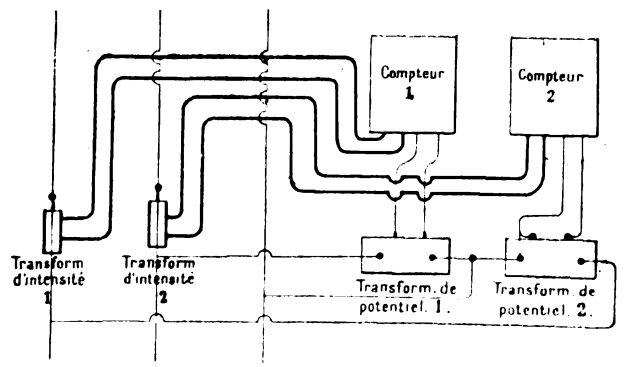


Fig. 2. — Montage des 2 compteurs monophasés pour la mesure de l'énergie en réseau triphasé.

deux relevés consécutifs, l'énergie totale est $C_1 + C_2$ et le cos φ moyen pour l'intervalle considéré est

(1) Car pourquoi, en passant, n'avoir jamais appliqué au primaire, ne serait-ce que comme contrôle, le compteur à trois systèmes wattmétriques ou trois compteurs individuels mono-étoile, un par phase.

Digitized by Google

tel, en vertu de la formule rappelée plus haut, que

$$\operatorname{tg}\varphi = \sqrt{3}\,\frac{C_1 - C_2}{C_1 + C_2} = \sqrt{3}\,\frac{1 - \frac{C_2}{C_1}}{1 + \frac{C_2}{C_1}}.$$

Il suffit d'adjoindre à la colonne des relevés une colonne donnant le rapport $\frac{C_2}{C_1}$.

On a ci-dessous calculé $\operatorname{tg}\varphi$ et le $\cos\varphi$ correspondant pour $\frac{C_2}{C_1}$ variant par cinq centièmes depuis — 0,15 jusqu'à l'unité.

Tableau I.

$\frac{C_2}{C_1}$	$\operatorname{tg}\varphi$	$\cos\varphi$	ANGLE DE DÉPHASAGE EN DEGRÉS
— 0,15	2,34	0,39	67
— 0,1	2,12	0,42	65
— 0,05	1,92	0,46	62,30′
0	1,73	0,50	60
+ 0,05	1,57	0,53	57,30′
0,1	1,42	0,57	55
0,15	1,28	0,62	52
0,20	1,155	0,66	49
0,25	1,04	0,695	46
0,30	0,94	0,73	43
0,35	0,83	0,76	40
0,40	0,74	0,8	37
0,45	0,66	0,84	33,30′
0,50	0,58	0,87	30
0,55	0,50	0,89	27
0,60	0,43	0,92	23
0,65	0,37	0,94	20
0,70	0,31	0,96	17
0,75	0,25	0,97	14
0,80	0,19	0,988	11
0,85	0,14	0,990	8
0,90	0,091	0,996	5
0,95	0,045	0,999	2,30′
1,00	0	1	0

La notion du $\cos\varphi$ étant la plus répandue et la plus familière, c'est ce facteur que nous avons cherché jusqu'ici à mettre en vedette, mais on peut sans aucune difficulté déduire des indications des compteurs l'indication de l'*énergie magnétisante*.

$$\int 3UI \sin\varphi \, dt,$$

U étant la tension étoilée, I l'intensité du courant de phase, énergie magnétisante qui est mise en évidence dans les propositions récentes (1) et pour l'enregistrement de laquelle certains auteurs ont proposé l'adoption de compteurs supplémentaires spéciaux ce qui n'est pas sans complication et sans critiques.

Les formules fondamentales bien connues de la méthode des deux wattmètres donnent en effet les relations

$$\sin\varphi = \frac{W_1 - W_2}{UI\sqrt{3}}, \qquad \text{(II)}$$

$$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{3}}\,\frac{W_1 + W_2}{UI\sqrt{3}}, \qquad \text{(III)}$$

De II on déduit

$$UI\sqrt{3}\sin\varphi = W_1 - W_2,$$

soit en multipliant les 2 membres de l'égalité par $\sqrt{3}$:

$$\textit{puissance magnétisante} = 3UI\sin\varphi = \sqrt{3}\,(W_1 - W_2),$$

et, par conséquent, si on désigne par C_1 et C_2 les indications des compteurs pour un intervalle donné, ceux-ci étant montrés par le dispositif des deux wattmètres,

$$\textit{énergie magnétisante} = \sqrt{3}\,(C_1 - C_2) = 1{,}73\,(C_1 - C_2).$$

L'*énergie magnétisante* est donc connue d'une façon très simple en fonction des indications des compteurs, et une colonne spéciale pourra être simplement adjointe au dossier de chaque abonné pour faire mention de cette énergie à chaque relevé en face de celle de l'énergie effective.

Puissance et énergie apparente. Certaines formules de tarification font état de l'énergie apparente. Elles paraissent d'ailleurs avoir peu de chances de l'emporter. On peut l'obtenir sans difficulté bien que la formule soit moins simple (1).

Observations particulières. — Dans la plupart des cas la marche du compteur C_2 sera toujours positive. Nous entendons par là que le disque tournera toujours dans le sens des indications croissantes; dans quelques cas toutefois comprenant des installations à très mauvais cosinus et particulièrement dans le cas de marche à vide du matériel, il arrivera que le disque de C_2 tournera momentanément en sens inverse; il faudra pour ces compteurs des appareils *éminemment sensibles* au point de vue mécanique sans correction de frottement qui créerait une non-symétrie de marche; cette symétrie de

(1) Boucherot. La tarification de l'énergie électrique eu égard au cos φ de l'abonné, *Revue générale de l'Electricité*, 19 janvier 1918, t. III, n° 3, p. 83.

(1) On déduit facilement des formules II et III

$$\text{Puiss. apparente} = 3UI = \sqrt{3\,(W_1 - W_2)^2 + (W_1 + W_2)^2}$$

formule directement applicable aux compteurs en remplaçant puissance par énergie et W_1 et W_2 par C_1 et C_2. Soit

$$\text{énergie apparente} = \sqrt{3\,(C_1 - C_2)^2 + (C_1 + C_2)^2}.$$

Digitized by Google

marche devra être au contraire particulièrement bien réalisée.

Nous croyons avoir démontré, dans ce qui précède, que le montage individuel de deux compteurs monophasés, qui se recommandait tout d'abord par des raisons tirées d'une plus grande sécurité de bon entretien, conduit maintenant à la solution du problème technique de haut intérêt actuel de la détermination de l'énergie magnétisante.

Nous ne saurions, en terminant, signaler avec trop de force combien nous semble peu susceptible d'être admis par le public tout type de compteur « truqué », qu'on nous passe l'expression, de façon à donner par une lecture directe un mélange complexe de l'énergie vraie et de l'énergie magnétisante sans que les éléments composants soient susceptibles d'être mis en évidence séparément.

P. Bourguignon.

Revues, analyses et informations

Sensibilité de la rétine (1).

Définition et généralités. — L'œil peut percevoir sans fatigue un très large intervalle d'intensités lumineuses variant dans le rapport de 1 à 1 billion. La sensibilité de la rétine se règle automatiquement sur l'intensité de l'excitation, son mode d'action étant analogue à celui d'un certain nombre d'instruments physiques, par exemple d'un galvanomètre muni d'un shunt variable d'une manière continue. Dans cette analogie, le courant qui traverse le galvanomètre et le shunt correspond au flux lumineux, la déviation du spot sur l'échelle à la sensation d'éclat produite par la lumière, et la dérivée de la déviation par rapport au courant à la sensibilité de la rétine. La sensation ne peut naturellement pas être mesurée directement, mais on peut l'évaluer d'une manière relative en mesurant la sensibilité pour l'excitation correspondante. La sensibilité étant la dérivée de la sensation (ou des déviations de l'échelle) par rapport à l'excitation, inversement la sensation est l'intégrale de la sensibilité par rapport à l'excitation.

Quand la lumière tombe sur la rétine, la sensation produite dépend d'un certain nombre de variables. Elle est fonction de l'intensité du flux lumineux, de la durée pendant laquelle il agit avant que l'équilibre ne soit atteint, de la longueur d'onde, de l'aire et de la région de la rétine qui est excitée, de l'état physiologique de l'œil résultant des actions qu'il a antérieurement subies, etc. Il serait difficile de déterminer la fonction générale qui représenterait la sensation d'éclat; mais, en maintenant un certain nombre de facteurs constants, on peut obtenir quelques relations particulières.

Le principal objet du travail que nous analysons est de mesurer la sensibilité de la rétine pour les variations d'éclat, sous certaines conditions définies. L'auteur envisage trois sortes de sensibilité qui sont : 1° la *sensibilité pour le seuil de la sensation* (*threshold sensibility*) mesurée par l'éclat minimum que l'œil puisse percevoir ; elle est proportionnelle à l'inverse du plus petit éclat instantanément perceptible, substitué à celui pour lequel on désire connaître la sensibilité et à celui pour lequel l'œil a été antérieurement adapté; 2° la *sensibilité pour des différences d'éclat* (*contrast sensibility*) appelée parfois sensibilité photométrique, mesurée par l'inverse de la plus petite différence d'éclat qu'on puisse percevoir entre deux champs contigus; 3° la *sensibilité pour l'éblouissement* (*glare sensibility*) mesurée par l'inverse de l'éclat qui paraît éblouissant pour l'œil précédemment adapté à un éclat donné. Elle donne une indication sur la faculté que possède la rétine à supporter une surcharge.

Méthode de mesure. — L'appareil utilisé est une variante de celui proposé par Nutting et peut être appelé un *sensitomètre visuel*. Il comprend un carton blanc mat B (fig. 1)

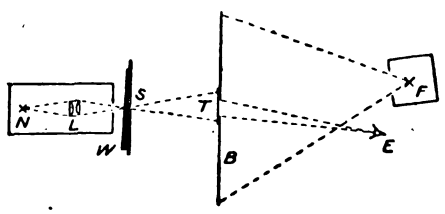


Fig. 1. — Sensitomètre visuel.

(d'environ 60 cm sur 60 cm) muni en son centre d'une ouverture (3 cm × 3 cm) recouverte d'un verre opale T auquel on peut donner un éclairement variable. A cet effet, la lentille L concentre sur une fente S la lumière d'un filament Nernst, lumière qu'on peut graduer en déplaçant devant la fente un coin absorbant convenablement calibré. Un dispositif permet à l'observateur, situé en face du carton, de déplacer le coin et d'en repérer la position. Le carton est éclairé à l'intensité voulue au moyen d'une lampe F enfermée dans une boîte et dont on fait varier l'intensité au moyen d'un jeu de filtres en gélatine colorée ayant un coefficient de transmission connu.

Pour mesurer la sensibilité pour le seuil de la sensation on procède de la manière suivante. On laisse l'œil, situé en E (à 35 cm en face de T), s'adapter au champ sensibilisateur utilisé; on éteint le champ, et, par des essais répétés, on déplace le coin jusqu'à ce que la tache T soit tout juste perceptible immédiatement après l'extinction du champ. Si l'on désire connaître le seuil de la sensation à différents instants, on déplace le coin progressivement, de manière que la tache soit à peine perceptible et on note la position du coin à des intervalles de temps déterminés, indiqués par un métronome. On mesure l'éclat du champ et de la tache T au moyen d'un photomètre d'éclat.

L'unité d'éclat ou de brillance adoptée est le *lambert* (ou le *millilambert*); c'est, suivant la définition adoptée en 1915 par l'Illuminating Engineering Society, l'éclat d'une surface parfaitement diffusante qui rayonne ou réfléchit un lumen par centimètre carré. Un éclat de 10 bougies-mètres est égal à un millilambert. Le lambert doit être préféré comme unité

(1) Julian Blanchard. *Physical Review*, février 1918, 2e série, t. XI, p. 81-99, 6700 mots, 10 fig., 8 tab.

Digitized by Google

d'éclat, car la bougie-mètre est généralement utilisée comme unité d'éclairement.

Sensibilité pour le seuil de la sensation. — Les résultats des mesures ont été représentés graphiquement sur les courbes de la figure 2. A cause du grand intervalle de

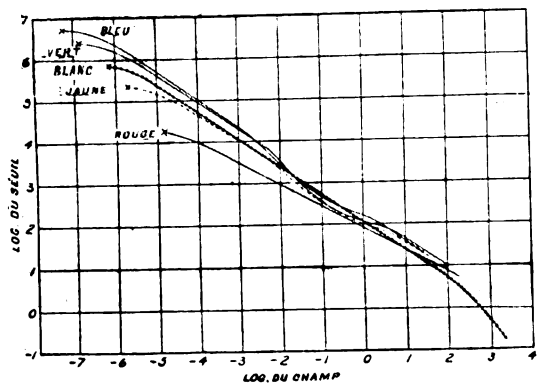


Fig. 2. — Sensibilité pour le seuil de la sensation relative à différentes couleurs.

mesures qu'elles couvrent, il a été nécessaire de prendre les logarithmes des variables. A noter que le logarithme du seuil changé de signe est égal, à une constante près, au logarithme de la sensibilité, puisqu'on prend, comme mesure de la sensibilité, une quantité proportionnelle à l'inverse du seuil.

Les courbes représentent les résultats obtenus dans trois séries de mesure. Au début d'une série, on laisse tout d'abord l'œil dans l'obscurité pendant trente minutes environ afin de l'amener, chaque fois, dans le même état initial. Les observations sont faites tout d'abord pour des champs sensibilisateurs égaux au seuil, puis pour des champs de plus en plus élevés. (On laisse, dans chaque cas, l'œil s'adapter à l'éclat du champ pendant plusieurs minutes avant de faire les observations de seuil).

La courbe relative à la lumière blanche, par exemple, est pratiquement une ligne droite, à l'exception des intensités extrêmes et peut être représentée suivant cette portion par l'équation

$$\frac{T}{T_0} = \left(\frac{B}{B_0}\right)^{-n}, \qquad (1)$$

où T désigne le seuil relatif à un champ d'éclat B, B_0 le seuil du champ absolu et n une constante. Pour $B = B_0$ le seuil T est égal au champ lui-même, bien que, comme on peut le voir sur la courbe, l'intensité de la petite tache d'épreuve soit, au moment du seuil, supérieure à B_0. Cela tient à ce que l'aire de la petite tache est inférieure à celle du champ et que les régions périphériques de la rétine sont plus sensibles que la région fovéale.

En prenant les logarithmes l'équation (1) pourra s'écrire

$$\log T - \log T_0 = -n \log B + n \log B_0,$$

les constantes ayant les valeurs suivantes pour la lumière blanche

$n = 0{,}33$,
$B_0 = 0{,}000\,000\,71$ ml (seuil de champ minimum),
$T_0 = 0{,}000\,001\,4$ ml (seuil pour la petite tache d'épreuve).

Cette courbe montre clairement le grand intervalle dans lequel l'œil peut fonctionner et la variation énorme de la sensibilité. Les expériences portent sur des champs allant de 10^{-6} à 10^{3} millilamberts, et, dans cet intervalle, la sensibilité, mesurée par le seuil instantané, varie de plus de un million de fois sa valeur.

Les courbes relatives aux différentes couleurs sont analogues à celle qui se rapporte à la lumière blanche, les seuils correspondant étant très voisins pour des éclats moyens et le plus éloignés pour les éclats les plus faibles. C'est là une manifestation du phénomène de Purkinje, le seuil étant moindre pour le rouge et plus grand pour le bleu quand on le mesure par des fractions de la même intensité élevée. Toutes les courbes relatives à de la lumière colorée, sauf le rouge, présentent une dépression nette, indiquant un abaissement de la sensibilité dans une région comprise entre 0,01 et 1 millilambert, correspondant à l'éclat moyen des intérieurs pendant la nuit. (Sur les figures 4 et 5 on a indiqué par des croix quelques éclats qui peuvent servir de repères : les extérieurs pendant la nuit, 0,001 millilambert; les intérieurs pendant la nuit, 0,1 millilambert; les intérieurs pendant le jour, 10 millilamberts, et les extérieurs pendant le jour, 1000 millilamberts.)

Sensibilité au contraste. — La plus petite différence d'éclat que l'œil puisse percevoir entre deux plages dépend non seulement de l'éclat des champs, mais d'un certain nombre d'autres facteurs comme l'aire et la forme des plages, l'adaptation préalable de l'œil et la durée de l'adaptation pour les champs à comparer. Avec le sensitomètre que nous avons décrit on peut étudier la sensibilité au contraste en faisant varier à volonté ces différents facteurs. On obtient les deux champs en recouvrant la moitié supérieure de la tache lumineuse d'un fragment de gélatine grise d'une certaine épaisseur : le contraste entre cette portion de la tache et la moitié inférieure dépend ainsi de la transmission de la couche. On adapte l'œil à l'éclat d'un certain champ sensibilisateur, on supprime le champ, et ensuite, en déplaçant le coin, on règle l'éclat de la tache jusqu'à ce que la différence entre les deux moitiés soit tout juste perceptible au bout d'un temps déterminé quelconque.

Les courbes de la figure 3 représentent, en fonction du

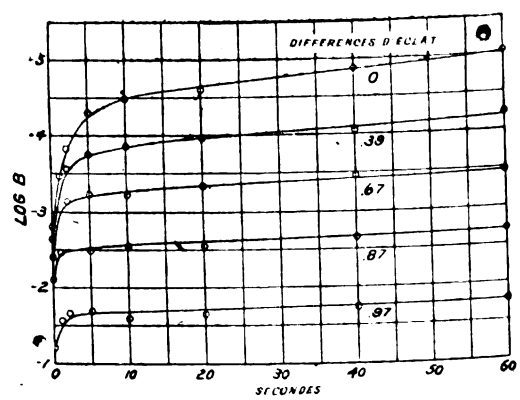


Fig. 3. — Champ sensibilisateur et durée d'adaptation correspondant à des différences d'éclat déterminées.

temps, la variation des éclats B pour lesquels on peut apprécier des différences d'éclat déterminées obtenues en disposant devant l'une des moitiés de la tache des gélatines

Digitized by Google

ayant des pouvoirs de transmission déterminés, 0,39, 0,67, 0,87, 0,97. (L'œil est d'abord adapté à un champ de 0,1 millilambert.) La différence maximum est obtenue en utilisant une feuille opaque (transmission égale à 0), auquel cas on détermine le seuil réel et la différence minimum en utilisant une feuille mince de celluloïd ayant un coefficient de transmission égal à 0,97. Pour tracer les courbes, on a porté en ordonnées le plus brillant des deux champs dont on apprécie la différence. Elles montrent pour quel éclat une différence déterminée peut être tout juste perçue à tout instant (allant jusqu'à une minute) après l'extinction du champ sensibilisateur. Quand la différence est faible, l'éclat minimum pour lequel on peut la percevoir ne varie pas beaucoup avec le temps après les premières secondes. Pour de fortes différences le facteur temps est très important.

Il est facile de déduire des résultats précédents la « fraction de Fechner » qui représente le rapport de la plus petite différence perceptible à l'éclat pour lequel on la mesure. Suivant la loi de Fechner ce rapport est constant dans un large intervalle comprenant des intensités fortes et moyennes, mais il augmente aux deux extrêmes. On exprime généralement la différence par une fraction de l'intensité la plus faible, mais il semble plus logique de comprendre l'accroissement dans le dénominateur de la fraction, sinon, le rapport relatif au seuil absolu n'a pas de signification. Théoriquement, au voisinage du seuil, la plus petite différence perceptible est le seuil lui-même, en sorte que le rapport envisagé devient ici égal à l'unité. On a représenté sur la figure 4 les variations de $\frac{\Delta B}{B}$ en fonction de $\log B$, B désignant l'éclat le plus élevé, 0,2, 10 et 60 secondes

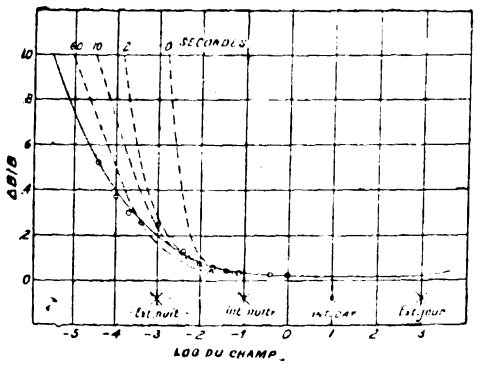


Fig. 4. — Fraction de Fechner.

après la suppression du champ sensibilisateur, ce qui montre très nettement l'influence de la durée d'adaptation et de l'éclat sur la sensibilité au contraste.

Sensibilité pour l'éblouissement. — La connaissance de la sensibilité pour l'éblouissement est très importante au point de vue de la technique de l'éclairage. Quand l'œil s'est adapté à un certain éclat et qu'il est subitement exposé à un éclat beaucoup plus élevé, celui-ci est dit « éblouissant » s'il est fatigant pour l'œil et si l'œil l'évite instinctivement. On voit que le critérium adopté manque de précision. Les mesures ont été effectuées au moyen du sensitomètre visuel de la manière suivante : on dispose sur le petit écran lumineux T un miroir qui réfléchisse dans l'œil, en E, une image du verre opale situé devant la boîte F, qui éclaire le champ ; ce verre constitue la source destinée à produire la sensation d'éblouissement. L'angle soustendu à partir de l'œil par la source éblouissante est 4°. Le carton sensibilisateur B est éclairé au moyen d'autres sources de lumière disposées derrière l'observateur. L'œil étant adapté à un éclat donné, on allume la lampe F et, par tâtonnements, on détermine le plus petit éclat qui puisse être considéré comme éblouissant. Avec ce dispositif, on a fait des mesures pour des champs allant du seuil à 200 millilamberts, les champs les plus intenses ainsi que les intensités d'éblouissement étant obtenus au moyen de la lumière solaire tombant sur du papier blanc ou traversant des verres diffusants à l'aide de miroirs appropriés.

Les résultats représentés en coordonnées logarithmiques ont été portés sur la figure 5. La courbe est sensiblement

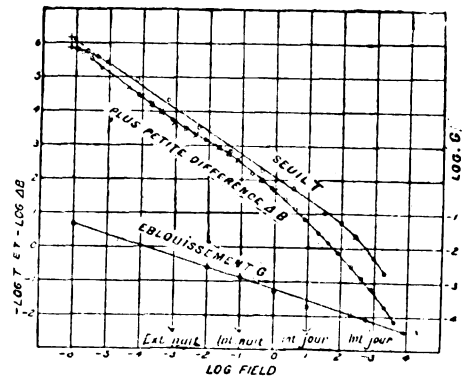


Fig. 5. — Sensibilité pour le seuil, pour les différences d'éclat, pour l'éblouissement.

une ligne droite, dont la limite supérieure s'obtient naturellement lorsque le champ est égal à l'intensité d'éblouissement. La relation peut être représentée par

$$\log G = a \log B + \log c,$$

ou

$$G = c B^a,$$

G représentant l'éclat éblouissant, B l'éclat du champ, a et c des constantes. Dans les conditions où les mesures ont été faites, $a = 0{,}32$, $c = 1\,700$, en sorte que, pour un champ d'éclat donné, l'éclat d'une petite surface, par exemple, d'un globe de lampe ou d'un réflecteur, qui peut être considérée comme éblouissante au sens qu'on a défini, se calcule approximativement en prenant la racine cubique de l'éclat du champ et multipliant par 1 700. Il est probable qu'avec une surface plus grande un éclat plus faible serait considéré comme éblouissant bien qu'on n'ait pas effectué de mesures sur des surfaces lumineuses d'aires différentes.

Les courbes relatives aux trois sortes de sensibilité ont été représentées simultanément sur la figure 5. Les mesures effectuées sur les sensibilités relatives au seuil de la sensation et au contraste donnent des résultats très voisins ; la variation de sensibilité relative à l'éblouissement est beaucoup plus faible. Celle-ci est en effet essentiellement différente des deux premières ; elle est basée sur une réaction maximum tandis que les deux premières reposent sur des réactions minima.

Vitesse d'adaptation. — Les expériences faites ont permis d'étudier la vitesse avec laquelle varie la sensibilité de l'œil

Digitized by Google

quand on passe de la lumière à l'obscurité. L'œil étant adapté à un certain champ sensibilisateur donné, on détermine le seuil de la sensation aussitôt après la suppression du champ et à des intervalles éloignés de quelques secondes et de quelques minutes.

Quelques résultats relatifs à la lumière blanche pour des champs sensibilisateurs de 0,1, 1, et 1,10 millilamberts sont représentés sur les courbes de la figure 6. Comme on a

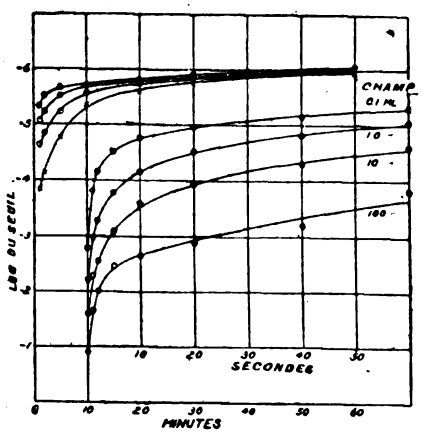


Fig. 6. — Vitesse de l'adaptation à l'obscurité en lumière blanche.

porté en ordonnées les logarithmes de la sensibilité, les courbes représentent l'accroissement géométrique de sensibilité en fonction du temps pendant lequel l'œil est plongé

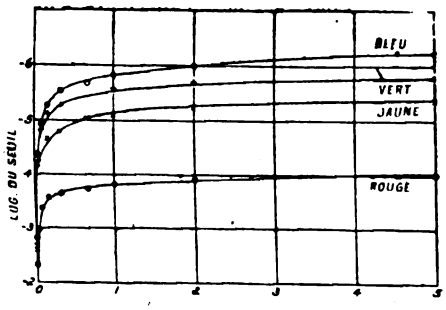


Fig. 7. — Vitesse de l'adaptation en lumières colorées.

dans l'obscurité. En figure 7 sont données les courbes en lumières colorées.

Dimensions de la pupille. — La quantité de lumière tombant sur la rétine est directement proportionnelle à l'aire de la pupille qui dépend à son tour de l'éclat auquel l'œil est exposé. A la lumière solaire la pupille se contracte autant que possible afin de protéger la rétine contre un éclat excessif et, à mesure que l'éclat diminue, elle s'élargit graduellement et atteint un maximum dans l'obscurité complète. Les courbes qui représentent la variation du diamètre de la pupille en fonction du logarithme du champ sont différentes suivant que la vision est mono ou binoculaire.

Densité du flux sur la rétine. — Considérons une petite surface de a_0 mm² normale à l'axe de l'œil, à une distance de u mm, et pour un éclat de I bougies par mm². Assimilant cette surface à une source ponctiforme de $a_0 I$ bougies, l'éclairement sur la pupille sera $\frac{a_0 I}{u^2}$ lumens par mm² et le flux à travers la pupille, ayant une aire de S mm², sera $\frac{a_0 I S}{u^2}$ lumens. Comme tout ce flux tombe sur une aire a_1 de la rétine, image de a_0, la densité du flux sur la rétine sera $\frac{a_0 I S}{a_1 u^2}$ lumens par mm². On établit, en optique géométrique, la relation

$$\frac{a_0}{a_1} = \frac{u^2 n^2}{f^2},$$

f désignant la distance focale de l'œil et n l'indice de réfraction des milieux compris entre le cristallin et la rétine. D'où pour la densité E du flux en lumens par millimètre carré

$$E = \frac{I S n^2}{f^2}.$$

Si l'éclat B est exprimé en millilamberts au lieu de l'être en bougies par millimètre carré, en vertu de la relation

$$1 \text{ ml} = \frac{1}{\pi}.10^{-3} \text{ bougies par mm}^2,$$

on a

$$E = \frac{1}{\pi}.10^{-3}.\frac{B S n^2}{f^2}.$$

Le tableau I donne les valeurs de E correspondant à diverses valeurs de B dans le cas de la vision binoculaire.

Tableau I. — *Densité du flux sur la rétine.*

CHAMP B en ml	DIAMÈTRE D en mm	AIRE S en mm²	DENSITÉ DU FLUX E EN LUMENS par mm²
0,00001	8,17	52,2	$7,0.10^{-12}$
0,001	7,80	47,8	$6,4.10^{-10}$
0,01	7,44	43,4	$5,8.10^{-9}$
0,1	6,72	35,4	$4,7.10^{-8}$
1,0	5,66	25,1	$3,3.10^{-7}$
10	4,32	14,6	$1,9.10^{-6}$
100	3,04	7,25	$9,7.10^{-6}$
1 000	2,32	4,23	$5,6.10^{-5}$
2 000	2,24	3,94	$1,1.10^{-4}$

Calcul de la propagation des courants alternatifs sur les longues lignes, par la séparation des puissances réelle et réactive (1).

Appelons : r, la résistance linéaire de la ligne; s, sa réactance linéaire; c, sa conductance linéaire latérale; a, le produit de la capacité linéaire latérale par la pulsation; U, la valeur efficace de la tension en un point quelconque; I, la valeur efficace du courant; P, la valeur de la puissance

(1) P. Boucherot. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 8 juillet 1918, t. CLXVII, p. 77.

Digitized by Google

réelle ; Π, la valeur de la puissance réactive toujours au même point.

En chaque point de la ligne, on a

$$P^2 + \Pi^2 = U^2 I^2.$$

Considérons un élément de ligne dx ; la dissipation de puissance réelle est $I^2 r\,dx$ par effet Joule et $U^2 c\,dx$ par perte latérale ; la dissipation de puissance réactive est $I^2 s\,dx$ du fait de la réactance et $-U^2 a\,dx$ du fait de la capacité. On a donc

$$\frac{dP}{dx} = rI^2 + cU^2, \tag{2}$$

$$\frac{d\Pi}{dx} = sI^2 - aU^2, \tag{3}$$

Comme le long de l'élément dx le courant varie d'une quantité dI, on a

$$(P + U^2 c\,dx)^2 + (\Pi - U^2 a\,dx)^2 = U^2 (I + dI)^2;$$

on en tire en négligeant les infiniment petits du 2e ordre

$$\frac{dI^2}{dx} = 2(Pc - \Pi a). \tag{4}$$

De même, la tension variant de dU le long de l'élément dx, on a

$$(P + rI^2 dx)^2 + (\Pi + sI^2 dx)^2 = (U + dU)^2 I^2;$$

d'où

$$\frac{dU^2}{dx} = 2(Pr + \Pi s). \tag{5}$$

Posons pour simplifier

$$p = \sqrt{r^2 + s^2}, \quad q = \sqrt{c^2 + a^2}, \quad m = sa - rc;$$

dérivons (4) et (5) et remplaçons $\frac{dP}{dx}$ et $\frac{d\Pi}{dx}$ par les valeurs (2) et (3), on obtient

$$\frac{d^2 U^2}{dx^2} = 2p^2 I^2 - 2mU^2, \tag{6}$$

$$\frac{d^2 I^2}{dx^2} = 2q^2 U^2 - 2mI^2. \tag{7}$$

En remplaçant I^2 et $\frac{d^2 I^2}{dx^2}$ par leurs valeurs dans cette dernière équation, on obtient

$$\frac{d^4 U^2}{dx^4} + 4m \frac{d^2 U^2}{dx^2} + 4(m^2 - p^2 q^2) = 0.$$

On trouverait facilement que I^2, p^2 et Π^2 satisfont à la même équation différentielle très facile à intégrer.

Posons

$$\alpha = \sqrt{2}\sqrt{pq - m}, \quad \beta = \sqrt{2}\sqrt{pq + m}, \quad n = sc + ra.$$

On trouve pour les intégrales générales de U, I, P et Π les valeurs

$$U^2 = A_1 e^{\alpha x} + A_2 e^{-\alpha x} + B_1 \cos \beta x + B_2 \sin \beta x,$$

$$I^2 = \frac{q}{p}[A_1 e^{\alpha x} + A_2 e^{-\alpha x} - B_1 \cos \beta x - B_2 \sin \beta x],$$

$$P = \frac{\alpha}{2n}\left(a + \frac{sq}{p}\right)(A_1 e^{\alpha x} - A_2 e^{-\alpha x}) - \frac{\beta}{2n}\left(a - \frac{sq}{p}\right)(B_1 \sin \beta x - B_2 \cos \beta x),$$

$$\Pi = \frac{\alpha}{2n}\left(c - \frac{rq}{p}\right)(A_1 e^{\alpha x} - A_2 e^{-\alpha x}) - \frac{\beta}{2n}\left(c + \frac{rq}{p}\right)(B_1 \sin \beta x - B_2 \cos \beta x).$$

Or, d'après (1), on a entre les coefficients la relation

$$B_1^2 + B_2^2 = 4A_1 A_2.$$

Le problème est donc complètement défini si on se donne la tension U, le courant I et le déphasage entre les deux en un point quelconque de la ligne, au poste récepteur ou à l'usine génératrice par exemple. Les calculs précédents suffisent pour obtenir le déphasage entre la tension et le courant en un autre point quelconque de la ligne.

Parfois, on désire déterminer le déphasage ψ entre la tension en un point quelconque et une origine quelconque ainsi que le déphasage ψ' entre le courant et cette même origine, desquels on déduit le déphasage φ entre le courant et la tension, puisque

$$\varphi = \psi' - \psi.$$

On peut calculer facilement ces déphasages de la façon suivante

En un point quelconque, on a

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\Pi}{P},$$

d'où

$$d\varphi = \frac{P\,d\Pi - \Pi\,dP}{U^2 I^2}.$$

En n'envisageant que les éléments r et s qui agissent sur U et sur la phase de U, $d\varphi$ devient

$$d\psi = \frac{Ps I^2 dx - \Pi r I^2 dx}{U^2 I^2} = \frac{Ps - \Pi r}{U^2}\,dx.$$

De même, en n'envisageant que les éléments a et c qui agissent sur I et sur la phase de I, $d\varphi$ devient

$$d\psi' = \frac{-PU^2 a\,dx - \Pi U^2 c\,dx}{U^2 I^2} = -\frac{Pa + \Pi c}{I^2}\,dx.$$

On peut en déduire les valeurs de ψ et ψ'.

Mais si on remarque que

$$P = \int dP = \int (rI^2 + cU^2)\,dx,$$

et

$$\Pi = \int d\Pi = \int (sI^2 - aU^2)\,dx,$$

Digitized by Google

$d\psi$ et $d\psi'$ prennent les formes suivantes

$$d\psi = dx.n\frac{\int U^2 dx}{U^2},$$

$$d\psi' = dx.n\frac{\int I^2 dx}{I^2},$$

qui présentent le grand intérêt de ne contenir que la valeur efficace de la grandeur dont on cherche le déphasage.

Comité électrotechnique français.

Séance du 25 juillet 1918.

La séance est ouverte à 14 h. 15 sous la présidence de M. E. Brylinski, président du Comité.

Etaient présents : MM. Armagnat, Berthelot, Blondin, Boucherot, Brylinski, David, Drouin, Duval, Fontaine, Grosselin, Guéry, Janet, Legouez, Paré, Ragonot, Rochegranjean, Roux, Schwarberg.

Se sont excusés : MM. Eschwege, Ferrié, Keller, Larnaude, Meyer (F), Meyer (M), Perrin, Rey, Zetter.

I. — Procès-verbal. — Le procès-verbal de la dernière séance (1) est lu et adopté sans observation.

II. — Nomination de nouveaux membres du Comité. — Le Président donne connaissance des noms des mandataires désignés par les sociétés dont l'admission a été prononcée dans la séance précédente, à savoir, pour l'Union des Voies ferrées d'intérêt local de France : MM. Duval, Guéry, Jeusset et Péridier; pour la Chambre syndicale des Forces hydrauliques : MM. Cordier et Keller.

D'autre part, le Syndicat des producteurs et distributeurs d'énergie électrique a désigné M. Roux pour remplacer M. Cordier choisi comme mandataire pour la Chambre syndicale des Forces hydrauliques. Le Président adresse quelques mots de bienvenue à ces nouveaux collègues.

III. — Correspondance. — 1. Lettre du Bureau central demandant des renseignements sur l'unification en France des tensions et des fréquences.

Lettre pour informer le Comité français que le Comité britannique estime qu'il y aurait de grandes difficultés à réunir à Paris, en automne, des délégués de la Commission électrotechnique.

2. Lettre de la Société internationale des Electriciens proposant de publier les travaux du Comité dans le numéro spécial dit « des vacances » de son bulletin mensuel.

Le Comité approuve la proposition et charge M. David, secrétaire du Comité, de s'occuper de cette publication.

3. Lettre de la même Société pour informer le Comité que, par décret en date du 14 mai 1918, elle a été autorisée à prendre le titre de Société française des Electriciens.

4. Lettre de M. J. Rey demandant si les statuts du Comité autorisent un membre empêché à déléguer un représentant pour assister aux séances. Le Comité est d'avis que les statuts ne permettent pas de donner cette autorisation.

5. Lettre du Bureau of Standards de Washington exprimant le désir d'avoir une collection des publications du Comité et en demandant le prix.

Le Comité décide que la collection sera envoyée gracieusement.

IV. — Règles pour les machines électriques. — M. le Président donne lecture d'un projet de note qu'il a préparé avec M. Boucherot pour communiquer au Bureau central l'avis du Comité au sujet des « températures et échauffements admissibles pour les machines » et de la mise en harmonie des règlements américain et britannique avec les décisions de la Commission électrotechnique internationale.

Le Comité approuve la note et en autorise l'envoi.

La séance est levée à 15 heures.

(1) *R. G. E.*, 10 août 1918, t. IV, p. 185.

Sur les conditions d'équilibre du branchement en série d'une bobine d'induction et d'un condensateur (1).

L'auteur, après avoir rappelé les travaux antérieurs sur la question, donne les résultats de ses propres expériences sur une bobine de self-induction branchée en série avec une capacité variable de 2 à 10 microfarads, et parcourue par un courant de fréquence 50. Il montre, en donnant des chiffres à l'appui, qu'il y a deux états d'équilibre correspondant à une même tension d'alimentation de l'ensemble, l'un de ces états étant obtenu par augmentation progressive, l'autre par diminution progressive de la tension. Il trace le triangle ACB dans lequel AC $= U_s$ tension aux bornes de la self-induction, CB $= U_c$

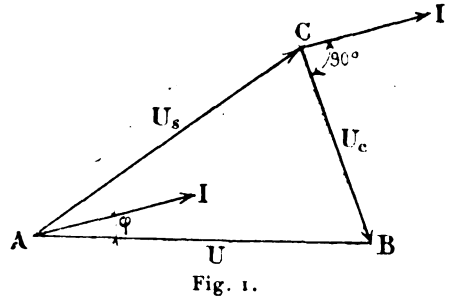


Fig. 1.

tension aux bornes du condensateur, AB $= U =$ tension résultante aux bornes. Il montre que l'angle ACB est toujours aigu et que les deux positions possibles de ce point se trouvent à l'intersection de trois lieux géométriques qu'il est facile de déterminer lorsqu'on connaît la courbe de magnétisme de la bobine et la courbe de consommation du circuit en fonction de la tension. Ces trois lieux sont des circonférences dont l'auteur montre comment on peut déterminer les rayons. Il donne ensuite des exemples concrets et montre que les tensions déterminées par cette méthode sont voisines des tensions mesurées lorsque le circuit magnétique de la bobine est complètement fermé, et très voisines lorsque ce circuit se ferme par l'air. Il étudie l'influence de l'intensité du courant sur les tensions, et indique dans quelles conditions il est possible de passer de l'une à l'autre position d'équilibre. — J. C.

(1) Gorges, *E. T. Z.*, 14 mars 1918, t. XXXIX, p. 101-105, 4 500 mots, 9 fig.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

L'emploi des clavettes magnétiques pour la fermeture des encoches dans les inducteurs de moteurs asynchrones

Dans la construction des moteurs asynchrones recevant directement des courants à tensions élevées, il est souvent nécessaire d'ouvrir les encoches des stators pour faciliter le bobinage et pour augmenter le coefficient de sécurité des isolants. Certains moteurs sont même exécutés au moyen de bobines faites sur gabarit et isolées avant montage dans la machine. L'ouverture des encoches du stator donne naissance, dans les dents du rotor, à des pertes supplémentaires analogues à ce qu'on a appelé les pertes de surface dans les alternateurs à très haute tension. L'auteur examine dans l'article ci-dessous l'emploi de clavettes magnétiques qui diminue considérablement ces pertes et a de plus l'avantage d'atténuer les bruits produits par les moteurs asynchrones.

I. — On a déjà signalé (1) à plusieurs reprises l'emploi de cales magnétiques pour supprimer les pertes de surface dans les alternateurs à très haute tension. La raison de cet emploi est que, dans ces machines, on est conduit à des encoches dont l'ouverture est grande par rapport à l'épaisseur radiale de l'entrefer ; les cales magnétiques ont pour but de régulariser la densité de flux dans l'entrefer.

Nous avons été amené à cette même solution il y a quelques années dans la construction de moteurs asynchrones, pour des raisons qui vont être exposées en détail.

II. — En 1909, la Société l'Éclairage Électrique eut à construire quelques moteurs asynchrones à courant diphasé, 42 p : sec, 12500 v, les uns de 1500 ch à 16 pôles, les autres de 2250 ch à 20 pôles. Ces machines destinées à des sous-stations de Paris devaient, aux termes du cahier des charges, remplir la condition suivante : *être silencieuses et ne pas être entendues en dehors de la salle des machines*. Cela afin d'éviter les réclamations des habitants des immeubles voisins des sous-stations de transformation.

Les machines mises en marche vers 1910 répondirent difficilement à cette clause.

L'analyse du bruit produit par les machines en charge permit de décomposer ce bruit en trois sons et d'en trouver les origines.

1° Bruit dû au mouvement d'air produit par l'induit en rotation. Il est d'une hauteur moyenne et constante aussi bien à vide qu'en charge, que les machines soient excitées ou non. Ce bruit ne s'entendait plus à très faible distance de la salle des machines, même lorsque les portes et fenêtres étaient ouvertes. On ne l'entendait plus, même à proximité immédiate, lorsque les portes et fenêtres étaient fermées.

2° Bruit dû à l'arrachement du champ dans l'entrefer, très aigu, variant peu entre la marche à vide et la marche en charge.

3° Bruit dû au champ du rotor, très grave, non constant, mais périodique, avec des variations suivant exactement la fréquence des courants du rotor, c'est-à-dire du glissement.

Les deux derniers sons étaient perçus de l'extérieur de la salle des machines, même lorsque les portes et les fenêtres étaient fermées, et suivant les endroits, l'un ou l'autre son était prédominant. A l'intérieur même des immeubles voisins, dans des salles où toutes les fenêtres étaient fermées, une personne habituée au bruit de ces moteurs, pouvait saisir les sons particuliers émis par ces machines.

Cependant l'installation avait été faite avec toutes les précautions possibles. Les massifs de fondation descendaient jusqu'au bon sol, sans toucher au bâtiment même par les planchers. La transmission du bruit devait se faire par la surface d'assises du massif de fondations et aux ventres et aux nœuds des différentes vibrations correspondaient une série d'endroits d'où l'on entendait ou non les machines.

Le premier remède destiné à étouffer le bruit fut la fermeture hermétique des machines avec l'établissement d'une ventilation forcée aspirant l'air dans les sous-sols de la sous-station et le refoulant au-dessus des toits par des gaines de ventilation ménagées lors de la construction du bâtiment.

Cette modification atténua les bruits, mais insuffisamment, ce qui confirmait la transmission par le sol.

Il fallait donc attaquer le mal à son origine.

III. — Les machines étaient prévues avec un encochage donné par le croquis reproduit en figures 1 et 2. L'entrefer était de 2,2 mm, c'est-à-dire tout à fait petit par rapport aux ouvertures des encoches du stator.

Les dents du rotor, suivant qu'elles se trouvaient en face d'une encoche, ou en face d'une dent du stator étaient soumises à des variations assez considérables de flux d'une fréquence voisine de 700 p : sec. On a reconnu

(1) A.-B. Field. *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, 25 novembre 1915.

Digitized by Google

que la cause du bruit aigu était précisément ces variations.

Pour étaler le flux dans l'entrefer et lui donner une répartition plus régulière, on a pensé à fermer magnétiquement les encoches du stator et, à cet effet, on a construit des clavettes magnétiques.

Chaque clavette est composée : *a*) de tôles magnétiques de 0,4 mm, isolées au papier, découpées, suivant le croquis a de la figure 3 ; ces tôles sont montées par paquets de 12 à 15 mm d'épaisseur, les paquets séparés les uns des autres par un carton ; *b*) de cartons de 1 mm d'épaisseur découpés avec le même outil ; *c*) de tôles de 1 mm suivant le croquis b de la figure 3 ; ces tôles sont montées ainsi que ces cartons sur une armature com-

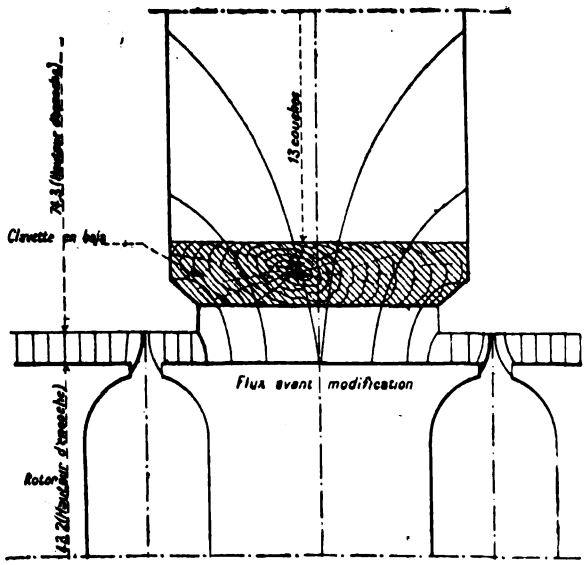


Fig. 1. — Coupe du stator et du rotor d'un moteur asynchrone et répartition du flux dans l'entrefer avec clavettes en bois.

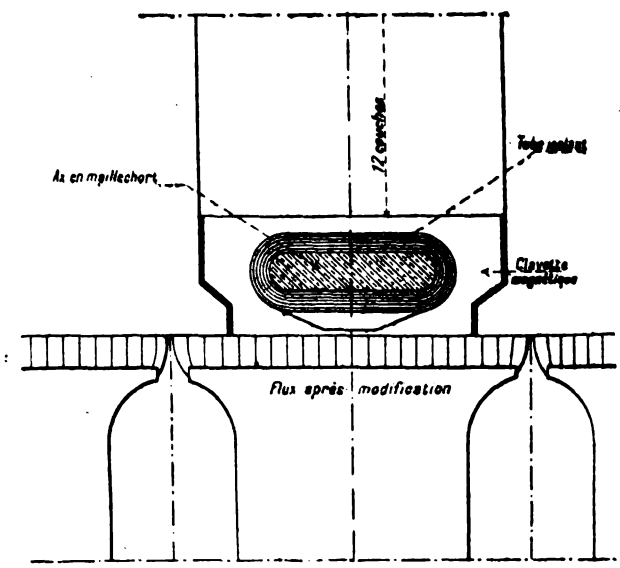


Fig. 2. — Coupe du stator et du rotor d'un moteur asynchrone et répartition du flux dans l'entrefer avec clavettes magnétiques.

posée d'une tige de maillechort profilée isolée par un tube de papier comprimé (fig. 3) ; *d*) enfin aux deux extrémités, 2 cartons et 2 tôles. Toutes ces tôles et cartons sont serrés par un procédé spécial et le maillechort qui forme l'axe est écrasé aux extrémités en forme de rivure. Les figures 4, 5, 6, donnent des vues d'une clavette terminée, d'une clavette en montage, de l'axe en maillechort et des tôles et cartons.

Les machines étant assez longues, on donna aux clavettes la moitié de la longueur du fer, soit deux clavettes par encoche. Cela pour éviter une trop grande flexibilité et une trop grande fragilité.

Les cartons isolants entre les paquets de tôles de 0,4 mm ont pour but d'éviter les courants d'induction qui pourraient se fermer à travers les papiers qui isolent les tôles plus ou moins bien. Les cartons d'extrémité ont

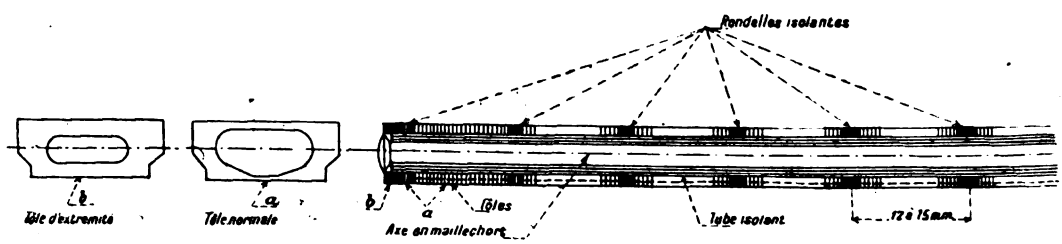


Fig. 3. — Schémas de construction d'une clavette magnétique.

pour but d'éviter le contact électrique entre les axes en maillechort et les tôles d'extrémité, d'une part, et les paquets de tôles du moteur, d'autre part. Sans cette précaution on formerait une véritable cage d'écureuil parcourue par des courants tels que les clavettes magnétiques brûleraient instantanément. La figure 7 montre la disposition à adopter et celle à éviter.

Le montage des cartons et tôles d'extrémités doit être la partie la plus soignée, si l'on veut être certain d'avoir des pièces mécaniques. On a choisi le maillechort comme armature parce qu'il fallait un métal non magnétique et présentant la plus grande résistivité possible pour diminuer les pertes par courants d'induction. Le maillechort se prête d'ailleurs très bien au rivetage.

Digitized by Google

IV. — Ces clavettes furent mises dans la machine, brutes de découpage, sans ajustage spécial.

Les machines qui avaient été modifiées en 1911 et 1912 ont été visitées fin 1917, c'est-à-dire après plusieurs années de fonctionnement.

Les machines étaient en parfait état, et, sur 700 clavettes, il n'y en eut que quatre à remplacer.

Le dispositif est donc bien consacré par l'expérience.

Le résultat cherché avait été obtenu avec non moins de succès. La régularisation du flux dans l'entrefer a fait disparaître à peu près totalement le bruit suraigu.

La mise en place des clavettes nécessita l'enlèvement de quelques spires de chaque encoche, 10 pour 100 environ. De ce fait, la machine se trouva saturée et le glissement diminua de 20 pour 100 environ.

Le coefficient de fuites de Blondel fut amélioré et le courant à vide diminué, malgré la saturation. Pour cette seconde raison, le glissement fut diminué encore et la diminution totale de 25 pour 100 environ, fut suffisante pour atténuer, très sensiblement le bruit grave correspondant à la fréquence du glissement en charge.

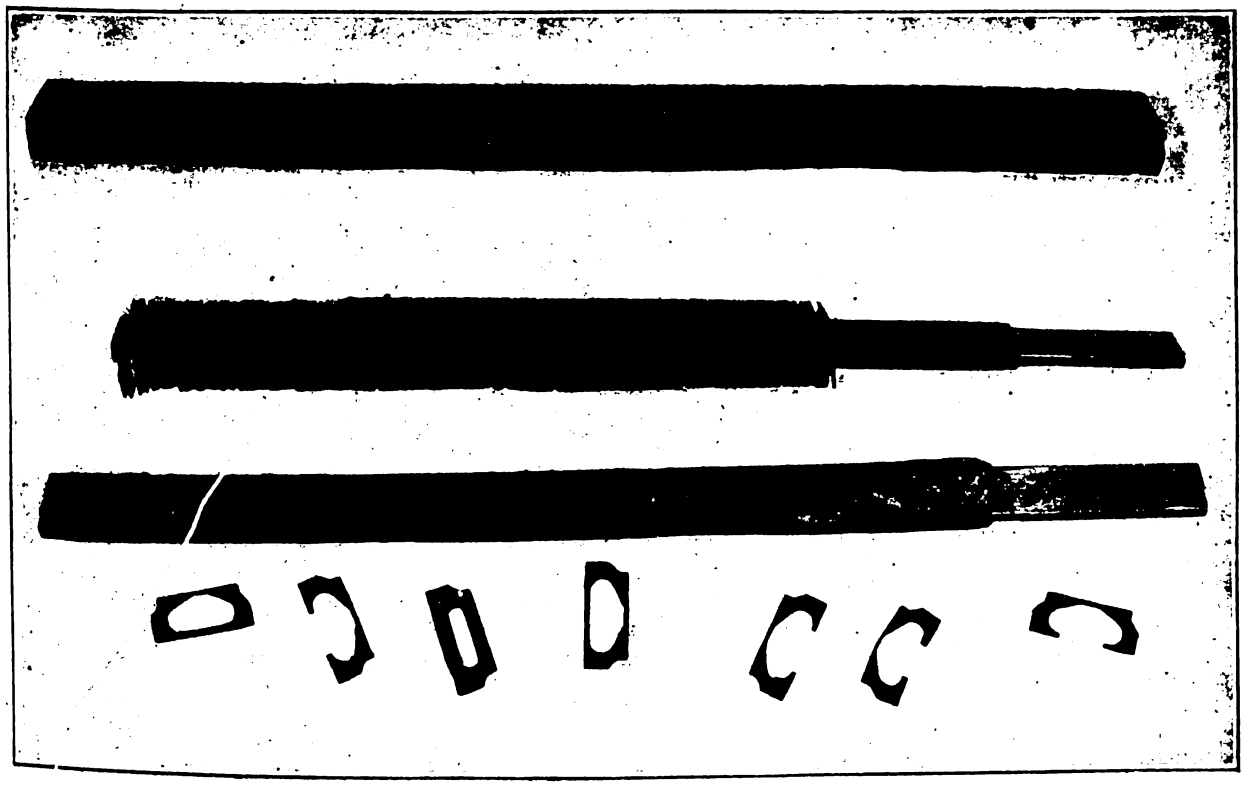


Fig. 4 à 6. — Vues d'une clavette terminée (en haut), d'une clavette en montage (au-dessous), de l'axe en maillechort et des tôles et cartons.

La diminution de glissement compensa largement

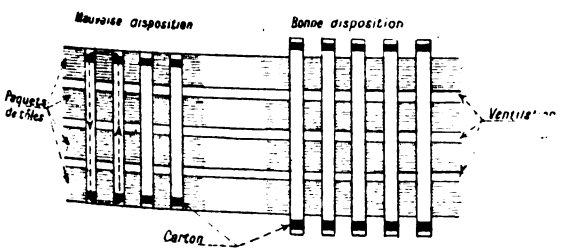


Fig. 7. — Disposition des clavettes.

l'augmentation des pertes dans le fer de l'inducteur due à la saturation de la machine. Une heureuse conséquence incidente fut la suppression presque totale des pertes dans la denture du rotor.

Ces pertes par hystérésis et courants de Foucault, sont dues aux variations d'aimantations à grandes fréquences dans les dents du rotor qui passent devant les encoches ouvertes du stator. Il en résulta une augmentation du rendement des moteurs de 0,7 pour 100 environ.

FLEURY-DEFLASSIEUX,
Ingénieur A. M. et E. S. E.

Digitized by Google

Modifications apportées au régime d'un cours d'eau après l'établissement d'un barrage

Trace de la courbe de remous au moyen d'un abaque à points alignés

L'abaque ci-après, construit d'après la méthode de M. M. d'Ocagne, permet de tracer rapidement la courbe de remous, connaissant la pente I d'un cours d'eau et la surélévation Y du plan d'eau à l'endroit du barrage. D'une façon générale, ce même abaque, représentant la relation qui existe entre les quantités Y, I, et la surélévation y du plan d'eau, en un point quelconque en amont du barrage situé à une distance d de celui-ci, permet de calculer l'une quelconque des quatre variables : Y, y, I, d, connaissant les trois autres.

Dans l'étude, au point de vue hydraulique, de l'établissement d'un barrage à travers un cours d'eau, il importe beaucoup de connaître les modifications apportées au regime des eaux après la construction de l'ouvrage, c'est-à-dire de déterminer le nouveau plan d'eau. Ceci n'intéresse en général que la partie en amont du barrage où le niveau est surélevé.

La forme du plan de retenue de l'eau, dont l'intersection avec le plan vertical passant par l'axe du cours d'eau s'appelle « courbe de remous », dépend de plusieurs facteurs, tous variables d'un cours d'eau à l'autre. C'est surtout à cause de la variabilité de ces différents facteurs que, à l'heure actuelle, il nous est impossible de pouvoir tracer en pratique cette courbe de remous avec une précision mathématique.

Le cas où le remous est le moins compliqué est sans doute celui où le cours d'eau est *régulier*, c'est-à-dire lorsque la pente est uniforme, la section rectangulaire et constante.

On démontre en hydraulique que la surface libre d'un cours d'eau régulier est parallèle au fond du lit. Si on établit un barrage à travers un pareil cours d'eau, le remous ainsi occasionné est évidemment plus facile à étudier que tout autre remous obtenu dans un cours d'eau irrégulier. Dans ce cas, les études déjà faites pour déterminer la courbe de remous ont conduit les auteurs à des équations transcendantes très compliquées. Mais, dans la pratique, on a intérêt à renoncer à ces équations, car, d'une part, les calculs qui nous permettent d'en tirer les coordonnées de la courbe de remous sont très pénibles, et, d'autre part, les résultats obtenus ne sont qu'approximatifs. Ce dernier inconvénient est dû au fait que, en pratique, on ne rencontre guère un cours d'eau parfaitement régulier, hypothèse sur laquelle est basée l'étude théorique de la courbe de remous, de sorte que les conditions d'application de ces équations restent irréalisées.

On s'est proposé alors, puisque l'on doit nécessairement se contenter d'une approximation, de substituer auxdites équations transcendantes d'autres procédés, peut-être plus approximatifs, mais ils ont néanmoins l'avantage d'être plus rapides. Ces procédés, dont nous en citerons dans la suite deux qui sont basés sur des observations pratiques, supposent le cours d'eau régulier. Il suffit donc tout simplement pour les appliquer d'assimiler à la section réelle plus ou moins régulière une section rectangulaire a, b, c, d fictive convenablement choisie (fig. 1) et de considérer le cours d'eau

Fig. 1. — Profil en travers du cours d'eau.

comme ayant une pente uniforme égale à la pente moyenne de l'étendue intéressée par le remous (fig. 2).

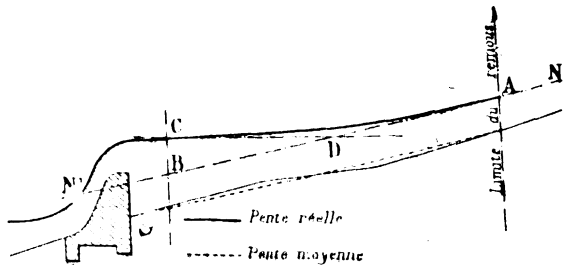


Fig. 2. — Profil en long du cours d'eau et courbe de remous.

Ceci posé, considérons un cours d'eau supposé régulier, soit NN' la surface libre de l'eau et C le niveau de l'eau à l'endroit du barrage après l'établissement de celui-ci (fig. 2).

La formule du déversoir permet de calculer la charge *h* au-dessus de la crête du barrage qui détermine le point C (1).

La position du point C étant déterminée, menons l'horizontale C D, on suppose alors que la courbe de

(1) Remarquons en passant que le point C n'est pas situé exactement au-dessus de la crête du barrage, mais un peu en amont. D'après M. Flamant on peut supposer le point C à une distance à l'amont de la crête égale à 5 ou 6 fois l'épaisseur de la lame déversante.

Digitized by Google

remous est tangente, d'une part, à CD en C, et, d'autre part, à NN' en un point A.

Théoriquement, la courbe de remous n'est pas tangente à NN', mais elle l'admet comme asymptote. D'autre part, toutes les observations faites sur les cours d'eau à pente modérée s'accordent pour reconnaître que le remous cesse d'être appréciable au delà du point A tel que AD = DB.

On a songé alors aux deux solutions pratiques suivantes :

1° Faire passer un arc de cercle tangent, d'une part, à la droite CD au point C, et, d'autre part, à la ligne NN' au point A tel que AD = DB.

Cette solution est très pratique tant que le centre du cercle est dans les limites de l'épure, mais, en pratique, souvent le rayon de cet arc de cercle est très grand, ce qui rend son tracé mal commode.

La deuxième solution peut alors s'appliquer :

2° Elle consiste à faire passer un arc de parabole du second degré à axe vertical dont le sommet serait en C, et tangente à la ligne NN' en A. L'équation de cette parabole rapportée aux axes obliques Ox, Oy est

$$y = Y - Ix\left(1 - \frac{Ix}{4Y}\right), \qquad (1)$$

dans laquelle $Y = BC$ et I représente la pente du cours d'eau.

Cette équation nous permet de tracer par points la courbe de remous, il suffit pour cela de faire varier x de zéro à la valeur $X = AB$ qui est la limite du remous.

On peut d'ailleurs, à l'avance, déterminer cette limite qui est le point A de coordonnées $y = 0$, $x = X$.

Dans l'équation (1) faisons $y = 0$, nous trouvons

$$X = \frac{2Y}{I} = \overline{AB}.$$

Telle est la formule qui donne l'abscisse du point en amont duquel le remous ne se fait guère sentir pratiquement. Cette distance s'appelle l'*amplitude* du remous.

Il va sans dire que la détermination de la courbe de remous exige un nombre de fois l'application numérique de la formule (1). Ce nombre sera d'ailleurs d'autant plus élevé que l'amplitude sera grande.

Pour éviter l'ennui de ces nombreux calculs numériques assez longs, nous avons cru utile de construire un abaque à points alignés d'après la méthode de M. M. d'Ocagne.

Construction de l'abaque. — Dans la formule (1) mise sous la forme

$$y = \frac{(2Y - Ix)^2}{4Y},$$

nous pourrons mettre en évidence le terme $x = \frac{2Y}{I}$ et écrire

$$y = I^2\frac{(X - x)^2}{4Y}.$$

En faisant ensuite un changement d'axe d'ordonnées cette équation devient par rapport aux axes AX, AY' (fig. 3) en posant

$$X - x = d$$
$$y = \frac{I^2 d^2}{4Y}. \qquad (2)$$

Après transformation logarithmique, nous pouvons encore écrire

$$\log y + \log Y = 2\log I + 2\log d - \log 4$$

qui est de la forme

$$n_1 \log z_1 + n_2 \log z_2 = n_3 \log z_3 + n_4 \log z_4 + \log k.$$

Cette équation est représentable par un nomogramme à double alignement et à échelles parallèles rectilignes.

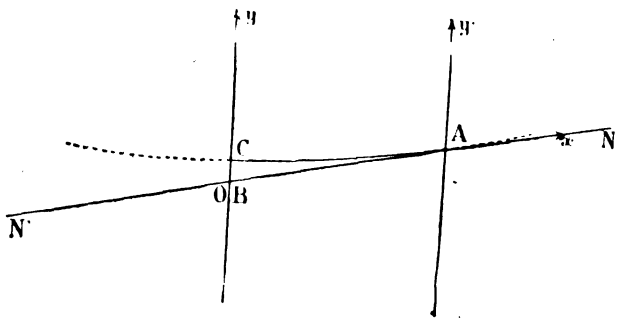


Fig. 3. — Courbe de remous rapportée à deux axes de coordonnées.

Ce nomogramme se compose de quatre échelles et d'un axe non gradué appelé *charnière* sur lequel se font les recoupements (1).

Ayant choisi convenablement les modules μ et μ' tels que

$$\mu'(n_1 + n_2) = \mu(n_3 + n_4).$$

On calcule les modules des échelles

$$\mu_1 = \frac{\mu}{n_1}, \quad \mu_2 = \frac{\mu}{n_2}, \quad \mu_3 = \frac{\mu'}{n_3}, \quad \mu_4 = \frac{\mu'}{n_4},$$

dont les axes doivent être placés à des distances δ_1, δ_2, δ_3, δ_4, de la charnière, telles que l'on ait

$$\frac{\delta_1}{\delta_2} = -\frac{\mu_1}{\mu_2}, \quad \frac{\delta_3}{\delta_4} = -\frac{\mu_3}{\mu_4}.$$

A toutes ces relations, il correspond trois infinités d'abaques, suivant les valeurs attribuées aux trois grandeurs

$$\mu \text{ (ou } \mu'), \quad \delta_1 \text{ (ou } \delta_2), \quad \text{et} \quad \delta_3 \text{ (ou } \delta_4),$$

dont chacune peut varier à l'infini.

(1) M. d'Ocagne, *Calcul graphique et nomographie*, p. 316.

Digitized by Google

Toutefois, en pratique, certaines considérations fixent les valeurs convenables de ces parmètres; ainsi, la valeur de μ (ou μ') sera choisie de telle façon que l'approximation avec laquelle on obtiendra les résultats d'application du nomogramme, soit suffisante, de même le choix de δ_1 (ou δ_2) et δ_3 (ou δ_4) sera limité par la nécessité d'obtenir un abaque de format convenable.

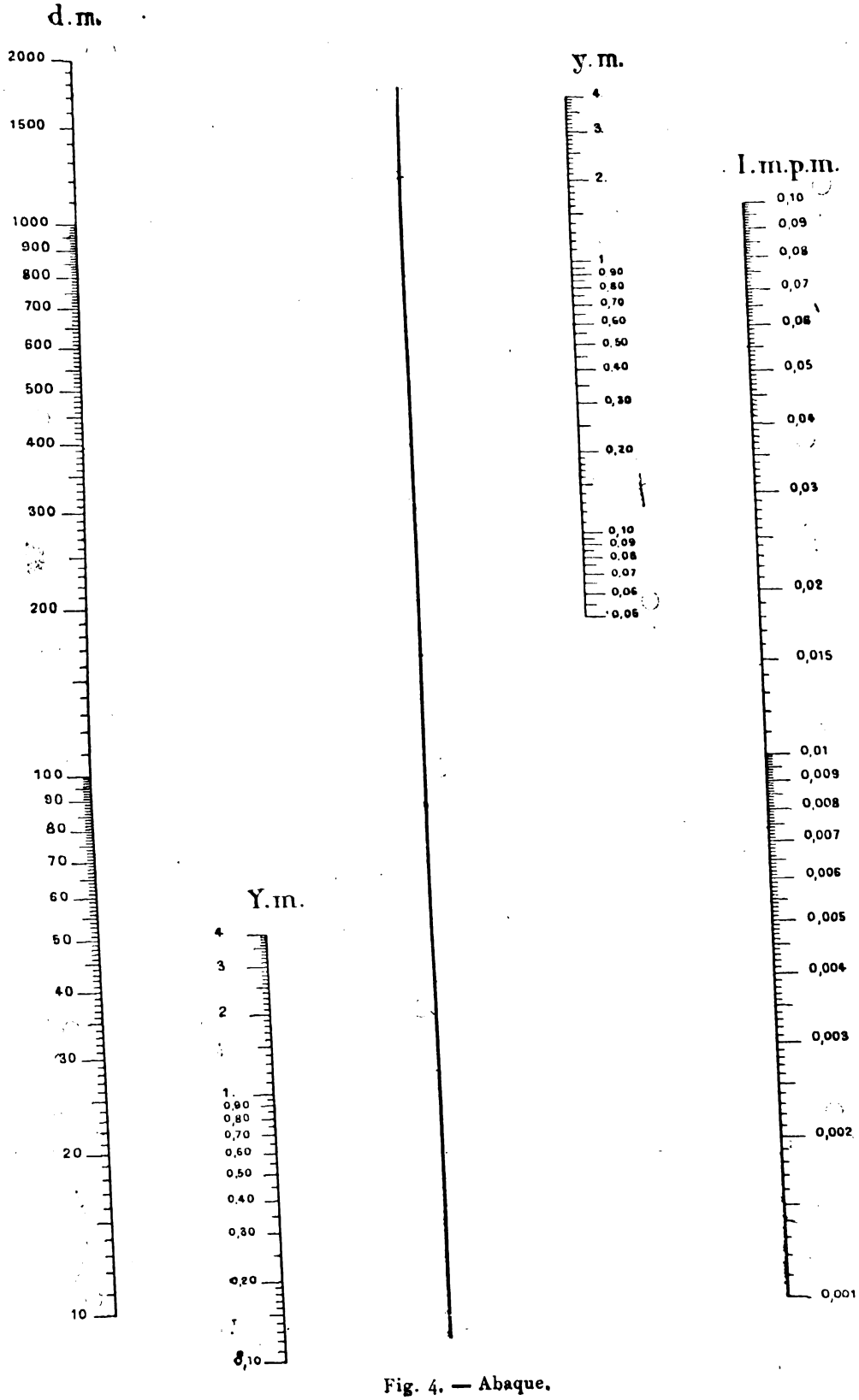


Fig. 4. — Abaque.

Nous donnons ici un abaque construit avec les éléments :

$$\mu = 6{,}25 \text{ cm}$$
$$\mu_1 = 6{,}25$$
$$\mu_2 = 6{,}25$$
$$\delta_1 = -\delta_2 = 4 \text{ cm.}$$

$$\mu' = 12{,}25 \text{ cm}$$
$$\mu_3 = 6{,}25$$
$$\mu_4 = 6{,}25$$
$$\delta_3 = -\delta_4 = 8 \text{ cm.}$$

Mode d'emploi de l'abaque. — Remarquons que dans la formule (2) la lettre d peut représenter l'abscisse d'un point quelconque de la courbe de remous par rapport au système d'axes obliques $A\,x$, $A\,y'$ (fig. 3). Il nous faut, par conséquent, déterminer d'abord le point A qui est la nouvelle origine des coordonnées, pour pouvoir ensuite porter les différentes valeurs de d à partir de ce point. Connaissant la pente I du cours d'eau et la surélévation maximum Y, nous savons que le point A est donné par sa distance X au point B

$$X = \frac{2Y}{I}. \qquad (3)$$

Le même abaque peut nous donner la valeur de X. En effet, remarquons que l'é-

Digitized by Google

quation (3) n'est autre chose que l'équation (2) appliquée au point B en faisant

$$y = Y,$$

d'où

$$X = \frac{2y}{I}.$$

Ce qui nous montre bien que l'abaque précédemment construit peut également servir à calculer X, qui de ce fait même est une valeur particulière de d. Il suffit pour cela de porter respectivement sur les échelles des y et Y la quantité connue Y, joindre les deux points ainsi obtenus, ce qui détermine un point M sur la charnière. Mener ensuite une droite joignant le point M au point P situé sur l'échelle des pentes (I) et dont la cote est égale à la pente du cours d'eau. Cette droite coupe l'axe des abscisses (d) en un point dont la cote indique l'amplitude X du remous (fig. 5).

Suivant la valeur de X on se propose de déterminer un certain nombre de points de la courbe de remous. Cette opération est identique à la précédente, il suffit de faire varier y dans l'intervalle de Y à O. Aux différentes valeurs y_1, y_2..... de y il correspondra sur la charnière des points M_1, M_2..... Ayant déterminé précédemment le point P sur l'axe des I, le faisceau de droites PM_1, PM_2..... déterminera sur l'axe des d les abscisses d_1, d_2....., correspondant aux ordonnées y_1, y_2....., que l'on s'est données. Inversement, on peut se donner à l'avance d_1, d_2....., et calculer d'une façon analogue les ordonnées y_1, y_2.....

Il est évident que l'abaque est réversible, c'est-à-dire

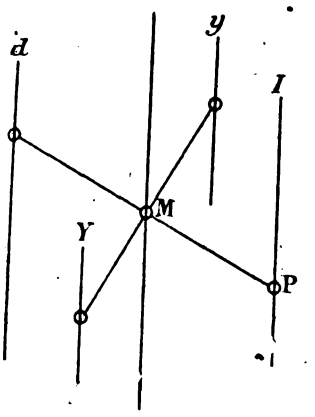


Fig. 5. — Mode d'emploi de l'abaque.

qu'il permet de déterminer l'une quelconque des grandeurs qui entrent dans la formule (2) en fonction des trois autres.

K. ZORAYAN,
Ingénieur I. E. G.

Revues, analyses et informations

Procédés d'agglomération des lignites.

En raison du prix actuel du charbon et des difficultés que l'on rencontre à s'en procurer, des efforts sont faits en vue de lui substituer, toutes les fois que cela est possible, du lignite et de la tourbe. La question de la tourbe a déjà été l'objet dans ces colonnes de différents articles et notes (1); dans le numéro du 2 février, t. III, p. 193, a été publiée une note de la Chambre syndicale de la Tourbe et du Lignite, intitulée « l'exploitation des lignites en France » ; nous complétons aujourd'hui les renseignements donnés sur ce sujet en reproduisant ci-dessous une étude présentée à cette Chambre syndicale par l'un des membres de notre Conseil d'administration, M. Ch. DUVAL, directeur des services électriques de la Société générale d'Entreprises.

Le lignite tout venant, tel qu'il sort de la mine, est d'un emploi difficile pour la clientèle parce qu'il est très humide et qu'il contient peu de morceaux compacts mélangés à une grande proportion de combustible pulvérulent, difficile à brûler dans les foyers domestiques aussi bien que sur les grilles des chaudières d'usines.

Le lignite se rencontre, il est vrai, en France, sous des aspects très variés; dans certaines régions on l'extrait en morceaux durs et compacts ayant l'aspect de l'anthracite, se rapprochant des asphaltes et facilement utilisables sans préparation au même titre que le charbon de faible pouvoir calorifique. Ces gisements, dont quelques-uns dans le sud-est de la France, sont cependant assez peu nombreux et bien souvent leur exploitation est rendue difficile par la profondeur souterraine du gîte, par la nécessité d'extraire les eaux de la mine, ou par la qualité très riche en soufre du lignite qui s'enflamme à l'air.

La plupart des mines françaises produisent le combustible soit en morceaux fragiles plus ou moins gros, soit en poudre ayant l'aspect terreux, ou encore en fibres d'apparence xyloïde. Les lignites de ces diverses qualités constituent un combustible peu pratique pour l'usage industriel direct dans les chaudières, mais très avantageux pour les usages domestiques si l'on parvient à donner à la matière une certaine cohésion.

Le lignite présente, en effet, certains avantages sur la tourbe et même sur certaines houilles ; la combustion de la briquette de lignite attaque très peu les appareils et donne

(1) J. VIGNIAK. La tourbe et l'industrie électrique ; *R. G. E.* 27 janvier 1917, t. I, p. 147.
P. GUIEU. La tourbe et l'industrie électrique ; *R. G. E.* 8, 22 et 29 décembre 1917, 25 mai 1918, t. II, p. 899, 981 et 1022, et 25 mai 1918, t. III p. 768 — La mise en exploitation des tourbières ; *R. G. E.*, 2 juin 1917, t. I, p. 880, et 7 juillet 1917, t. II, p. 39.
Arrêté instituant une Commission extra-parlementaire dite Commission de la Tourbe ; *R. G. E.* 2 juin 1917, t. I, p. 880.
Désignation des membres de la Commission de la Tourbe ; *R. G. E.* 7 juillet 1917, t. II, p. 40.
Emploi de la tourbe en poudre comme combustible par les chemins de fer de l'Etat suédois ; *R. G. E.* 5 janvier 1918, t. III, p. 28.

Digitized by Google

beaucoup moins de fumée que celle de la plupart des houilles employées au briquetage. Le faible volume d'emmagasinage des briquettes compense l'inconvénient du moindre pouvoir calorifique de ces combustibles.

Le lignite présente l'avantage de pouvoir être aggloméré soit directement sans addition d'aucun agglomérant, soit par addition d'un produit étranger et, dans ce dernier cas, plus facilement que les houilles ou les cokes.

L'agglomération nécessite en général un séchage préalable, car le lignite tout venant extrait de mine renferme de 4 à 5 pour 100 d'eau; mais bien souvent également les matières bitumineuses ou volatiles qu'il renferme facilitent l'agglomération.

On peut classer en trois grandes catégories les procédés d'agglomération: 1° agglomération par dessiccation et pression; 2° carbonisation partielle et compression; 3° briquetage avec addition d'un agglomérant.

1° Agglomération par dessiccation. — La dessiccation s'opère dans des appareils spéciaux qui ont été amenés à une certaine perfection. Le nombre des modèles de séchoirs est d'ailleurs assez limité; on distingue principalement les appareils à plateaux et les appareils rotatifs; tous deux donnent de bons résultats; cependant les appareils rotatifs semblent devoir acquérir la préférence.

L'appareil à plateau est constitué par un vaste cylindre contenant des plateaux chauffés, sur lesquels le lignite descend peu à peu, poussé par des palettes mobiles autour d'un arbre central. On peut facilement, dans ces appareils, limiter la température au degré nécessaire et éviter une température anormale, mais, en revanche, on consomme pour la chauffe une partie importante du combustible. Le chauffage se fait soit à la vapeur, soit par les gaz de combustion.

Les séchoirs cylindriques rotatifs sont constitués par un grand cylindre tournant dont l'axe est incliné; ce cylindre renferme un nombre assez élevé de tubes de 100 mm de diamètre environ à l'intérieur desquels descend le lignite préalablement pulvérisé. Les tubes étant plongés dans une atmosphère de vapeur que contient le grand cylindre, le lignite, brassé et chauffé, sèche rapidement en descendant dans l'appareil.

Nous ne décrirons pas davantage les appareils de dessiccation; les difficultés résultant de la guerre et les prix prohibitifs de la construction rendant leur acquisition totalement impossible actuellement.

Le séchage doit être réglé avec assez de soin si l'on désire obtenir un bon résultat au moment du briquetage. Il importe, en effet, d'abaisser de 45 pour 100 à 10 ou 15 pour 100 la quantité d'eau, sans élever la température au-dessus de 100° à 110° afin de ne pas éliminer les matières bitumineuses du lignite et de ne pas les décomposer par oxydation; ces matières sont très utiles pour la cohésion de la briquette.

A la sortie du séchoir, le lignite doit être légèrement refroidi car il s'enflamme souvent à l'air à 110°, et il est utile de n'opérer la compression que vers 60° à 70°.

Il est important dans toutes les installations de se défier des dangers d'inflammation directe et d'explosions par les poussières; les installations devront être étudiées et protégées à ce point de vue.

Les briquettes sont préparées au sortir des fours au moyen de presses donnant une forte pression, laquelle est toujours indispensable dans le cas de l'agglomération directe.

Les modèles de presses sont assez nombreux; celles-ci peuvent cependant se diviser en presses à simple compression et en presses à double compression.

La presse à simple compression peut être à moule ouvert; dans ce cas, chaque coup de piston pousse la pâte dans un long tube contre les briquettes déjà formées et l'on enlève à chaque fois une briquette à l'extrémité opposée au piston. La presse peut être également à moule fermé au moyen d'un obturateur qui s'efface pour le démoulage.

Les presses à double compression sont très employées; la presse Couffinhal à liaison hydraulique entre les pistons est assez répandue dans les houillères françaises pour l'agglomération des charbons; la presse Exter est plus spécialement employée pour le lignite; elle est à commande par engrenages.

La pression doit atteindre de 1 000 à 1 500 kg : cm² si l'on veut obtenir un bon résultat avec le lignite sans agglomérant préalablement ramené à 10 pour 100 d'humidité environ; on arrive à produire 70 à 80 briquettes par minute; leurs dimensions dépendent de la puissance de la presse.

Les briquettes doivent être refroidies, en général sur transporteur, en sortant de la presse; elles se dilatent généralement après leur sortie et ne doivent pas être entassées trop serrées.

On peut admettre pour la briquette de lignite les caractéristiques suivantes :

Pouvoir calorifique en grandes calories par kilogramme	4 800
Eau	10 à 12 pour 100
Cendres (suivant lignite) environ	6 id.
Carbone	55 id.
Matières volatiles	28 pour 100

2° Carbonisation partielle. — On peut pousser la dessiccation du lignite au-dessus de la température de 110°, soit dans le même appareil, soit dans un second appareil, et arriver à une semi-distillation. Dans ce cas, il est utile de récupérer les produits de distillation, qui constituent un très bon agglomérant pour la matière desséchée.

La pression d'agglomération pour le lignite semi-distillé est beaucoup moindre que pour le lignite cru, les briquettes sont plus résistantes et plus durables. On peut, dans ce cas, employer les presses à tambours rotatives qui préparent des boulets ovoïdes; ce procédé est celui qui est préféré en Amérique.

3° Briquetage avec addition d'un agglomérant. — L'emploi d'un agglomérant a pour avantage de diminuer beaucoup la pression nécessaire au briquetage; on peut alors opérer à la pression de 250 à 350 kg : cm² au lieu de 1 000 à 1 500 kg : cm², pression indispensable si l'on n'emploie aucun agglomérant. Cette circonstance représente de grands avantages, d'abord du fait que les appareils mécaniques emploient moins de puissance et sont moins rapidement détériorés ou mis hors d'usage, ensuite parce que les presses ordinaires employées dans l'industrie pour la fabrication des briques peuvent être utilisées.

Le séchage peut également être poussé moins loin, de sorte que l'installation mécanique générale est moins importante et moins coûteuse.

Il ne faudrait pas cependant croire que l'installation mécanique n'est pas nécessaire dans ce cas. Si, par exemple, on emploie le brai comme agglomérant, l'installation sera celle bien connue employée dans les houillères pour le briquetage du charbon; elle comprend les appareils suivants: séchoir, broyeur à lignite et tamis, broyeur à brai et trémie de chargement chauffée à la vapeur, mélangeur, presse à briquettes.

Digitized by Google

Ce matériel est extrêmement difficile et coûteux à réunir pendant la guerre ; aussi la plupart des mines de lignite ouvertes à l'exploitation depuis peu cherchent-elles à vendre en tout venant ou à effectuer un briquetage simplifié qui donne des briquettes peu compactes mais cependant utilisables. Le nombre des matières agglomérantes qui ont été essayées ou employées pour l'agglomération des charbons est très considérable, et la plupart d'entre elles doivent réussir pour l'agglomération du lignite.

On peut diviser ces matières en quatre classes principales : *a*) classe des pétroles ou matières similaires ; *b*) matières organiques et résidus industriels ; *c*) matières extraites des sucs végétaux ; *d*) matières minérales.

De nombreux essais ont été faits et des procédés ont été brevetés avec emploi des matières suivantes :

a) *Classe des pétroles.* — Le brai est l'agglomérant par excellence pour les lignites ; il nécessite un concassage et une fusion de manière à être en général mélangé à chaud avec le combustible à agglomérer. On a employé également le brai pulvérisé, le brai additionné d'huiles lourdes ou de chlorures de potassium et d'ammonium.

On a essayé aussi le mélange du brai avec de l'eau de chaux, et du brai avec du pétrole et du savon.

On peut encore employer les mazouts et les résidus de distillation des pétroles ; la naphtaline peut être employée à faire des briquettes qui seront durcies par traitement à la vapeur surchauffée.

Un procédé mixte intéressant est le procédé Tessier ; il consiste à durcir le lignite en morceaux, préalablement séché partiellement, en le trempant dans des substances qui paraissent voisines des huiles lourdes à chaud. Après quelques jours les morceaux de lignite ont acquis une dureté suffisante pour supporter les transports sans tomber en poussière.

b) *Matières organiques.* — On a évidemment essayé toutes les matières organiques agglomérantes telles que :

L'amidon seul ou combiné au pétrole et aux goudrons, la dextrine, la fécule seule ou additionnée de pétrole et de chaux. On a employé également la pâte de papier, le papier avec dextrine, le glucose avec silicates, la carbocellulose ou cellulose traitée à 100° par l'acide sulfurique.

Les riz avariés, les farines, les marrons d'Inde traités par l'acide sulfurique, les tourteaux, la colle forte mélangée de pétrole peuvent également agglomérer.

On a employé aussi la fibrine du sang, les graisses, les gélatines, les mélasses, les résines, l'huile de pulpe, les huiles siccatives avec la chaux, et la sciure de bois.

La tourbe fraîche et l'eau extraite de la tourbe mélangée d'alcalis caustiques constituent un agglomérant ;

c) *Sucs végétaux.* — Dès 1904 des brevets ont été pris pour l'emploi comme agglomérants des fucus et des lichens mélangés de soude et de potasse. On a également proposé la matière médullaire des palmiers, les plantes marines pulvérisées avec la soude, l'agar agar du Japon qui est extrait des plantes marines et divers fibres végétales traitées par la soude.

Les plantes marines contiennent, en même temps que des produits minéraux très intéressants, tels que l'iode, le brome et la potasse, une matière organique nommée algine qui peut fournir un agglomérant précieux.

Le goémon séché, réduit à 15 pour 100, c'est-à-dire ayant perdu 85 pour 100 d'eau, donne une matière sèche renfermant 8 pour 100 de matière organique et 7 pour 100 du poids primitif de matière minérale.

La matière organique ou algine peut être employée comme matière apprêtante au même titre que les fécules et les gommes ; combinée à la soude sous forme d'alginate de soude, elle constitue un bon agglomérant pour combustibles.

Les grandes algues de fond ou laminariacées sont les plus riches en algine ; elles commencent à être exploitées industriellement en Amérique pour extraire les sels de potasse, au Japon et en Chine pour la matière organique qui est un produit alimentaire très voisin de l'avoine comme composition.

M. Gloess a fait connaître dans le « Moniteur Scientifique de Quesneville », que, si l'on veut exploiter industriellement les algues, on peut isoler tous les produits qu'elles contiennent et recueillir chacun d'eux. On commence par les lessiver à l'eau acidulée qui dissout l'iode, le brome et les sels en préservant la matière organique ; il reste alors une matière mucilagineuse brune. L'algine brute ainsi obtenue peut être purifiée en la dissolvant dans une solution de carbonate de soude à 1 pour 1 000, d'où elle sera précipitée par un acide et dissoute à nouveau par un alcali sous forme d'alginate de soude, cette double opération n'étant d'ailleurs nécessaire que si l'on désire obtenir la matière très pure pour l'alimentation.

L'alginate de soude constitue un très bon agglomérant pour le lignite ; en effet, il ne donne pas de fumées comme le brai, il s'emploie à froid sans le concours de la chaleur, et, étant très avide d'eau, il peut s'employer sur la matière non séchée ; d'ailleurs, au lieu de 8 pour 100 de brai, on peut obtenir un résultat aussi bon avec 4 pour 100 d'alginate de soude.

d) *Classe des matières minérales.* — On a également essayé diverses matières minérales comme agglomérants des charbons. Les oxychlorures de zinc et de magnésium, l'alumine en présence de la chaux, le silicate de soude ou de potasse en présence des carbonates ont été successivement brevetés et employés.

On peut encore employer le ciment, la chaux et le plâtre. Ces produits ont l'inconvénient d'augmenter la quantité de cendres, mais ils sont assez fréquemment employés pendant la guerre pour l'agglomération des combustibles pauvres.

On peut enfin employer l'argile, qui donne également des résultats, avec pression assez forte pour agglomérer les combustibles peu riches et qui est employée à cet usage dans quelques mines de charbon.

En résumé, de nombreux procédés ont été proposés, mais un très petit nombre d'entre eux sont à retenir : le brai est le véritable agglomérant mais il nécessite une certaine mécanisation ; les huiles lourdes et pétroles peuvent constituer un procédé simplifié, mais coûteux actuellement ; le ciment présente certains avantages de simplicité ; l'alginate de soude serait très avantageux si sa préparation industrielle était réalisée en France.

Conclusions. — Il est à désirer que toutes les exploitations de lignite se décident à préparer la briquette qui constitue le combustible domestique par excellence et qui rendra de grands services jusqu'à la réfection complète de nos mines. Les exploitants rencontreront de grandes difficultés à trouver des constructeurs de séchoirs et de presses adaptées à cette fabrication, celles qu'on propose ordinairement ayant été construites soit pour la préparation de la tourbe, soit pour la brique silicocalcaire et convenant mal au lignite ; il y aura de plus à se défier des conditions de prix qui, pour ce matériel spécial, dépassent actuellement toutes les limites raisonnables.

Digitized by Google

Notes pratiques

Montage des barres omnibus (1). — Il paraît que les constructeurs suivent en général des méthodes défectueuses pour le montage des barres omnibus dans des habitacles fermés. Les figures 1 et 2 donnent deux procédés très recommandés, celui de la figure 1 étant encore supérieur à l'autre. Toutes les ouvertures disposées en regard des barres omnibus, de même que celles qui se trouvent en avant des coupe-circuits correspondants seront munies de portes en verre grillagé, de façon à éviter tout contact avec les parties sous tension. L'arrangement de la figure 1 nous montre

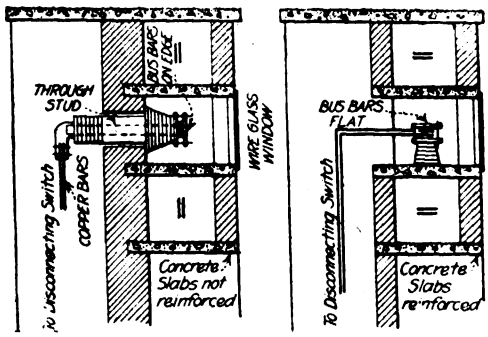


Fig. 1 et 2. — Deux manières d'installer les barres omnibus dans des habitacles fermés.

Bus bar on edge, barres bus de champ; Wire-glass window, porte en verre grillagé; Concrete stabs not reinforced, étagères en ciment non armé; Through stud, traversée de l'isolateur scellé; Bus bars plat, barres omnibus à plat; Concrete stabs reinforced, étagères en ciment armé.

l'isolateur des barres omnibus scellé dans la paroi, ce qui assure une obturation complète de l'habitacle et, de plus, permet de disposer verticalement sur champ les barres, condition qui favorise leur refroidissement. Les étagères n'ayant pas à supporter le poids de l'isolateur seront construites plus légères, en ciment non armé. Les portes suspendues seront préférables aux portes amovibles ; d'abord, parce qu'il est facile d'oublier de remettre celles-ci en place et, ensuite, parce que ces portes amovibles ne se prêtent pas au verrouillage et peuvent blesser celui qui les manipule quand elles sont placées trop haut. Les portes suspendues sont susceptibles d'être mises à la terre ; on les exécutera donc partiellement ou totalement en fer.

La commande mécanique des sectionneurs montés sur hauts pylônes (2). — Les sectionneurs sont presque toujours manœuvrés au moyen de perches ; il faut alors prévoir des dispositifs de verrouillage qui ne permettent pas de décrocher la perche avant que le sectionneur ne soit complètement ouvert, ou complètement fermé et verrouillé. Sur certains réseaux à haute tension ou sur les sous-stations en plein air, les sectionneurs sont souvent placés à 23 m de hauteur et on les actionne, d'une plate-forme, avec une perche de 6 m de longueur; cette manœuvre n'est pas sans danger et l'on cite des cas où l'opérateur a été précipité à terre entraîné par le poids du bambou. La J.-G. White Engineering Corporation dispose ces appareils à l'extrémité des traverses, qui ne nécessitent pour cela aucun changement à leur construction ordinaire. Les figures 1 et 2 ci-

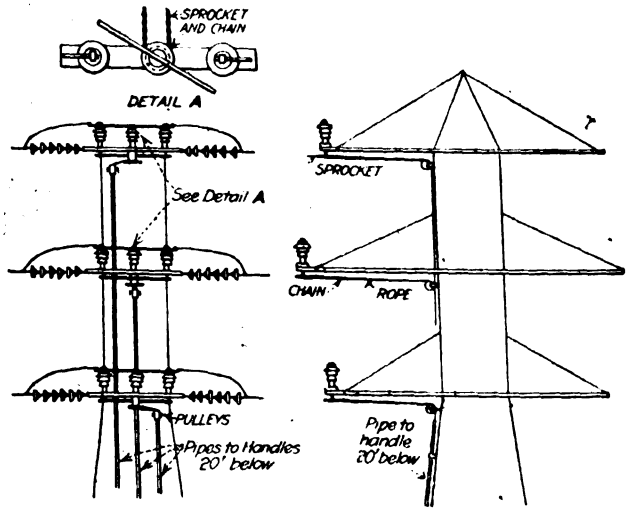


Fig. 1 et 2. — Sectionneurs montés sur une ligne à 70 000 v et commandés par un mécanisme à chaîne.

Sprocket and chain, hérisson et chaîne; Pulley, poulies; Pipes to handles 20' below, tube aboutissant à la manette à 6 m au-dessous; Rope, corde; See Detail A, voir détail en A.

jointes montrent comment elles sont installées. Un mécanisme à chaîne verticale, glissant dans des tubes pour éviter l'emmêlement des brins, rend la manœuvre facile et sûre.

Quand les sectionneurs sont enfermés dans des niches, il serait dangereux d'ouvrir la porte avant d'ouvrir les sectionneurs, ce qui arriverait avec la commande par perche, mais qui est impossible avec une commande mécanique dont la poignée peut être placée en dehors de la niche,

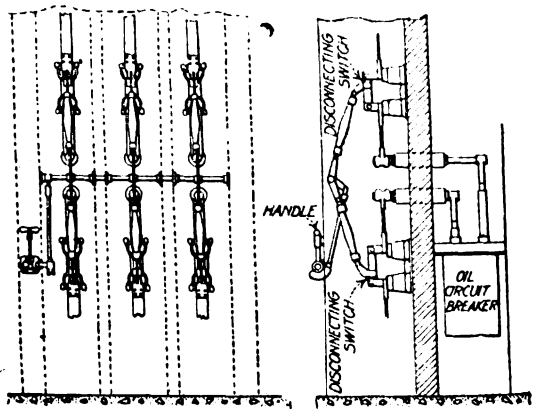


Fig. 3 et 4. — Jeux de six sectionneurs pour 2 000 ampères, enfermés et commandés ensemble par un mécanisme.

Disconnecting switch, sectionneur; Handle, manette.

comme le représentent les figures 3 et 4 pour une série de six sectionneurs. Avec une perche, il faudrait attaquer successivement chaque appareil ; la commande mécanique permet de les actionner tous en même temps.

(1) M.-M. Samuels et F.-N. Bechoff. *Electrical World*, 30 mars 1918, t. LXXI, p. 658.

(2) M.-M. Samuels et F.-N. Bechoff. *Electrical World*, 30 mars 1918, t. LXXI, p. 657.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Congrès général du Génie civil (*Suite*)

TRAVAUX DE LA SECTION IV (*Suite*)

La documentation industrielle (1).

Etant donné le grand nombre d'articles qui ont paru dans tous les journaux à ce sujet, nous n'insisterons pas sur l'intéressant rapport de M. Guillet.

Ce rapport est divisé en trois parties :

a) Une étude succincte de l'organisation actuelle de la documentation dans les différents pays.

b) L'énumération des principales sources de documentation spéciales aux mines et à la métallurgie.

c) L'étude des desiderata pour l'après-guerre.

M. Guillet, dans cette troisième partie, fait allusion au système de classification à adopter. Trois systèmes de classification semblent émerger parmi les autres ; ce sont : la classification décimale, la classification alphabétique et la classification méthodique.

La classification décimale, qui affecte les chiffres successifs à un titre, présente, de l'avis de M. Guillet, les deux grands inconvénients d'une langue complexe et d'un champ restreint à dix caractères. Cette classification est celle qui a été adoptée par l'Institut de Bruxelles et que nous suivons dans la documentation de la « R. G. E. ». Ayant l'habitude de nous servir de cette classification d'une apparence un peu rébarbative, il nous semble cependant que c'est la plus commode et la seule permettant un classement complet, identique dans tous les pays ; elle peut donc être universelle.

Les classifications alphabétiques et méthodiques ont l'avantage de parler immédiatement à tous, mais elles ont l'inconvénient de créer quelques hésitations dans la classification et surtout de ne pas être une langue universelle.

Comme conclusion à l'étude de M. Guillet, la section des Mines et Métallurgies a adopté les vœux suivants :

a) Que toutes les mesures soient prises d'urgence pour développer la documentation scientifique et industrielle ;

b) Qu'à cet effet, l'Etat veuille bien encourager, de la façon la plus large, les groupements privés déjà existants et leur donner d'importantes subventions qui pourraient correspondre à la cession de fichiers à placer dans les grandes administrations, notamment dans les grandes Écoles, les Universités, les directions des ministères ;

c) Que le Congrès fasse une active propagande près des industriels français pour leur faire connaître, notamment par une brochure spéciale, les organismes existants, leurs méthodes et leur fonctionnement ;

d) Que le Congrès demande la création d'un organe centralisateur de la documentation ; cet organe ne cherchant, en aucune façon, à se substituer aux Associations particulières, mais devant seulement concentrer tous les documents, toutes indications utiles ;

e) Que cet organe centralisateur soit créé, aussi rapidement que possible, au Conservatoire des Arts et Métiers ;

f) Que les auteurs de publications scientifiques ou techniques veuillent bien résumer, en fin de leurs travaux, la bibliographie des questions traitées.

(1) Rapport de M. GUILLET.

Le mercure (1).

Il est exceptionnel de rencontrer le mercure à l'état natif. Les minerais de mercure sont le cinabre (sulfure rouge), la métacinnabrite (sulfure noir), la tiennamite (Hg Se) et le calomel ; quelquefois on le rencontre amalgamé avec de l'argent. De tous ces minerais, seul le cinabre est exploité régulièrement ; il se présente soit sous forme de petits cristaux d'un rouge brillant, soit en masses compactes ou terreuses, soit en fibres brillantes : rhomboèdres ou prismes hexagonaux modifiés par des rhomboèdres dérivés, agissant sur la lumière polarisée. Le cinabre est inattaquable aux acides, sauf à l'eau régale ; la solution donne un amalgame avec le cuivre. Chauffé en tube fermé, il se sublime sans se décomposer ; chauffé en tube ouvert, il s'oxyde en donnant des gouttelettes de mercure.

Le cinabre se rencontre à peu près sur toute la surface du globe, mais les gisements exploitables sont rares ; ce sont principalement : ceux d'Almaden, en Espagne ; de Monte Amiata, en Italie ; d'Idria, en Autriche-Hongrie ; de New-Idria et New-Almaden, aux États-Unis.

La France et ses colonies ne possèdent que très peu de minerai de mercure, ce qui place à ce point de vue notre pays sous la dépendance complète de l'étranger. On a reconnu la présence de cinabre dans l'Isère et la Haute-Vienne ; en Algérie et en Tunisie, on a signalé un certain nombre de filons de minerai de mercure : à Ras-el-Ma, à Taghit, à Bir-Béni-Salah-Haminat et à Djebel-Talat.

(1) Rapport de M. RUMEAU.

Digitized by Google

La Russie avait autrefois une importante production de mercure, mais elle a diminué considérablement; la seule exploitation régulière est celle de Nisisowsky (Ekaterinoslaw). Un dépôt important non exploité se trouve dans l'État d'Ayatsky.

On rencontre également des gisements peu importants en Serbie près de Belgrade ; en Asie Mineure, à Konia et à Kara-Burna, près de Smyrne ; à Bornéo ; en Chine, à Yuan-Chiang (province de Kweichow); au Japon, à Suii; en Afrique du Sud; en Australie, à Yulgibar et à Pulgambar; au Brésil, dans les Minas Gereas; au Mexique, à Guadalapana dans le Luis Potosi; au Pérou et en Guyane hollandaise, dans le district de Maroni.

La métallurgie du mercure est théoriquement fort simple. On peut oxyder le cinabre, la réaction qui s'opère est la suivante :

$$HgS + 2O = Hg + SO^2$$

L'oxyde de mercure ne peut se former par suite de la température élevée à laquelle on opère. La seule difficulté consiste dans la condensation du mercure.

Un autre procédé, peu employé à cause des frais d'installation considérables qu'il nécessite, consiste dans le chauffage du minerai en présence de chaux et de fer à l'abri de l'air. Les réactions qui se produisent sont les suivantes :

$$HgS + Fe = Hg + FeS$$
$$4\,HgS + 4\,CaO = 3\,CaS + SO^4Ca + 4\,Hg.$$

M. Rumeau donne une description détaillée des fours et appareils de condensation employés et montre les progrès réalisés ces temps derniers par la métallurgie du mercure.

La production mondiale du mercure a atteint 4 290 t en 1913. L'auteur donne des tableaux très complets indiquant la consommation mondiale du mercure ou du vermillon et les importations et exportations des différents pays producteurs ou consommateurs de mercure.

M. Rumeau examine la situation commerciale du mercure avant la guerre et montre qu'alors le consommateur français était sous la dépendance complète des courtiers étrangers. Il faut absolument remédier à cette situation, étant donnée l'importance des industries qui se servent du mercure.

Parmi ces industries, il faut citer la métallurgie de l'or (on sait en effet que, en dernier traitement, l'or se sépare par amalgamation, un simple chauffage chasse le mercure et donne l'or métallique); la fabrication des amorces de fulminat et des détonateurs; la fabrication du vermillon qui est employé dans la peinture, la décoration, les encres lithographiques, la cire à cacheter, la fabrication des chapeaux de feutre, la fabrication des produits pharmaceutiques et antiseptiques, la fabrication des lampes électriques à vapeur de mercure, et des lampes à incandescence (trompes à mercure pour obtenir le vide parfait), la fabrication des instruments de physique et de laboratoire.

L'auteur termine en donnant quelques renseignements sur la toxicité du mercure et de ses principaux composés.

Comme conclusion au rapport de M. Rumeau, le Congrès du Génie civil a adopté les vœux suivants :

1° Il y aurait lieu de s'affranchir des courtiers étrangers et, pour arriver à ce but, il serait bon de rechercher une entente directe avec les mines italiennes, tant que la France et ses colonies ne pourront fournir le mercure nécessaire à leur consommation;

2° Il y aurait lieu d'exercer une surveillance très serrée des introductions de produits fabriqués.

Les transformations métallurgiques, forgeage, estampage, traitements thermiques [1].

Le rapport de M. Partiot étudie avec détails les diverses transformations métallurgiques ; malgré tout l'intérêt qu'il présente, nous n'insisterons pas sur ce rapport qui touche à des industries n'intéressant pas directement l'électricité.

Nous en tirerons, cependant, certaines conclusions et donnerons les vœux qui y font suite.

La diminution de la natalité en France et la mort de tant de jeunes hommes tombés pour la France au champ d'honneur, auront pour conséquence de causer une crise très grave de main-d'œuvre, celle-ci sera, non seulement rare, mais exigeante, peut-être tyrannique et très coûteuse. Pour diminuer les prix de revient, il faudra tendre de plus en plus vers la spécialisation et la standardisation des produits. Ne faire qu'une chose, mais la faire bien et bon marché, paraît devoir être la formule de l'avenir.

La question financière offre aussi un gros inconnu. L'industrie pourra-t-elle supporter les impôts considérables qu'il faudra payer? Trouvera-t-elle les capitaux dont elle aura besoin?

Il est à présumer que les établissements de crédit, draineurs de l'épargne française, n'auront plus le loisir de l'offrir aux Turcs, Bulgares, Hongrois ou même Russes qui la sollicitaient en vue de passer des commandes aux usines allemandes. Mais cela ne pas veut dire que l'industrie trouvera du crédit. Le rapporteur espère qu'après la guerre les industriels useront de l'instrument de travail précieux qu'est le crédit par voie d'escompte du papier et pour lequel ils avaient jusqu'ici une méfiance injustifiée.

Mais, pour le relèvement de notre industrie, nos meilleurs atouts sont des méthodes rationnelles d'organisation du travail et l'étude scientifique de la production.

Comme conclusion au rapport de M. Partiot, le Congrès du Génie civil a émis les vœux suivants :

Vœux. — *Main-d'œuvre.* — 1° Que la question des moyens propres à enrayer la chute de la natalité soit mise au premier degré d'urgence parmi les questions à résoudre pour sauver le pays de la décadence.

[1] Rapport de M. Partiot.

Digitized by Google

2° Que le préapprentissage, l'enseignement technique et l'enseignement administratif soient développés et orientés dans le sens des méthodes modernes d'organisation du travail.

3° Que la revision douanière fasse disparaître les disproportions existant dans le tarif actuel, entre les matières premières, minières et métallurgiques et les ouvrages en métaux.

Combustibles. — 4° Que la taxe douanière de 90 fr la tonne qui frappe les huiles lourdes de pétrole soit supprimée ou ramenée au même taux que celle qui frappe la houille.

Que la recherche des gisements pétrolifères pouvant exister en France et en Algérie ou dans les colonies soit encouragée et subventionnée.

5° Que soient développés et encouragés : la distillation de la houille, l'emploi du coke, des huiles de houille, du gaz d'éclairage, du gaz riche industriel, en vue d'obtenir le rendement maximum du combustible avec le minimum de main-d'œuvre.

6° Que soit aménagée au maximum toute l'énergie hydraulique disponible en France, que soit étudiée l'utilisation du travail des marées, que la distribution de l'énergie électrique soit organisée pour permettre la diffusion générale et aux tarifs le plus bas.

Vœux financiers. — Que soient recherchées les causes du discrédit qui frappe le papier de commerce et l'escompte des traites, que l'Etat et les administrations publiques donnent l'exemple d'accepter des échéances fixes et de laisser escompter leurs paiements.

Que soit érigée en principe l'idée que les capitaux français doivent d'abord et avant tout servir au développement de la richesse nationale.

Vœux relatifs aux aciers. — Que le vocabulaire des divers termes servant à définir les aciers suivant leur dureté ou suivant leur provenance soit unifié et rendu obligatoire, qu'il soit mis en concordance avec les cahiers des charges unifiés des grandes administrations publiques.

La production du fer-blanc (1).

M. Pétin montre dans son rapport que la production du fer-blanc, en France, déjà insuffisante avant la guerre a été depuis complètement arrêtée.

Le débouché principal du fer-blanc est la fabrication des boîtes de conserves. Nos fabricants de conserves ne trouvaient pas sur le marché français des fers-blancs d'un prix assez bas pour leur permettre de lutter avantageusement avec leurs concurrents étrangers.

Le rapporteur examine les causes qui ont rendu notre production déficitaire, les difficultés qu'il faut vaincre et les mesures à prendre pour assurer la prospérité de cette industrie.

Comme conclusion à son rapport M. Pétin a émis les vœux suivants :

Pour assurer la prospérité des industries de fer-blanc et des conserves il faudrait :

1° Assurer l'indépendance de l'industrie du fer-blanc par le maintien et le développement de toute la série de ses fabrications ;

2° Rendre possible l'exploitation rapide de nos usines de fer et d'étain en accordant des concessions ;

3° Favoriser le développement de l'industrie du désétamage en frappant d'un droit de sortie les déchets de fer-blanc ;

4° Améliorer le recrutement de la main-d'œuvre spécialiste par l'organisation légale de l'apprentissage ;

5° Autoriser les pêcheurs à employer les filets tournants et pour cela rapporter l'interdiction de 1888.

Faciliter la transformation des voiliers de pêche en bateaux mixtes en élargissant les conditions de prêt de la loi du 18 juin 1909 sur le crédit maritime.

Substituer pour les moteurs marins, dans la base des primes, la force motrice au poids.

(A suivre.)

Assemblées générales

Société anonyme des Forces motrices du Vercors.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 19 JUIN 1918.

Durant cette année la Société a augmenté ses moyens de production.

La chute de l'Ecancière a été mise en service au commencement d'août 1917 et a permis de fournir une contribution intéressante d'énergie l'hiver dernier.

Le réservoir destiné à donner plus de souplesse à cette chute sera terminé cet été.

La chute du Doux est en voie d'exécution, malgré les difficultés actuelles.

Les postes de transformateurs de Romans et de Valence ont été renforcés, et la ligne de raccordement entre les réseaux et l'usine du Doux a été construite.

Une concession de force motrice sur l'Isère a été demandée ; il s'agit d'une chute qui, en hautes eaux, pourra produire jusqu'à 30000 ch et le tiers environ en période d'étiage ; la Société a déjà acquis diverses propriétés dont la possession était nécessaire pour l'établissement des ouvrages projetés.

Malgré les rigueurs de l'hiver dernier qui ont occasionné quelques accidents de ligne, l'exploitation a été assurée d'une manière normale.

Les recettes se sont élevées à 1817671,55 fr contre 1301286,25 fr en 1916. Les dépenses ont subi une forte augmentation passant de 504056,62 fr à 837903,98 fr ; parmi ces dépenses figure une somme de 36000 fr accordée aux entrepreneurs de l'usine de l'Ecancière en raison des majorations du coût des constructions qu'ils ont eu à subir.

(1) Rapport de M. PÉTIN.

Digitized by Google

Le bénéfice brut ressort à 9893o7,71 fr, report compris contre 779675,37 fr pour l'exercice précédent.

Après amortissements et réserves, le dividende est fixé : pour les actions de premier rang de priorité (3 401 à 6 000) à 45 fr par action, sous déduction des impôts, soit 42,75 fr pour les titres nominatifs et 41,10 fr pour les titres au porteur contre remise du coupon 7 ; pour les autres actions à 40 fr, soit 38 fr au nominatif et 36,45 fr au porteur contre remise du coupon 9 pour les titres de 1 à 500 et du coupon 5 pour les titres de 501 à 3 400. Le dividende des parts de fondateurs se montant à 88,85 fr, impôts déduits, sera payé contre remise du coupon 2.

Le paiement se fera à partir du 1er octobre 1918.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Immobilisations	9 490 029,55
Caisses et banquiers	826 240,18
Titres en portefeuille	515 232.60
Débiteurs divers	713 567 »
Approvisionnements	165 400,45
Comptes d'ordre	28 714,96
	11 739 184,74

Passif.

	fr
Capital	3 000 000 »
Obligations hypothécaires 5 pour 100	3 964 000 »
Obligations 6 pour 100	2 000 000 »
Réserve par obligations remboursées	36 000 »
Réserve légale	76 939,88
Fonds d'amortissement et de renouvellement	1 694 824,89
Créditeurs divers y compris impôt spécial	346 940,58
Coupons à payer	260 161,53
Dividende et répartitions 1917	318 722,20
Profits et pertes. Report à nouveau	41 595,66
	11 739 184,74

Compagnie d'Electricité de l'Ouest-Parisien Ouest-Lumière.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 21 JUIN 1918.

Les résultats de l'exercice ont été influencés par la hausse continue du prix des matières premières, des salaires et du combustible qui ont augmenté le prix de revient; d'autre part, la mauvaise qualité du charbon et l'usure anormale du matériel ont diminué le rendement de l'exploitation.

Aussi, malgré les relèvements de tarifs obtenus dans une partie de la clientèle et dans certaines des communes desservies par la Compagnie, les recettes ont été inférieures aux dépenses et le solde déficitaire de l'exercice est de 2 470 028,20 fr.

Les démarches faites auprès des communes en vue d'obtenir des relèvements de tarifs ont presque partout abouti.

Dans les usines et sous-stations les trois chaudières commandées en 1916 n'ont pu être mises en service qu'à la fin de juillet 1917. Les demandes d'énergie devenant plus pressantes, des travaux doivent être entrepris ; la Société a émis 20 000 bons décennaux de 500 fr à 6 pour 100 net avec faculté pour la Société de les rembourser par anticipation après la cinquième année.

Ces bons, comme tous ceux déjà émis, devront être remboursés en 1928.

La Société a acquis des vapeurs charbonniers qui lui permettront de réaliser une sensible économie dans les transports de charbon.

Le réseau de canalisations a été étendu.

Les recettes ont été de 25 053 975,30 fr et les dépenses de 26 196 386,24 fr.

La perte, en tenant compte du solde créditeur antérieur, est de 1 378 304,76 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Terrains et constructions	8 802 906,97
Matériel et installations	35 614 331,41
Travaux en cours	901 024,78
Entrepreneurs et constructeurs (paiements sur travaux en cours)	1 924 713,29
Petit matériel et outillage	1 »
Mobilier et agencement	1 »
Frais de constitution et de premier établissement	1 »
Fonds de commerce	1 »
Approvisionnements généraux	1 372 985,34
Cautionnements	174 069,80
Titres et valeurs	3 486 261,30
Participation dans achat vapeurs charbonniers	3 442 906,15
Caisses et banques	1 951 588,96
Effets à recevoir	959,65
Abonnés	3 934 169,71
Débiteurs divers	1 217 666,87
Frais d'émission des obligations	1 »
Frais d'émission des bons obligataires décennaux 5 1/2 pour 100	127 192,65
Frais d'émission des bons obligataires décennaux 6 pour 100	249 233,75
Prime de remboursement des obligations (1re, 3e et 4e émissions)	322 382 »
Prime de remboursement des bons obligataires décennaux 6 pour 100	140 000 »
Solde débiteur	1 378 304,76
	65 040 701,49

Passif.

	fr
Capital actions	25 000 000 »
Réserve légale	588 242,90
Compte général d'amortissements	7 913 542,01
Provision pour risques en cours	1 000 000 »
Capital obligations	8 900 500 »
Bons obligataires décennaux 5 1/2 pour 100	3 000 000 »
Bons obligataires décennaux 6 pour 100	7 000 000 »
Dépôt de garantie	1 382 561,40
Fournisseurs	2 703 039,52
Créditeurs divers	6 131 542,71
Actions. Coupons échus restant à payer	59 093,29
Obligations. Coupon n° 30 (4 6)	143 895 »
Obligations. Coupons échus restant à payer	35 897,80
Obligations sorties à rembourser	812 305,39
Bons obligataires décennaux 5 1/2 pour 100. Coupon n° 5	82 500 »
Bons obligataires décennaux 6 pour 100. Coupon n° 2	157 500 »
Bons obligataires décennaux 5 1/2 pour 100. Coupons échus restant à payer	330 »
Bons obligataires décennaux 6 pour 100. Coupons échus restant à payer	10 875 »
Comptes d'ordre	118 876,47
	65 040 701,49

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

La nouvelle loi norvégienne sur les chutes d'eau

En resserrant les liens qui unissent à la communauté, chaque membre du corps social, la guerre a, du même coup, excité les susceptibilités assoupies et provoqué l'explosion d'un nationalisme économique intransigeant, dont nous voyons poindre, un peu partout, les manifestations. Dans beaucoup de pays, ce mouvement d'opinion conduit à accroître les pouvoirs de contrôle de l'Etat sur l'exploitation des richesses naturelles. Tel est le cas de la Norvège qui, tout en restreignant gravement, d'une manière générale, le statut réel des étrangers, vient de renforcer encore les prérogatives du gouvernement en ce qui touche la mise en valeur des mines et des chutes d'eau. Etant données les relations étroites qui existent entre les industries hydro-électriques des deux pays, nous avons cru bon de reproduire ceux des articles de la loi norvégienne de 1917 qui concernent plus spécialement les concessions de forces hydrauliques. Pour faciliter la lecture de ce document touffu, nous avons fait précéder chaque article d'un titre indiquant son objet. Nous publions en même temps un commentaire où notre collaborateur G. Tochon souligne les particularités du texte nouveau et le compare au projet déposé sur le même objet par notre gouvernement.

I. — A mesure que l'énergie hydro-électrique occupe, dans l'économie nationale des divers pays abondamment pourvus en eaux courantes, une place plus grande, les prétextes ne manquent pas au législateur pour en réglementer plus étroitement l'usage. Là où les cours d'eau ont été de tous temps classés dans le domaine public, l'intervention de l'Administration a été plus précoce, sa mainmise plus complète aussi, comme en Italie et dans certains cantons suisses. Au contraire, dans les contrées où les particuliers propriétaires en bordure de la rivière ont joui de droits d'usage exclusifs, comme en France, l'État a plus longtemps hésité. Il n'a pas osé, tout d'abord, avouer ses visées, s'offrant simplement à jouer le rôle d'arbitre dans les conflits privés qui surgissent, multiples, à l'occasion des travaux considérables nécessités par les dérivations modernes. Au vrai, les conditions qu'il mettait à son concours étaient telles que, tant qu'ils auraient eu le choix entre les deux maux, les intéressés auraient certainement préféré les tracas de la procédure à l'aide administrative. Mais, comme l'opinion publique ne paraît pas s'effrayer d'un accroissement de ses pouvoirs en matière économique, l'Etat ne cherche même plus aujourd'hui à justifier son intervention. Il l'impose : on attend de lui qu'il coordonne, en un faisceau solide, toutes les forces productives du pays et, d'office, il prend le contrôle des chutes d'eau. C'est là, au surplus, une tendance générale, déjà constatée en Suisse et en Italie, bonne ou mauvaise, nous n'avons pas à la juger, mais contre laquelle il serait vain de lutter.

II. — La Norvège n'y a pas échappé. C'est précisément un pays où l'Administration ne disposait d'aucun pouvoir sur les chutes d'eau, même sur celles des cours d'eau navigables. Le riverain était et est encore propriétaire des forces hydrauliques, d'où les hésitations de l'État à intervenir directement dans leur exploitation : la première loi fondamentale date de 1909, alors que dès 1884 l'Italie concède les dérivations de ses eaux courantes presque toutes incorporées au domaine public; d'où encore la nécessité de choisir un prétexte pour atteindre obliquement le droit de riveraineté difficilement attaquable de front. Et c'est dans ce choix que les étatistes norvégiens firent preuve d'habileté; leurs visées ambitieuses embrassaient à la fois toutes les richesses naturelles : mines et chutes d'eau. Dès lors, alléguer seulement, pour agir, le besoin de délivrer la jeune industrie hydro-électrique d'entraves que le riverain obstiné peut jeter sur sa route, c'était s'exposer à livrer une nouvelle bataille pour s'assurer le contrôle des mines. Afin d'emporter les deux objectifs du même coup, les étatistes surent admirablement tirer parti d'un état de choses qui ne laissait pas que d'inquiéter les patriotes norvégiens. Et voici comment : « Un examen de la situation fait en 1909 révéla que, sur les 300 millions de couronnes placées dans les sociétés anonymes industrielles, 115 millions (soit 38 pour 100) étaient la propriété d'étrangers; 85 pour 100 des 40 millions de couronnes placées dans l'industrie électrochimique et 80 pour 100 des 25 millions mis dans les entreprises de mines appartenaient à des étrangers, principalement des Suédois et des Allemands. Cette constatation émut fortement l'opinion publique et favorisa les tendances nationalistes selon lesquelles l'État non seulement a le droit, mais, dans certains cas, le devoir, d'imposer sa réglementation là où l'individu et particulièrement un étranger acquiert un droit de possession ou d'usufruit. Ceci donna lieu à des discussions passionnées. La victoire resta aux nationalistes qui firent voter la loi du 18 septembre 1909 appelée « loi des concessions », complétée par la loi de 1911 sur la « régularisation des chutes d'eau ».

Digitized by Google

La loi du 18 septembre 1909, dont il nous faut bien dire quelques mots puisque aussi bien le Storthing n'a fait, en 1917, qu'en prolonger, en les aggravant, certaines dispositions, distinguait suivant que les propriétaires de la chute qui désiraient l'équiper étaient l'État, une commune, un citoyen norvégien ou bien une société. Dans le premier cas, le droit commun subsistait. Dans le second cas, si la chute réalisait une puissance de plus de 1 000 ch, une concession royale était nécessaire.

Pour obtenir la concession, la société demanderesse, sauf exceptions dont le roi était seul juge, devait avoir son siège en Norvège et la majorité du conseil d'administration composée de sujets norvégiens.

Le personnel, le matériel employés, devaient être norvégiens de préférence. Des clauses très strictes en ce qui touche le mode de paiement des salaires, le logement, le bien-être de l'ouvrier, étaient insérées dans le cahier des charges. A toute époque, la commune du lieu de la dérivation pouvait réclamer la fourniture, au prix de revient, de 5 pour 100 de la puissance électrique aménagée et l'État tout autant. Les producteurs d'énergie devaient s'engager à ne conclure, sans l'assentiment du ministre des Travaux publics, aucune entente en vue de la hausse artificielle des prix. Enfin, l'exportation de l'énergie à l'étranger était interdite, sauf dérogation accordée par le ministre.

Mais, dès 1909, le Storthing ne s'arrêta pas à mi-chemin dans la voie de la réglementation. Non seulement il interdit toute cession de chute sans nouvelle concession; non seulement il réserva au gouvernement le soin de décider si l'énergie doit être employée dans certaines industries ou non, mais encore il limita en durée la concession ainsi accordée (soixante ans et, au plus, quatre-vingts ans) et, surtout, il décida qu'à l'expiration de cette dernière, la chute d'eau et les terrains appartenant au concessionnaire, l'établissement de force motrice tout entier avec machines et autres accessoires, reviendraient *gratuitement* à l'État norvégien. Ces dernières prescriptions — il importe de le souligner — n'avaient rien à voir avec la protection d'une richesse nationale contre la mainmise étrangère. C'était bien, étant donnés les droits reconnus aux propriétaires ou aux acquéreurs de chutes par la législation antérieure, une confiscation différée — mais tout de même une confiscation — au profit de l'État.

Non seulement l'aménagement et l'exploitation des chutes d'eau étaient ainsi réglementés, mais la location de l'énergie, dès qu'elle portait sur une puissance supérieure à 500 ch, devait faire l'objet d'une concession royale accordée plus généreusement que la précédente aux sujets norvégiens ou étrangers et aux sociétés même non dirigées en majorité par des norvégiens. Le cahier des charges recommandait également l'emploi de préférence du personnel et du matériel norvégiens et spécifiait l'usage auquel serait affectée l'énergie. Enfin, au cas où l'énergie proviendrait d'une chute non concédée, le gouvernement pourrait imposer une redevance annuelle au profit de l'Etat de 1,25 couronne au maximum par cheval et pour chaque cheval imposé.

Pour être complet, dans ce bref exposé de la législation qui a régi jusqu'à ce jour l'utilisation de la puissance hydraulique en Norvège, nous signalerons la loi du 4 avril 1911, non abrogée, qui accorde certaines facilités, moyennant concession, obligatoire toujours, aux propriétaires de chutes désireux d'entreprendre des travaux de régularisation du cours d'eau. Le concessionnaire pourra exproprier. Mais il devra réserver une partie de l'énergie réalisée par l'ouvrage régulateur à l'État ou à la commune et acquitter une redevance annuelle de 10 ores à 1 couronne par cheval utilisé, au profit de la commune et de l'État, en plus du paiement initial de 2 couronnes par cheval, si la régularisation porte sur des lacs. La concession est donnée pour 60 ou 80 ans, période à l'expiration de laquelle le gouvernement peut exiger que les établissements de régularisation soient enlevés. Sinon une nouvelle concession sera donnée aux conditions de la législation alors en vigueur.

III. — Revenons à la loi de 1909. On a vu que, sous prétexte de défendre le patrimoine national, elle restreignait singulièrement, au profit de l'État, les droits acquis sur les cours d'eau de toute nature. Une simple lecture de la loi du 14 décembre 1917 montre que le Storthing a fait encore un pas de plus dans cette voie.

Le prétexte invoqué est toujours le désir de réserver aux seuls Norvégiens le bénéfice de l'exploitation des chutes d'eau : « Le mouvement de réaction contre l'influence étrangère dans la grande industrie, lisons-nous dans le rapport de notre représentant diplomatique, n'avait pu faire sentir tous ses effets (en 1909), car le pays était alors pauvre en capitaux; on risquait d'entraver presque complètement le développement industriel en interdisant d'une façon absolue l'accès des capitaux étrangers dans les entreprises norvégiennes. Depuis le début de la guerre, la fortune publique de la Norvège a augmenté dans des proportions considérables et les capitaux n'y font plus défaut. La crainte qui, en 1909, avait fait reculer le législateur devant une mesure d'ostracisme à l'égard de l'étranger, n'existe plus aujourd'hui. C'est dans ces conditions que la revision de la loi du 18 septembre 1909 fut entreprise, au début de l'année dernière, pour aboutir à la nouvelle loi des concessions du 14 décembre 1917. »

Désormais, les sociétés qui solliciteront la concession devront non seulement avoir leur siège en Norvège, mais encore la totalité de leurs administrateurs et leur fonds social devront être également entièrement norvégiens. Les actions seront nominatives et ne pourront être cédées ou données en nantissement qu'à l'État, aux citoyens norvégiens ou aux établissements financiers désignés par le ministre. Les sociétés qui auront leur siège social à l'étranger et la majorité seulement de leurs administrateurs norvégiens ne pourront acquérir ou exploiter les forces hydrauliques qu'exceptionnellement et avec l'acquiescement du Storthing dès que la chute aura une puissance supérieure à 5 000 ch. On ne saurait se montrer plus défiant à l'égard des initiatives étrangères. Il va sans dire que le personnel, le matériel

Digitized by Google

et les assurances seront de préférence norvégiens et que les ouvriers de l'entreprise continueront à bénéficier de la même protection qu'à ce jour au sujet du paiement des salaires, du mode de fonctionnement des économats, des logements, des soins médicaux, de l'assistance et de l'assurance. L'interdiction d'exporter la force motrice hors des frontières subsiste également. Enfin, et c'est là une innovation, les produits fabriqués par l'utilisation des chutes d'eau devront être réservés de préférence à la consommation norvégienne, à prix réduits si ce sont des engrais, au prix de revient, avec un léger bénéfice, pour les autres produits. Autant que possible l'usinage devra se faire également en territoire norvégien.

Mais, en même temps qu'il s'efforçait d'assurer aux capitaux, à l'industrie et aux ouvriers norvégiens tout le bénéfice que procurera l'exploitation des chutes d'eau, le Storthing n'a pas perdu de vue l'autre face du problème, nous voulons dire l'accroissement des prérogatives de l'État au détriment des usagers de l'eau courante. Ainsi, les citoyens norvégiens, que la loi de 1909 autorisait encore à acquérir et exploiter sans autorisation la puissance hydraulique, doivent désormais, tout comme les sociétés, solliciter, d'une manière générale, une concession de l'État, accordée non plus seulement par le roi mais par le Storthing dès que la puissance de la chute excède 10000 ch. Les conditions mêmes de cette concession sont plus rigoureuses : la construction de la chute activée dans des délais moindres, les interruptions d'exploitation plus sévèrement réglementées, les réserves en force motrice au profit des communes et de l'État accrues (15 pour 100 au lieu de 10 pour 100). Un impôt annuel de 10 ores à 3 couronnes par cheval au profit de l'État et de 10 ores à 4 couronnes au profit du département est prévu. La durée de la concession est ramenée à cinquante ans au maximum (soixante ans avec l'assentiment du Storthing). Non seulement le retour gratuit de la chute et des installations est maintenu, mais le rachat sera désormais possible à l'expiration de la trente-cinquième année dès que la concession est accordée pour plus de quarante ans. Toute cession de concession nécessite les mêmes formalités qu'une concession nouvelle. Il y a plus encore. L'État se réserve un droit de préemption sur toutes les chutes d'eau d'une puissance supérieure à 5000 ch et les communes sur les chutes moindres. Il suffira, à ces collectivités, de se substituer à l'acquéreur en l'indemnisant de ses débours avec une légère prime (2 pour 100 des premières 50000 couronnes, 1 pour 100 du surplus). Enfin, des précautions sont prises pour éviter l'accaparement des chutes par les particuliers ou les entreprises puissantes. Toute augmentation de capital est soumise à l'autorisation du ministre. Toute acquisition d'actions d'une société hydro-électrique par un particulier ou une entreprise déjà en possession d'une chute ne peut être effectuée sans l'assentiment du gouvernement.

En ce qui touche la location de l'énergie, une concession sera également nécessaire dès qu'il s'agira d'une puissance supérieure à 500 ch. Mais, pourront y prétendre même les sociétés qui n'auront pas une direction ou un capital entièrement norvégiens. Les conditions sont à peu près les mêmes que pour les concessions de force motrice hydraulique. Toutefois, la redevance est sensiblement augmentée (3 couronnes à l'État et 4 couronnes à la commune au lieu de 1 couronne). Des réserves en force motrice seront prévues au profit de l'État et des communes (15 pour 100). Enfin, l'État se réserve le droit de racheter toutes les installations en fin de concession et même avant, si l'exploitant est un étranger ou une société non entièrement norvégienne.

En somme, la loi de 1917 n'est qu'une édition revue et augmentée de la loi de 1909. Elle met aux mains du gouvernement une arme qui lui permettra, s'il en use avec rigueur, d'écarter toute immixtion étrangère dans la mise en valeur des abondantes réserves hydrauliques du pays, en même temps qu'elle renforce encore les pouvoirs de l'Etat sur les chutes. Celles-ci restent bien la propriété des riverains, mais une propriété inaccessible, même entre Norvégiens, sans l'assentiment du roi.

Un point qu'il eût été intéressant d'élucider est celui de savoir dans quelle mesure la loi nouvelle affecte les droits acquis sous l'empire de la législation précédente. Malheureusement, la traduction que nous avons sous les yeux ne nous permet pas de donner une réponse nette à cette question. Du rapprochement des articles 31 et 34, il semble bien que les sociétés étrangères régulièrement autorisées à ce jour ne seront pas inquiétées pendant la durée de leur concession, même si elles ne remplissent pas toutes les conditions énumérées dans la loi de 1917. Mais, celles qui se seraient bornées à traiter avec les propriétaires de la chute ne pourront donner suite à cet accord qu'en se conformant aux nouvelles prescriptions. Sinon, le gouvernement les obligera à céder leurs droits. La situation paraît plus claire en ce qui concerne les créanciers hypothécaires d'une société hydro-électrique qui ne pourraient s'emparer du gage et le faire valoir sans une concession d'après la loi de 1917. L'article 35 leur laisse la disposition de la chute pendant cinq ans à compter de la déconfiture du débiteur. Passé ce délai, les autorités procéderont à la vente. Si le créancier se porte adjudicataire, un délai supplémentaire de trois ans lui est accordé pour réaliser son gage.

IV. — Bien que les intérêts à sauvegarder et les préoccupations de l'opinion publique ne soient pas les mêmes dans les deux pays, il n'est pas sans intérêt de rapprocher quelques-unes des dispositions que nous venons d'analyser du projet de loi déposé en France par le gouvernement, en juin 1917, sur l'utilisation de l'énergie hydraulique et dont la Commission de la Chambre a terminé l'examen.

Mis à part les cours d'eau du domaine public, les riverains, en France, sont, vis-à-vis de l'Administration, dans la même situation que les riverains norvégiens. En fait, les tribunaux leur ont reconnu le droit de disposer des chutes comprises dans leurs héritages. Pas plus que le Storthing, notre gouvernement ne se propose de décréter les forces hydrauliques propriété

Digitized by Google

de l'État. Bien plus, il ne songe pas à interdire à telle ou telle catégorie de ressortissants le droit de devenir propriétaires de chutes d'eau et, en cela, il se montre moins restrictif que le législateur de Christiania. Mais, dès que le propriétaire de chutes voudra disposer de son bien et le faire valoir, force lui sera de solliciter une concession de l'État et d'exhiber ses titres. Seront écartés d'emblée, chez nous, les nationaux étrangers, sans exception ni dispense. Si le postulant est une société, cette dernière doit avoir son siège en France et être régie par les lois françaises. Les deux tiers de la direction devront être Français. Il n'est rien spécifié en ce qui touche la provenance du capital ou la forme des actions, mais il n'est pas dit que le règlement d'administration publique ne prescrira pas des mesures de protection spéciales à cet égard. Le projet est également muet en ce qui touche l'exigence de se pourvoir en France du matériel nécessaire à l'équipement de la chute ou à son utilisation. Toutefois, nos plus récents cahiers des charges imposent, sauf impossibilité reconnue par l'Administration, de n'employer que du matériel français. Par contre, comme en Norvège, l'exportation de la force hors des frontières ne sera autorisée qu'exceptionnellement par le Conseil des ministres.

En France, l'État dispose d'un pouvoir discrétionnaire pour agréer ou écarter les demandes de concession ; il lui sera donc loisible de se réserver, par priorité, les chutes nécessaires à l'accomplissement des buts qui lui incombent et cela vaut bien le droit de préemption que s'attribue l'État norvégien. Mais, le département ou la commune ne jouiront, chez nous, d'aucun privilège, même si la chute convoitée est située sur un territoire leur appartenant, même si le but qu'ils poursuivent est d'assurer le fonctionnement de leurs services publics. Les collectivités locales seront assimilées aux particuliers, alors qu'en Norvège elles sont notablement plus favorisées.

Le projet de loi français, comme l'indique son titre, concerne uniquement l'utilisation de l'énergie hydraulique et son aménagement. L'Administration ne se reconnaît pas le droit de suivre le courant électrique dans ses différents emplois. L'industriel déclarera simplement l'usage qu'il compte faire de la force concédée. Mais, à cet égard, son choix reste libre. En Norvège, au contraire, l'autorité concédante s'octroie la faculté de désigner l'industrie à laquelle sera affectée l'énergie. Si la force motrice est louée pour quelque usage que ce soit, le preneur doit lui-même solliciter une concession spéciale. Enfin, le consommateur indigène se voit réserver, à des prix réduits, une partie des produits électrochimiques ou électrométallurgiques.

En Norvège encore, le Storthing concède dès que la puissance mise en jeu excède 10000 ch et même 5000 ch, lorsque le demandeur est une Société non exclusivement norvégienne ou encore lorsque la durée de la concession excède cinquante ans. En France, le Parlement n'interviendra que si la chute est déjà considérable : 40 000 kw, 20 km de dérivation. La loi norvégienne n'accorde aucune facilité spéciale au concessionnaire pour l'exécution de ses travaux. Il n'y a rien qui ressemble aux servitudes ou à l'expropriation que prévoit le projet français. Il est vrai que la loi de 1911 relative à la réglementation des cours d'eau comble en partie cette lacune. Par contre, le cahier des charges norvégien peut contraindre le concessionnaire à indemniser le riverain au cas où la chute a été acquise à un prix évidemment trop faible : les rôles paraissent renversés, en ce pays, puisqu'on songe plus à protéger le riverain contre l'avide industriel qu'à délivrer l'usinier pris au lacet du barreur.

Passons rapidement en revue les conditions de la concession. La durée, tout d'abord : en Norvège, cinquante ans au maximum ou soixante ans avec l'assentiment du Storthing, mais toujours à compter de l'acte de concession. En France, dans tous les cas, soixante-quinze ans au maximum à compter de la terminaison des travaux. Dans les deux pays, les charges comprennent des réserves en nature et des prestations en argent : en Norvège, l'importance de ces réserves est fixée dans la loi à 10 pour 100 de la force motrice moyenne annuelle au profit de la commune et 5 pour 100 au profit de l'État. La force motrice est fournie sous la forme fixée par le ministre. Si cette forme est différente de celle de la production, le concessionnaire est tenu de bâtir son usine de telle sorte que la transformation ne soit pas une cause d'enchérissement pour le consommateur. L'acte de concession fixe les délais de préavis. La force motrice est taxée à un prix maximum d'après les frais de production (y compris 6 pour 100 de rente au capital avec 20 pour 100 en sus) et, dans certains cas, d'après le coût moyen de la force dans le district. Le projet de loi français est beaucoup moins explicite en ce qui touche les réserves : il laisse au cahier des charges le soin de préciser le quantum du prélèvement, le délai de préavis, les travaux à exécuter s'il y a lieu et le prix de vente qui comportera une réduction sur le tarif maximum. Par contre la loi norvégienne ne contient rien qui ressemble à une participation aux bénéfices : la seule prestation en argent consiste en un impôt de 11 ores à 3 couronnes au profit de l'État, de 10 ores à 4 couronnes au profit du département ou de la commune. Le projet français prévoit, au contraire, une redevance proportionnelle à la production et, en plus, dans certains cas, une taxe proportionnelle aux bénéfices ou dividendes répartis que se partageront l'État, le département et les communes intéressés.

Dans les deux pays, le retour gratuit à l'État des dépendances de la concession à l'arrivée du terme est de rigueur ; la chute et tous les ouvrages hydrauliques (écluses, canaux, conduites), les terrains servant d'assiette à la station de force motrice, les bâtiments, les machines et leurs accessoires deviennent la propriété de l'État qui peut racheter le surplus à dire d'experts. Que devient le concessionnaire privé de la force motrice ? Le projet français lui reconnaît un droit de préférence à l'obtention de la concession nouvelle. Rien de pareil en Norvège où, par contre, si la concession excède quarante ans, le concessionnaire évincé pourra louer la

Digitized by Google

force à l'État, au prix de revient, pour une période qui, jointe à celle de la concession, ne dépassera pas le total légal de la concession. Le rachat ne figurera pas obligatoirement dans le cahier des charges français. En tout cas, il ne pourra jamais être effectué avant l'expiration d'un délai de cinq ans à compter de l'achèvement des travaux. Ce délai, d'un commun accord, pourra être reculé jusqu'à la vingt-cinquième année. Le cahier des charges fixera le mode de calcul de l'indemnité et des conditions dans lesquelles seront exécutés les contrats en cours. En Norvège, le rachat ne sera possible que pour les concessions d'une durée supérieure à quarante ans et seulement à partir de la trente-cinquième année puis, tous les dix ans avec un préavis de cinq ans. Les terrains et bâtiments seront payés au prix coûtant certifié sur facture, moins l'amortissement pour le temps écoulé ; l'outillage sera racheté à dire d'experts. L'État s'engage à prendre à son compte, sans limitation ni réserve, les contrats de fourniture de l'établissement.

En Norvège, toute transmission subséquente de la chute donne lieu à une nouvelle concession. En France, il suffira d'une autorisation du Conseil d'État sans qu'il y ait lieu de recommencer toutes les formalités.

La chute concédée est, dans les deux pays, susceptible d'hypothèque. Mais la loi norvégienne contient à cet égard une disposition intéressante. Pour que la chute soit vraiment un instrument de crédit, il faut que, le cas échéant, le créancier puisse en disposer comme de son bien propre. Or, les entraves mises à toute transmission de la concession et l'obligation de faire agréer le nouveau titulaire par l'Administration peuvent rendre prudents les prêteurs éventuels. Pour leur ôter tout scrupule, le paragraphe 23 de l'art. 2 permet au créancier hypothécaire d'obtenir, dès l'ouverture du crédit, l'autorisation d'acquérir et d'exploiter la chute, si bien qu'au cas où les circonstances rendraient nécessaire la réalisation du gage, aucune difficulté ne sera à redouter de la part de l'Administration.

Le projet de loi français ne met aucun obstacle à la constitution de trusts entre producteurs de l'énergie hydro-électrique, pas plus qu'il n'interdit aux fabricants de produits électrochimiques ou métallurgiques, d'adhérer à des syndicats de vente. Par contre, de même qu'en Norvège, le ministre compétent est assisté d'une commission consultative, de même le projet français prévoit la création d'un comité chargé de donner son avis sur toutes les questions dont il sera saisi par le futur sous-secrétaire d'État des forces hydrauliques. La loi norvégienne n'indique pas dans quels milieux seront choisis les commissaires qui seront, en tout cas, beaucoup moins nombreux qu'en France (5 au lieu de 40).

V. — La comparaison que nous venons de faire entre la loi norvégienne de 1917 et le projet français n'est donc pas au désavantage de ce dernier. D'un point de vue doctrinal, il semble bien que notre gouvernement a fait preuve en maints passages, de plus de largeur de vue : l'immixtion administrative n'aura rien de paralysant chez nous et l'énergie hydraulique restera un champ largement ouvert à toutes les initiatives.

Nous n'avons pas, au surplus, à en tirer vanité : la Norvège se sent menacée d'un danger que nous ignorons et contre lequel les demi-mesures ne suffiraient pas. Elle a voulu mettre aux mains du gouvernement une arme brutale, peut-être, mais efficace. Et, au point de vue français, nous avons plus à gagner qu'à perdre à cette défensive ferme et décidée. Nous possédons des forces hydrauliques considérables encore disponibles susceptibles d'absorber tous les capitaux qu'attire ce genre d'affaires. La privation d'un débouché étranger ne peut qu'orienter l'argent français vers nos propres entreprises, ce dont il faut pleinement se louer. Mais, il n'en est pas de même en Allemagne, car c'est contre elle, surtout, qu'est dirigé l'appareil menaçant de la loi que nous venons d'analyser. L'Allemagne, qui, sur son propre territoire, tend vers la monopolisation de toutes les affaires d'électricité, convoite le riche réservoir des forces motrices norvégiennes comme elle a tenté de mettre la main sur les chutes suisses. Il ne nous est pas indifférent de la voir écartée de cette source précieuse d'énergie. Lors du retour à la paix, et de la reprise des relations internationales, il nous sera plus facile de nous entendre avec les producteurs norvégiens qu'avec nos ennemis, et nous voyons là un gage de succès pour notre propre industrie, dans la conquête et le partage des marchés mondiaux.

G. TOCHON,
Avocat à la Cour d'appel de Paris

Extraits de la loi norvégienne sur l'acquisition de chutes d'eau et autres propriétés foncières (14 décembre 1917).

CHAPITRE I. — SUR LES CHUTES D'EAU.

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ACQUISITION OU D'EXPLOITATION DES CHUTES D'EAU. — Art. 1er. — Sans l'autorisation du Roi (concession), ne peuvent d'autres personnes que l'Etat ou les communes norvégiennes acquérir légalement le droit de propriété ou d'utilisation d'une chute d'eau (cascade ou rapide) :

1° Lorsqu'on admet qu'elle peut par régulation fournir plus de 1 000 ch naturels, seule ou en combinaison avec d'autres chutes que l'acquéreur possède ou utilise déjà, et qui peuvent être englobées dans une même installation avec celle-là.

2° Lorsque, jointe à d'autres chutes que l'acquéreur ou, à l'occasion, sa famille possèdent ou utilisent dans le royaume, elle peut, par régulation et avec l'appoint de la force déjà louée, fournir plus de 5 000 ch naturels.

. . . . . .

Sur demande de la commune, le Roi peut abaisser la limite indiquée dans l'alinéa n° 1 à 500 ch.

La question de savoir si la chute, seule ou jointe à d'autres, a le nombre de chevaux désigné, est tranchée par expertise en cas de conflit, lorsque l'acquéreur ne consent pas à la voir régler par la commission des cours d'eau indiquée à l'article 25.

Digitized by Google

RÈGLES CONCERNANT L'OCTROI DES CONCESSIONS. — Art. 2. — Les citoyens norvégiens, les compagnies par actions et autres sociétés à responsabilité limitée, dont la direction est tout entière norvégienne, avec siège en Norvège et fonds social entièrement norvégien, peuvent, quand l'intérêt public ne s'y oppose pas, recevoir du Roi concession de droit de propriété d'une chute d'eau, sous des conditions fixées par le Roi.

Et de même, les corporations et institutions, ayant une direction entièrement norvégienne, avec siège en Norvège, dont le but est d'intérêt public.

Si la concession a trait à des chutes qui peuvent, par régulation, fournir plus de 10 000 ch naturels, ou bien si des intérêts importants sont antagonistes, elle ne peut être accordée sans décision du Storthing.

Les règles qui doivent présider à l'accord des concessions sont les suivantes :

Cas où le concessionnaire est une société. — 1. La concession est donnée à une société, une corporation, une institution ou une personne bien déterminée. Si le concessionnaire est une société, on peut fixer des conditions pour empêcher qu'une majorité des parts ou des actions ne passe entre les mains de quelqu'un possédant ou utilisant déjà de la force motrice dans le royaume. Les actions ou les parts de la société doivent être nominatives et ne peuvent être cédées ou données en nantissement à d'autres que l'Etat, des communes ou citoyens norvégiens, la « Norges Bank » ou autres banques ou sociétés norvégiennes reconnues par le ministère compétent. Par héritage, il peut cependant arriver que ces parts ou actions passent en des mains étrangères, mais les règles posées aux articles 31 et 32 sont dans ce cas applicables aux actions et parts.

La même chose a lieu lorsque l'actionnaire perd la nationalité norvégienne. Les règles limitant l'accès à la possession des actions et parts doivent être écrites sur celles-ci en norvégien, français, allemand et anglais. La société doit tenir un livre des noms de ses membres, leurs situation, domicile et nationalité, et se soumettre aux conditions qui paraissent nécessaires pour que son fonds social reste tout entier norvégien. On doit, en règle, poser aussi comme condition que le fonds social de la société, après la fin de la construction, constituera au moins le tiers des dépenses d'acquisition, construction, installation de la station de force, transport d'énergie, et fabriques prévues pour l'utilisation de la force par la société.

Objet de la concession. — 2. La concession donne droit d'utiliser la chute comme source de force dans les conditions stipulées en elle-même, et d'après les lois existantes ou à venir concernant de semblables entreprises.

On peut stipuler que la force ne devra pas servir à certaines catégories d'industries. On peut aussi stipuler qu'elle servira en totalité ou en partie à certaines industries étant pourtant sous-entendu que le Roi peut accorder des dispenses.

Délais de construction. — 3. La « construction » de la chute doit commencer dans un délai ne dépassant pas 2 ans. La mise en exploitation doit se produire dans un délai supplémentaire d'au plus 5 ans. L'exploitation ne doit pas subir d'interruption continue de 3 années, ni de façon continue être réduite à moins d'un tiers de l'énergie prévue dans la force des machines, non compris les cessions faites à l'Etat ou aux communes selon l'alinéa 12 du présent article ; et de semblables interruptions ou diminutions ne doivent pas en 10 ans faire une somme de 5 années.

Dans le calcul de ces temps n'entre pas ce qui est dû à une force majeure, grève ou lock-out.

Quand les circonstances l'exigent, on peut permettre de construire l'installation par partie, dans des délais fixés, ou de ne la construire que partiellement. Le roi peut accorder des dispenses pour les conditions posées dans cet alinéa.

Emploi du personnel norvégien. — 4. Pour la construction de la chute, le fonctionnement de la station de force, et les industries afférentes, ne doivent, autant que possible, être employés que des travailleurs et fonctionnaires norvégiens ou naturalisés. Cependant, on pourra, si les circonstances l'exigent, utiliser aussi des étrangers, lorsque ceux-ci ont résidé dans le royaume depuis un an. De même on devra de préférence utiliser du matériel norvégien et des assurances norvégiennes. Les règles précises de l'application de ces clauses sont inscrites dans la concession.

Payement des ouvriers. — 5. On ne peut pas imposer aux ouvriers le payement en nature, ni les soumettre à aucune obligation d'achat de denrées (en particulier explosifs, outils ou autre matériel de travail). Les outils ne sont remboursables que lorsque perdus ou détériorés, et, dans ce cas, au taux de leur valeur réelle, calculé d'après leur prix d'achat, diminué d'un raisonnable pourcentage d'usure.

Si le concessionnaire tient boutique pour ses ouvriers, le bénéfice net de cette entreprise, après revision de fin d'année, doit être utilisé pour le bien-être des ouvriers. Son emploi est réglé après consultation d'un comité nommé par les ouvriers qui peut, en cas de dissentiment, demander que la question soit portée devant le département. Le concessionnaire est tenu de se soumettre aux règles fixées par le département pour combattre l'ivrognerie, la contrebande de boissons spiritueuses. Il est aussi responsable de la façon dont ses contracteurs remplissent leurs obligations vis-à-vis des ouvriers.

Locaux provisoires. Soins moraux et matériels. — 6. Lorsque la concession suppose une réunion considérable d'ouvriers, le concessionnaire sera tenu de s'assurer, au début des travaux, des locaux provisoires nécessaires aux ouvriers et au reste du personnel attaché à l'entreprise. Il devra aussi mettre une somme convenable à l'organisation de la communauté et du service, dans les conditions fixées par le ministère des Cultes.

De même, il aura l'obligation de fournir aux ouvriers les soins médicaux, par le moyen d'un médecin attaché à l'entreprise, d'une infirmerie répondant à ses besoins, munis d'une salle d'isolement et de tout le matériel moderne requis.

On peut aussi imposer au concessionnaire le remboursement des sommes nécessaires au renforcement des moyens de police.

Logement du personnel. — 7. Lorsque les circonstances l'exigent ou le rendent désirable, on doit exiger du concessionnaire qu'il fournisse à des conditions raisonnables et sans intention de gain, un logement sain et spacieux, et du terrain pour maisons ouvrières, avec routes, eau, lieux, lumière électrique, ainsi que locaux de réunion, salle de lecture, etc..., locaux pour coopérative, etc...; le tout sur plan établi par le département intéressé.

Le concessionnaire n'a pas le droit, sans l'assentiment du département, de donner congé à ses employés de ces logements, par suite de conflit de travail. Les doutes sur l'origine du congé sont levés sans appel par le département.

En cas de vente de maisons ou parcelles de terrain, le concessionnaire doit faire inscrire, dans l'acte de vente, la condition que le loyer ne pourra pas être plus élevé qu'il n'est nécessaire pour couvrir la rente du capital, les dépenses d'entretien, les impôts, la surveillance et l'amortissement raisonnable. Les mêmes règles sont valables pour la location et la prise à bail au lieu de vente.

S'il s'élève des dissentiments sur le prix du loyer, ils sont tranchés par le Comité de contrôle des appartements, si cet organisme existe, ou à défaut par le préfet.

Lorsque la concession doit amener la création d'une véritable ville, ou d'un grand rassemblement d'habitants, le concessionnaire doit payer l'établissement d'un plan de construction, et l'adresser au département par l'intermédiaire des autorités locales.

Le département peut exiger que soient compris dans le plan et cédés par le concessionnaire sans indemnité les terrains nécessaires aux routes, rues — dans la ville et en dehors — écoles, église, poste, télégraphe, douane, tribunal et prison.

De même, on peut imposer au concessionnaire l'obligation de céder à la commune intéressée, au prix d'achat,

Digitized by Google

augmenté des rentes et autres dépenses faites, le terrain non construit appartenant au concessionnaire, dont il n'a pas besoin pour son entreprise, et qui paraît propice à la construction d'établissements communaux différents de ceux indiqués dans l'alinéa précédent S'il survenait dissentiment au sujet du prix de cession, il sera réglé par expert sur la base des prescriptions qui précèdent.

La commune ne peut pas, sans assentiment du roi, céder les terrains ainsi acquis.

Contribution à l'entretien des voies publiques. — 8. On doit imposer au concessionnaire l'obligation de rembourser, en totalité ou en partie, les dépenses d'entretien et réparation des voies publiques, ponts, quais, lorsque ces dépenses sont supposées très augmentées par la présence des usines, le transport de et pour les établissements appartenant au concessionnaire et recevant la force de l'usine. Les routes, ponts et quais construits par le concessionnaire doivent être mis par lui à la libre disposition de la communauté, toutes les fois que le département juge que ceci peut avoir lieu sans inconvénient important pour les établissements.

Assurances et assistance. — 9. On doit, en règle générale, imposer au concessionnaire le devoir de constituer pour son usine de force et les établissements connexes un fonds d'assurances, selon le modèle de celui prévu par la loi sur les indigents du 19 mai 1900 relative aux mines.

De même, on doit imposer au concessionnaire la constitution d'un fonds pour l'assistance communale aux travailleurs occupés à la construction de la station de force et à leurs familles. Le fonds est géré par les pouvoirs publics. La portion de ce fonds non consacrée à l'assistance aux travailleurs sur les chantiers eux-mêmes, est versée au fonds commun national pour l'assistance aux travailleurs, selon les règles édictées par le Roi.

Trusts. Interdiction d'exporter l'énergie. — 10. Si la chute est utilisée à la production d'énergie électrique, le concessionnaire ne peut pas, sans l'assentiment du département entrer dans un trust de hausse de prix pour l'énergie en question ou les produits fabriqués avec elle. L'énergie ne peut pas non plus être cédée à l'étranger sans assentiment royal.

Avantages réservés à l'agriculture et à l'industrie norvégiennes. — 11. On doit stipuler dans la concession que, si la chute est utilisée à la fabrication de produits utiles à l'agriculture, une partie de la production sera cédée à l'agriculture norvégienne à prix réduits.

De même, on peut spécifier que, si la force est employée à la fabrication de produits utiles à d'autres besoins norvégiens, les intéressés norvégiens auront accès à une partie de la production à des prix fixés, calculés pour couvrir les frais de fabrication et donner un bénéfice convenable. On peut encore stipuler dans la concession que les produits pouvant servir de matière première ou demi-fabriqués pour traitement subséquent en Norvège, seront, en quantité la plus grande possible, usinés dans le pays. Le département intéressé peut, dans ce cas, introduire dans la concession les détails à ce référant.

Réserves en nature au profit de l'Etat et des communes. — 12. On indiquera dans la concession que le concessionnaire s'engage à céder jusqu'à 10 pour 100 de la force moyenne annuelle à la commune sur laquelle l'usine est située ou à d'autres communes selon spécification du département. Les communes peuvent utiliser la force ainsi disponible comme elles l'entendent.

On peut aussi spécifier pour l'Etat une part de force de 5 pour 100. L'Etat a le droit de céder cette part à des communes. En des cas spéciaux, le pourcentage cédé à l'Etat ou aux communes peut être plus élevé.

Si, au contraire, la chute est déjà construite, et que la cession de force rencontre des obstacles hors de proportion avec les avantages, le taux de force cédée peut être réduit jusqu'à zéro.

La force est fournie sous la forme fixée par le département.

Si cette forme est différente de celle de la production, le concessionnaire est tenu, sur la demande du département, de bâtir son usine de telle sorte que la transformation et la cession de force ne soient pas inutilement enchéries pour le consommateur.

L'obligation doit être signifiée au concessionnaire avant six mois postérieurs à l'obtention de la concession. La force électrique est prise, selon décision du département, soit à l'usine même, soit sur les conducteurs à distance, soit sur le réseau, que les circuits soient ou non la propriété du concessionnaire. Si la prise du courant occasionne des dépenses supplémentaires, elles sont supportées par le consommateur : Etat ou commune.

L'interruption ou la cessation du courant, non dues à force majeure, sont interdites sans le consentement du département.

La force est livrée à un prix maximum calculé pour couvrir les frais de production, y compris 6 pour 100 de rente du capital avec 20 pour 100 en sus. Si le prix ainsi calculé est trop élevé, parce qu'une faible partie de la force que l'usine pourrait fournir est utilisée, on peut fixer un prix maximum d'après le coût moyen de la force dans le district.

Le prix maximum est fixé à l'amiable entre le concessionnaire et le département ou par expert.

On peut indiquer qu'il sera revu à des intervalles fixés.

Si le concessionnaire loue de la force à des particuliers, et que le courant consommé par l'Etat ou les communes puisse se prendre sur les mêmes conducteurs, l'Etat ou les communes peuvent exiger des prix égaux à ceux des particuliers.

La concession doit stipuler les délais d'avertissement au concessionnaire pour la prise de la force. Si la quantité prévue dépasse 15 pour 100, il faut fixer un délai dans lequel la livraison ne soit exigible qu'à mesure des disponibilités de force.

Impôts. — 13. On imposera au concessionnaire un impôt annuel à l'Etat non inférieur à 10 ores et en règle non supérieur à 3 couronnes par cheval naturel calculé d'après la force moyenne développable dans l'usine dans les conditions moyennes de niveau d'eau, et un impôt annuel départemental de 10 ores à 4 couronnes calculé sur les mêmes bases. En certains cas, cet impôt peut être porté plus haut. Si l'entretien de l'usine exige des dépenses de régulation annuelles, on les déduira des frais ainsi fixés, à condition qu'elles soient occasionnées par la production de la force pour laquelle les impôts sont payés.

Le contrôle et la fixation de ces charges sont effectués par le Département, aidé de la Commission des cours d'eau.

L'impôt est frappé de 6 pour 100 de rente après échéance : il a mêmes règles que les hypothèques sur valeur immobilière. Il peut être, pendant un temps donné, réduit ou supprimé par décision royale ou du Storthing, si la concessino a été soumise à ce dernier.

Indemnisation du propriétaire de la chute. — 14. Si la chute ou les parcelles de terrain nécessaires à son utilisation ou les prérogatives y afférentes ont été payées par le concessionnaire, ou l'un de ses prédécesseurs immédiats, un prix évidemment trop faible, on peut stipuler des conditions de remboursement au possesseur primitif et aux ayants droit, sous la forme d'une somme globale, d'une rente annuelle ou d'une autre indemnité.

Contrôle. — 15. La construction de l'établissement, aussi bien que son entretien ultérieur doivent être soumis au contrôle public, et les dépenses en être supportées par le concessionnaire.

Son organisation. — 16. Pour effectuer le contrôle de toutes les conditions énoncées, le Département peut désigner un contrôleur qui aura accès à tous les moyens de contrôle désirables. Le concessionnaire peut faire appel au Département pour faire vérifier la légitimité des demandes du contrôleur. Celui-ci a le devoir absolu de ne rien révéler de ce qui concerne l'usine aux étrangers ; sa solde est fixée par le Département et payée par le concessionnaire. Si le

Digitized by Google

contrôleur est chargé de plusieurs usines, on peut demander à chacune d'elles de payer une part de sa solde.

Durée de la concession. — 17. Les concessions sont données pour une durée de un à cinquante ans ou, avec l'assentiment du Storthing, jusqu'à soixante ans, comptés depuis la publication de la concession.

A l'expiration de la concession, la chute et tous les arrangements de régulation du lit et du cours de la rivière, tels que digues, canaux, tunnels, bassins, tuyaux, les parcelles de terrain employées à la construction de la station de force, les stations avec leur machinerie et tous accessoires, les maisons ouvrières et autres constructions faisant partie de l'établissement, reviennent à l'État sans indemnité.

Ce qui ne revient pas à l'Etat peut être acheté par lui d'après l'expertise, ou bien il peut exiger l'enlèvement dans un délai fixé.

Droits de l'exploitant lorsque la durée de l'autorisation est supérieure à quarante ans. — 18. Si la concession est accordée pour quarante ans au moins, on peut accorder au concessionnaire le droit de louer la force de l'établissement pour une période qui, jointe à celle de la concession, ne dépasse pas le total légal de concession.

Le loyer est alors fixé sur la base du tarif usuel de prix de la force.

Les différends sont tranchés par expert.

Rachat. — 19. Si un délai plus court n'est pas fixé dans la concession, l'Etat doit pouvoir, dans la trente-troisième année après l'octroi de la concession, opérer le retrait de tout l'établissement dans les conditions du paragraphe 17. Avec l'assentiment du Storthing, ce délai peut être porté à la quarantième année. Si l'Etat n'use pas de ce droit, il lui est reconnu après nouveau délai de dix ans, et ainsi de dix en dix ans. Le concessionnaire doit recevoir avis du retrait au moins cinq années d'avance.

L'indemnité de retrait sera calculée de telle sorte que la chute, les parcelles de terrain et les prérogatives, ainsi que les bâtiments, seront payés aux prix coûtants certifiés sur factures, moins l'amortissement pour le temps écoulé ; tandis que les machines, tuyaux et accessoires seront remboursés à l'expertise faite aux frais de l'Etat.

Il est spécifié dans la concession si l'Etat s'engage, dans ce cas, à prendre à son compte les contrats de force de l'établissement.

Chutes de moins de 1 000 ch. — 20. Le Roi peut, lorsqu'il s'agit de chutes ne pouvant pas après régulation fournir plus de 1 000 ch naturels tenir quitte des conditions précédentes, quand le concessionnaire utilise la chute à ses propres besoins d'éclairage, chauffage, fermage ou petite industrie, ou bien pour fournir de la force à des voisins à des conditions modérées.

Publication de la concession. — 21. La publication de la concession ne doit avoir lieu qu'autant que les hypothèques antérieures, les servitudes importantes, les droits de location et autres réserves sont levées, où cèdent priorité aux obligations fixées par la concession, y comprises les amendes prévues par le paragraphe 26. Le fait que, dans l'aliénation de la chute au delà même de la période de concession, l'aliénateur s'est réservé le droit pour sa propriété de jouir d'une partie de la force en vue d'éclairage, travail de ferme ou telle petite industrie qui se trouve actuellement liée à la propriété, ne sera pas considéré comme un empêchement à la publication de la concession.

Cession de la concession. — 22. Pour la transmission subséquente de la chute, une nouvelle concession est nécessaire, même si le nouvel acquéreur est une commune norvégienne. L'acquéreur doit dans tous les cas se soumettre aux conditions posées dans la concession primitive. On peut, en outre, imposer à la concession les conditions du paragraphe premier ci-dessus.

Droits du créancier hypothécaire. — 23. On peut introduire dans la concession telles autres conditions qui, selon le cas, paraîtraient demandées par l'intérêt public ou la sauvegarde d'intérêts privés.

La concession sera enregistrée aux frais du concessionnaire. Toutes les hypothèques enregistrées postérieurement sur les propriétés ou objets considérés dans le paragraphe 17 sont caduques du jour où l'État prend possession de la concession. Lorsque cette mainmise de la part de l'État a lieu, le greffier doit en recevoir avis du Département intéressé pour pouvoir l'enregistrer.

Toute personne ayant consenti un prêt sur hypothèque prise sur la chute peut, lorsque les conditions d'acquisition d'après la présente loi sont remplies, obtenir d'avance l'autorisation de concession et acquérir la chute par vente aux enchères, à condition qu'elle soit encore créancière le jour de cette vente. La durée de concession est comptée du jour de sa publication, tandis que les autres conditions entrent en vigueur du jour de l'acquisition. Si le propriétaire de la chute a obtenu la concession pour une durée limitée, le porteur d'hypothèque aura concesion pour le reste du temps à courir.

. . . . . .

CITOYENS ÉTRANGERS ET SOCIÉTÉS PARTIELLEMENT ÉTRANGÈRES. — Art. 4. — Les citoyens étrangers, les sociétés par actions, les autres sociétés à responsabilité limitée, les corporations et fondations qui n'entrent pas dans l'article 2 ; mais dont la direction a son siège en Norvège, et pour une majorité se compose de citoyens norvégiens, peuvent, dans les conditions spéciales, obtenir concession selon le paragraphe premier, suivant des règles fixées par le Roi.

Si l'acquisition a trait à des chutes pouvant par régulation fournir plus de 5 000 ch naturels ou bien si des intérêts importants sont antagonistes, la chose sera soumise au Storthing.

Pour la publication de la concession, on suivra les règles principales formulées à l'article 2, autant qu'elles s'appliquent. On peut aussi poser en principe qu'il sera donné au capital norvégien libre accès dans l'entreprise.

CONCESSION DES CHUTES APPARTENANT A DES COMMUNES. — Art. 5. — La concession pour l'utilisation d'une chute appartenant à une commune norvégienne peut, lorsque l'intérêt public ne s'y oppose pas, être octroyée à des citoyens norvégiens, des corporations, des fondations, sociétés par actions et autres sociétés à responsabilité limitée, ayant une direction entièrement norvégienne avec siège en Norvège.

S'il s'agit de chutes pouvant par régulation fournir plus de 10 000 ch naturels ou si des intérêts importants sont antagonistes, la concession doit être soumise au Storthing.

. . . . . .

DROIT DE PRÉEMPTION DE L'ÉTAT. — Art. 6. — 1. Lorsque, conformément aux articles 1er ou 19, est demandé un droit de concession ou d'acquisition de propriété de chute d'eau, l'Etat a droit de préemption si l'acquisition n'a pas lieu par vente aux enchères, y compris la vente prévue par le paragraphe 127 de la loi sur les faillites. En ce cas, envisagé par le paragraphe 1er de l'article 7, l'Etat ne peut pas cependant faire usage de son droit de préemption si la commune fait elle-même valoir le sien.

2. Si dans la même vente légale est compris en même temps un autre domaine, prérogative ou mobilier, et que l'Etat veuille faire usage de son droit de préemption, il est, sur demande du postulant à la concession, obligé de prendre aussi le reste à son compte. Les exigences du demandeur en cette occurrence doivent être introduites dans la demande de concession. Si pareille obligation n'est pas exigée, l'Etat peut cependant étendre son droit de préemption aux parcelles de terrain et prérogatives nécessaires à la construction de la station de force. Cette nécessité est soumise à expertise.

Delais de préemption. — 3. L'accès de l'Etat au droit de préemption sur une chute part du jour où la demande de concession parvient au Département, ou, dans le cas nommé au paragraphe premier, aussitôt que l'Etat est assuré par décision du conseil municipal ou conformément au para-

Digitized by Google

graphe 2 de l'article 7, que la commune ne veut pas user de son droit propre de préemption.

La décision de l'Etat doit intervenir aussitôt que possible.

Conséquences de la préemption. — 4. Lorsque l'Etat fait usage de son droit de préemption, il prend à son compte les droits et devoirs de l'acheteur. Pourtant, il rembourse pécuniairement les servitudes qui ne consistent pas en redevances ou usufruits, ou qui sont soumises à des conditions qui ne sont pas au pouvoir de l'Etat. En l'absence d'arrangement amiable, l'accord est fait par expert. Si l'acheteur est une société et qu'une partie de la somme d'achat doive se payer en actions ou parts de la société, l'Etat peut rembourser les actions ou parts au pair.

Si l'une des conditions du contrat n'est pas remboursable pécuniairement, ce qui se décide par expert, la condition tombe purement et simplement.

Si dans le contrat d'achat a été prévu un droit, pour le vendeur, de réachat ou de rupture du contrat dans certaines conditions, qui sortent de la compétence de l'Etat, ces restrictions n'engagent pas l'Etat.

Dans le cas où l'Etat fait usage de son droit de préemption, il doit au postulant de la concession une indemnité de 2 pour 100 des premières 50 000 couronnes et 1 pour 100 du reste de la somme en sus du remboursement des dépenses.

Indemnités dues au propriétaire évincé. — 5. Si le contrat indique que le transfert en tout ou en partie est un don gratuit, et indique la somme représentant la valeur réelle de la propriété, cette somme est prise pour base de la préemption par l'Etat, à moins que le département ne la trouve trop forte. Dans ce dernier cas, la somme est fixée par expertise.

Si l'on a établi une somme globale pour la chute et autre propriété immobilière, prérogative ou mobilier en dépendant, il faudra retrancher par expert de la part représentant la valeur de la chute, et à l'occasion aussi de celle représentant la valeur du reste, sur lequel l'Etat a également droit d'achat d'après le paragraphe 2.

Expertise. — 6. L'expertise concernant les paragraphe 2, 4 et 5 peut être provoquée sans tentative de conciliation. La surexpertise doit être demandée dans les quatorze jours qui suivent l'expertise ou, si le tribunal a été saisi, dans les quatre semaines qui suivent le jugement. Les experts et surexperts sont nommés par le Roi. Au sujet de l'appel de l'expert du tribunal, les articles de loi concernant l'expropriation de terrains du 10 mai 1860 sont applicables.

Si une expertise a déjà eu lieu selon l'article 7, elle est valable aussi par rapport à l'Etat. Si l'expert a seulement jugé en première instance, l'Etat peut demander une surexpertise.

L'appel au surexpert doit alors avoir lieu dans le mois qui suit l'arrivée de l'affaire au département, et l'expertise être faite dans le mois qui suit le délai légal.

Si le vendeur est encore en possession de la propriété lorsque le droit de préemption est exercé, il doit la livrer à l'Etat dans la situation que l'acheteur aurait pu exiger. Tout dommage serait l'objet d'une demande d'indemnité.

Si l'acheteur a déjà pris livraison, il doit livrer la propriété à l'Etat dans la situation où il l'a reçue, au moins, et on retranchera du prix d'achat une somme correspondant aux dommages subis.

Le montant de la déduction est soumis à expertise ; les frais en sont à la charge du vendeur. Si l'acquéreur a hypothéqué la propriété pour une somme supérieure au prix prévu pour l'achat par l'Etat, celui-ci n'est pas lié pour ce qui concerne l'excédent.

Droit de préemption de la commune. — Art 7. — 1. Lorsque, d'après les articles 1er ou 19, on demande concession ou droit d'acquisition d'une chute qui n'est pas supposée après régulation pouvoir fournir plus de 5 000 ch, la commune urbaine ou rurale sur le territoire de qui est la chute a droit de préemption pour celle-ci, pourvu que la vente n'ait pas lieu par autorité de justice, y compris le cas de faillite tel que l'envisage le paragraphe 127 de la loi correspondante. Les stipulations de l'art 1er sont applicables.

Si l'acquisition a trait à des chutes sur plusieurs communes, celles-ci peuvent effectuer l'achat en commun. En cas de non-entente, et si les chutes ne peuvent pas s'utiliser séparément, le droit d'achat est attribué à la commune ayant les plus gros intérêts à la chose, eu égard à l'intérêt public et économique. Le roi décide en dernier ressort.

Le roi peut imposer à la commune bénéficiaire de la préemption l'obligation de céder de la force aux autres communes et fixer les quantités et les prix.

. . . . . .

Art 8. — 1. Lorsqu'une chute est vendue à une autre commune, la commune sur laquelle la chute est située a droit de préemption tant que la force ne dépasse pas la limite fixée dans le paragraphe premier de l'art. 7.

2. Lorsqu'un accord est fait de vente d'une pareille chute à une autre commune, le vendeur doit proposer à la commune, sur le territoire de qui se trouve la chute, d'effectuer elle-même l'achat. L'offre doit mentionner l'acheteur et toutes les conditions de l'achat.

. . . . . .

CHAPITRE III. — Sur toute autre propriété immobilière.

Condition juridique de l'étranger en Norvège. — Art. 19. — Le droit de propriété ou d'usage de bien immobilier, dont l'acquisition n'est pas déjà soumise à certaines conditions de cette loi ou d'autres, n'est pas accessible sans autorisation du roi à d'autres personnes que l'Etat, les communes norvégiennes, les citoyens norvégiens, les sociétés par actions, les autres sociétés à responsabilité limitée ayant direction entièrement norvégienne avec siège en Norvège et fonds social entièrement norvégien, les corporations et fondations de direction entièrement norvégienne avec siège en Norvège et dont le but est d'utilité publique, enfin la Norges Bank, la Banque hypothécaire du Royaume de Norvège, la Banque ouvrière et foncière, la Banque de petite industrie et foncière, l'Etablissement d'assurance du Royaume, les Fonds publics et les Caisses d'épargne autorisées.

Le Roi peut fixer des exceptions pour des loyers et autres formes d'usage d'une durée de dix ans au plus.

Dérogations. — Art. 20. — Les citoyens étrangers et d'autres sociétés, corporations et fondations que celles nommées à l'article 19 peuvent, lorsque l'intérêt public ne s'y oppose pas, obtenir autorisation du Roi ou de son délégué d'acquérir droit de propriété ou d'usage de telle.

L'autorisation peut être accordée pour un temps limité ou illimité.

On peut dans l'autorisation introduire des conditions dictées par l'intérêt public.

Art. 21. — Pour posséder par achat aux enchères publiques, y compris les enchères provoquées par la loi sur les faillites paragraphe 127, l'autorisation prévue à l'article 19 n'est pas nécessaire pour les banques par actions et les sociétés d'assurance ayant leur direction en Norvège uniquement composée de citoyens norvégiens, lorsque cet achat est fait pour sauvegarder une hypothèque que l'acquéreur possède sur la propriété.

Ceci n'est pourtant pas valable pour les ventes aux enchères entrant dans le cadre de l'article 32 de la présente loi, si le droit d'hypothèque est réclamé par celui dont on vend la propriété aux enchères.

CHAPITRE IV. — De la location de force.

Conditions générales de la location de force. — Art. 22. — Sans concession ne peut personne autre que l'Etat ou les

Digitized by Google

communes norvégiennes acquérir de l'énergie, produite par chute d'eau, en plus grande quantité que 500 ch, en y comprenant l'énergie déjà louée au même établissement par le même locataire Le nombre de chevaux est calculé d'après la forme de livraison de l'énergie. La concession n'est pourtant nécessaire que si la chute qui fournit l'énergie a une puissance supérieure au chiffre donné au paragraphe premier de l'article premier, premier alinéa.

Sur demande de la commune sur le territoire de qui est la chute, le Roi peut ramener le chiffre autorisé à 200 ch.

Règles de la concession. — Art. 23. — Les citoyens norvégiens et étrangers, les sociétés par actions et autres sociétés à responsabllité limitée, les corporations et fondations ayant leur siège en Norvège et une direction composée en majorité de citoyens norvégiens, peuvent, lorsque l'intérêt public ne s'y oppose pas, obtenir concession d'énergie en quantité supérieure à celle nommée à l'article 22, à des conditions fixées par le Roi.

Dans l'exposé de ces conditions, on se basera sur les considérations suivantes :

Obligations du concessionnaire. — 1. La concession est donnée à une personne, une société, corporation ou fondation déterminée, pour une durée déterminée, qui ne peut excéder cinquante ans, ou, avec approbation du Storthing, soixante ans. Si l'énergie est fournie par une chute acquise par concession, la concession de force peut être accordée pour la durée de celle de la chute, même si cette dernière dépasse soixante ans. On peut spécifier que le capital norvégien aura accès à l'entreprise. Si c'est une société qui demande la concession, on peut imposer des conditions pour empêcher qu'une majorité des actions ou parts arrivent en possession de citoyens ou sociétés étrangers, ou de quelqu'un possédant déjà ou utilisant de la force d'une autre chute du royaume, ou porteur d'une majorité d'actions dans une autre société louant déjà de la force dans le royaume.

L'énergie louée ne peut pas être cédée sans permission du Département.

Emploi de l'énergie. — 2. On peut stipuler que l'énergie ne sera pas employée à certains genres d'industrie. On peut, au contraire, spécifier qu'elle sera utilisée en tout ou en partie à une ou plusieurs espèces d'industrie, mais le Roi peut donner des dispenses.

Nationalité du personnel employé. — 3. Pour la construction et le fonctionnement de l'entreprise, on emploiera de préférence des citoyens norvégiens ou naturalisés. Mais, si l'intérêt public ne s'y oppose pas, on pourra aussi embaucher des ouvriers étrangers ayant sejourné un an dans le royaume. Le matériel norvégien, les assurances norvégiennes seront de même utilisés de préférence. Des règles détaillées sur ce sujet seront inscrites dans la concession.

Impôts. — 4. On peut, dans la concession, fixer un impôt annuel de jusqu'à 3 couronnes par cheval pour le Trésor public, plus 4 couronnes pour les communes.

En des cas spéciaux, l'impôt peut être plus élevé. Pour sa fixation, il faudra à l'occasion tenir compte des frais de concession ou régulation et à la condition de retour à l'Etat sans indemnité qui peut être imposée à la chute fournissant l'énergie.

Les impôts sont payables en fin d'année. Après échéance, ils sont frappés d'une rente de 6 pour 100. Ils sont soumis à contrainte par saisie.

Réserves en nature au profit de l'Etat et des communes. — 5. Si le contrat de location comprend plus de 500 ch, y compris l'énergie déjà louée par le concessionnaire au même producteur, on spécifiera que le concessionnaire est tenu de céder jusqu'à 10 pour 100 de la force aux communes que le Roi indiquera. On peut aussi donner le droit à l'Etat de prendre 5 pour 100 de la force louée. L'Etat peut alors en céder une part ou le tout à des communes. En des cas spéciaux, la limite de pourcentage de cession aux communes et à l'Etat peut être mise plus haut.

La force est livrée aux prix et conditions prévus dans le contrat pour le concessionnaire et peut être prise, selon le désir du Département, soit à la station, soit sur les conducteurs principaux de départ, soit sur le réseau, que ceux-ci appartiennent ou non au concessionnaire ou au propriétaire de la chute.

Si le Département trouve le prix sensiblement plus élevé qu'il n'était prévu d'après la règle fixée au paragraphe 12 de l'article 2, premier point du troisième alinéa, on peut demander la fixation du prix par expert.

Si la prise de force aux conducteurs amène des dépenses supplémentaires, c'est l'Etat ou la commune qui supporte les frais. Toute interruption ou suppression non causée par force majeure est interdite sans autorisation du Département.

La concession doit spécifier les délais de livraison de la force par le concessionnaire. Si plus de 15 pour 100 de la force est exigée, on fixera un délai à partir duquel on pourra exiger les quantités supplémentaires, de façon que la force ne soit prise qu'au fur et à mesure des disponibilités.

Dans la fixation du pourcentage cédé à l'Etat et aux communes, on tiendra compte de la quantité d'énergie déjà cédée à ces administrations par la chute qui la fournit.

6. Si la force est fournie par une chute, qui cède déjà à l'Etat, en vertu des termes de sa propre concession, une certaine quantité d'énergie, le concessionnaire de force devra accepter de livrer son pourcentage sur les mêmes conducteurs que ceux déjà employés, à moins que la concession ayant trait à la chute n'ait spécifié le contraire. Si l'observation de cette condition entraîne des frais supplémentaires, ils seront payés par l'Etat ou les communes intéressées.

Citoyens étrangers et sociétés partiellement norvégiennes. — 7. Si le concessionnaire est citoyen étranger, ou une société à responsabilité limitée n'ayant pas une direction tout entière norvégienne ni capital entièrement norvégien, on peut spécifier le droit, pour l'Etat, de racheter au plus tard dans la trente-cinquième année de la concession, les terrains, constructions, machines et installations de toute sorte, maisons ouvrières et autres bâtiments appartenant à l'usine. Avec l'assentiment du Storthing, le délai peut être porté à quarante ans. Les machines et autres objets peuvent cependant être exceptés de la cession.

Si l'Etat n'use pas de son droit à l'époque fixée, il le retrouve dix ans après et ainsi de suite tous les dix ans et, en tout cas, à l'expiration de la concession.

La décision de rachat doit intervenir cinq ans d'avance. La somme est calculée de façon que les terrains sont payés au prix d'achat par le concessionnaire, tandis que le reste est payé sa valeur actuelle fixée par expert. On devra indiquer dans la concession dans quelle mesure l'Etat est tenu, dans ce cas, de prendre à son compte les contrats passés par l'entreprise. L'Etat doit pouvoir le faire sans payer d'indemnité au concessionnaire. Les machines ou objets non cédés à l'Etat seront enlevés par le concessionnaire dans un délai fixé par le Département.

8. En outre, sont valables les spécifications des paragraphes 5 à 11, 16 à 23 de l'article 2.

Si, en vertu du paragraphe 7, des conditions de cession à l'Etat sont inscrites dans la concession, celle-ci sera enregistrée aux frais du concessionnaire avec ces stipulations. Toutes hypothèques ultérieures sur les propriétés nommées au paragraphe 7 deviennent caduques lorsque l'Etat prend possession.

CHAPITRE V. — Dispositions générales.

Présentation de la demande de concession. — Art. 24. — La demande de concession ou d'autorisation d'acquérir selon les termes de cette loi doit être accompagnée des descriptions que le Département peut trouver nécessaires, outre les dessins, cartes et autres documents.

Digitized by Google

Une demande émanant d'une société sera accompagnée d'une déclaration de la direction certifiant qu'elle remplit bien les conditions fixées par la loi. De même, pendant la durée de la concession, le Département peut exiger une déclaration que rien n'est changé dans la direction, qui puisse rendre lettre morte les stipulations faites dans la concession.

Une demande de concession de chute par une société, selon l'article 2, doit en outre être accompagnée d'une déclaration de la direction que le fonds social, autant qu'on le sait, appartient à l'Etat, à des communes norvégiennes, à des citoyens norvégiens, ou, avec l'autorisation du Département, à des banques ou sociétés norvégiennes, et qu'on n'a point cherché, par des clauses secrètes, à masquer les conditions réelles de propriété.

On pourra réclamer des déclarations pareilles pendant la durée de la concession.

En cas de fausse déclaration, la loi pénale paragraphe 166 est applicable.

Avant d'accorder une concession, on devra prendre l'avis de la commune intéressée.

Si la demande concerne une chute, pour laquelle une commune a droit de préemption, selon l'article 9, la demande doit être communiquée immédiatement à son administration.

Commission des cours d'eau. — Ar. 25. — Une Commission des cours d'eau sera instituée, à qui l'on soumettra les demandes de concession selon les chapitres I et IV de la présente loi.

La Commission donnera son avis dans toutes les questions de cours d'eau que lui soumettra le Département. Elle se composera de cinq membres : le directeur des cours d'eau et quatre membres nommés par le Roi pour six ans, chaque membre ayant un suppléant nommé par le Roi. Le remplacement des membres à lieu à raison de 2 tous les trois ans.

Le directeur a pour suppléant son substitut.

Obligation pour les étrangers de désigner un fondé de pouvoir. — Art. 28. — Si un citoyen étranger, non établi dans ce royaume, obtient concession selon les articles 4 ou 13, ou permission d'acquérir selon l'article 20, ou procède à des essais selon l'article 18, il doit avoir sur les lieux un chargé de pouvoir pouvant répondre à sa place devant les tribunaux pour les questions regardant la concession. Son nom et son adresse seront enregistrés.

Cette condition subsiste pour une société, corporation ou fondation dont le siège n'est pas en Norvège et qui obtient concession selon l'article 13 ou permission d'acquérir selon l'article 18.

En cas contraire, le juge du district peut nommer lui-même ce chargé de pouvoir.

. . . . . .

Situation du possesseur de chutes d'eau qui n'a pas sollicité la concession. — Art. 31. — Si un document légal a été enregistré, ou si un acheteur est en possession d'une propriété ou d'une prérogative, dans des conditions contraires à la présente loi, le Département fixera un délai dans lequel la situation devra être régularisée, soit par obtention de la concession nécessaire, soit par modification volontaire de l'accord primitif, soit par la vente de la propriété à quelqu'un ayant qualité pour le posséder. Le délai ne pourra pas être inférieur à six mois ni supérieur à trois ans. Il peut être prorogé selon les règles de l'article 35.

Ces observations sont valables pour les accords conclus avant la mise en vigueur de cette loi, en contradiction avec la loi sur la possession de biens immobiliers ou d'usage de terrain dans le royaume pour d'autres que les citoyens norvégiens, du 9 juin 1903, ou avec la loi sur l'acquisition de forêts, mines, chutes du 12 juin 1906, modifiée le 28 mai 1907 et le 24 janvier 1908 (voir aussi lois du 26 mars 1907 et 28 mars 1908) ou avec la loi sur l'acquisition de chutes, mines ou autre propriété foncière du 18 septembre 1909.

Art. 32. — Si le délai fixé passe sans qu'on ait exécuté ces conditions, l'autorité doit, dans les cas autres que ceux envisagés dans le prochain article, sans avertissement, ordonner la vente par justice. La vente est sans appel pour le propriétaire ou occupant, ses créanciers hypothécaires ou autres. Elle a lieu aux frais du propriétaire.

Si l'accord a trait à une acquisition d'énergie produite par chute d'eau, cette fourniture doit être supprimée immédiatement à l'expiration du délai fixé sous peine d'amende.

. . . . . .

Sociétés qui cessent de remplir les conditions imposées par la loi. — Art. 34. — Si une corporation, fondation ou société ayant obtenu concession ou droit d'acquérir d'après cette loi subit, dans la suite, des modifications telles que les conditions pour obtenir la concession ne sont plus remplies, ou si l'on découvre qu'elles n'ont jamais été remplies, les règles des articles 31 et 32 sont applicables.

Le résultat est le même si une corporation, une fondation ou société ayant sans permission obtenu droit de propriété ou d'usage de propriété foncière dans le royaume, selon l'article 19 de la présente loi, ou selon la loi sur la nationalité norvégienne du 21 avril 1888, paragraphe 9, ou selon la loi sur l'accès de citoyens norvégiens à l'acquisition de terrains en Norvège du 9 juin 1903, paragraphe premier et 2, ou selon la loi sur la possession de chutes d'eau, mine ou autre propriété immobilière du 18 septembre 1909, paragraphe 2, subit des modifications concernant le siège de la direction ou la nationalité des membres de la direction, ou de son fonds social, de façon à ne plus remplir les conditions requises à cet égard.

Lorsque le fonds social d'une société subit des modifications pareilles quant à ses propriétaires, la direction est tenue en outre d'en aviser le préfet.

Droit du créancier hypothécaire qui ne peut obtenir la concession. — Art. 35. — Quiconque a une hypothèque sur une propriété ou une jouissance, telle qu'il ne puisse pas s'en prévaloir sans concession d'après la présente loi, peut cependant en faire usage pendant cinq ans. Passé ce délai, les autorités doivent faire vendre la propriété aux enchères.

Le créancier hypothécaire peut devenir adjudicataire dans la vente. En ce cas, les articles 31 et 32 sont appliqués, mais le Département peut, en des circonstances particulières, approuver une demande de délai supplémentaire et proroger celui prévu à l'article 31 jusqu'à trois ans en sus, lorsque la propriété est achetée aux enchères publiques pour sauvegarder une hypothèque prise par l'acquéreur sur la propriété. Le délai de l'article 31 peut être présenté dès que la demande a été approuvée. Si le créancier hypothécaire a pris possession auparavant, le délai ne doit pas être fixé à une valeur telle que la durée de la mainmise excède sept ans.

Cession d'actions. — Art. 36. — Pour l'acquisition par autre manière qu'héritage ou mariage, d'actions ou parts de société à responsabilité limitée en nombre tel que l'acquéreur devienne possesseur d'une majorité des parts ou actions, une autorisation du roi est nécessaire, par lui-même ou son délégué, lorsque la société possède des biens ou prérogatives que l'acquéreur ne peut avoir, d'après cette loi, sans concession ou autorisation.

Une autorisation semblable est nécessaire lorsque deux ou plusieurs personnes ou sociétés, séparément ou ensemble, acquièrent des parts ou actions en nombre tel qu'elles deviennent ensemble possesseurs majoritaires, si l'acquisition résulte d'une entente préalable entre lesdits acquéreurs. Dans le nombre des actions possédées par une personne entrent celles que détient sa famille, selon les termes du paragraphe 2 de l'article premier.

Si l'acquéreur est membre d'une société responsable ou en commandite, les dispositions précédentes comprennent les actions ou parts appartenant à lui-même ou aux autres membres de la société ; cette règle trouve son application

Digitized by Google

appropriée vis-à-vis du propriétaire et du membre dormant d'une commandite par actions.

Si l'acquéreur est une société à responsabilité limitée, on doit ajouter aux parts ou actions lui appartenant en propre celles appartenant aux directeurs de la société et aux autres employés, ou à une autre société dont la direction en majorité se compose de membres communs à la direction de la première.

Une société à responsabilité limitée qui possède un droit de propriété ou une autre prérogative dans une chute d'eau pouvant fournir plus de 5000 ch. naturels ou bien dans une mine ou filon, ne peut pas augmenter son fonds social sans autorisation du Roi ou de son délégué.

L'octroi de cette autorisation peut être lié à des conditions paraissant utiles à l'intérêt public.

Si l'acquisition concerne des parts ou actions ou l'émission d'actions nouvelles d'une société possédant une chute de la force envisagée dans le premier alinéa du paragraphe premier, article premier (voir aussi le troisième alinéa), ou des mines ou filons exploitables, sans qu'il ait été stipulé de retour gratuit à l'Etat, on peut spécifier que ses parts ou actions feront retour à l'Etat sans indemnité à la fin de la concession accordée, la durée de celle-ci ne pouvant pas dépasser cinquante ans, ou, avec l'assentiment du Storthing, soixante ans.

Au cas d'acquisition conforme au premier alinéa de ce paragraphe, l'article 29 et les articles 31 et 35 sont appliqués s'il y a lieu.

Si le porteur d'une action ou part ne la livre pas, après qu'elle a été vendue aux enchères conformément à l'article 32, l'acheteur peut, aux frais du porteur, obtenir jugement de mortification. L'autorisation du roi n'est pas requise. La société émet alors de nouvelles actions ou parts qui portent visiblement indication qu'elles remplacent d'autres mortifiées.

. . . . . .

Art. 39. — Envers une société ou un consortium dont les membres sont personnellement responsables, les règles de la présente loi sur l'acquisition doivent être appliquées comme si cette acquisition devait avoir lieu au profit de celui des membres de la société à qui sont applicables les stipulations les plus sévères.

Ce qui est ainsi stipulé pour les membres d'une société responsable est également valable pour un membre responsable et commanditaire d'une société en commandite, comme pour le propriétaire et les actionnaires dormants d'une société en commandite par actions. Un prêteur qui s'est réservé une part d'influence sur la direction de l'entreprise de son débiteur, ou une part de ses bénéfices, doit être regardé pour l'application de cette règle comme intéressé dormant dans l'affaire.

La loi peut, cependant, consentir exception des conditions des deuxième et troisième points pour un prêt déterminé s'il n'y a pas d'inconvénient.

. . . . . .

Art. 40. — La présente loi entre immédiatement en vigueur. Elle est inopérante dans les cas où elle serait en opposition avec un traité existant.

La loi du 18 septembre 1909 sur l'acquisition de chutes d'eau, mine ou autre propriété foncière est abrogée. Les renvois à la loi du 18 septembre, qui pourraient être insérés dans une loi quelconque, sont considérés comme se rapportant à la loi présente.

Fait et donné comme loi, sous notre signature et le sceau du royaume.

Au Palais de Kristiania, le 14 décembre 1917.

HAAKON.

Législation, jurisprudence, réglementation

Décret autorisant et déclarant d'utilité publique des travaux de dérivation de l'Ain à Priay pour la mise en jeu d'une usine hydro-électrique.

Le « Journal officiel » du 25 juin 1918 publie, p. 5491, le décret suivant pris en date du 6 juin 1918 :

ARTICLE PREMIER. — Sont autorisés et déclarés d'utilité publique les travaux à entreprendre dans le département de l'Ain, suivant les dispositions de l'avant-projet ci-dessus visé, en vue de l'établissement des ouvrages nécessaires à la dérivation d'un débit maximum de 30 m³ : sec à prendre dans l'Ain, à 56 m en aval du pont du chemin de fer de Mâcon à Genève, à Pont-d'Ain, pour la mise en jeu d'une usine hydro-électrique projetée par MM. Vuillermoz et Tezenas du Montcel, sur le territoire de Priay.

L'exécution desdits travaux aura lieu par voie de concession dans les conditions déterminées par la convention passée le 6 juin 1918 entre le ministre des Travaux publics et des Transports, agissant au nom de l'Etat, et MM. Vuillermoz, demeurant à Oyonnax, et Tezenas du Montcel, ingénieur civil à Pont-d'Ain.

ART. 2. — La présente déclaration d'utilité publique sera considérée comme nulle et non avenue si les expropriations nécessaires pour l'exécution desdits ouvrages, n'ont pas été accomplies dans le délai de deux ans à partir de la date du présent décret.

ART. 3. — Est approuvée la convention passée le 6 juin 1918 entre le ministre des Travaux publics et des Transports, agissant au nom de l'Etat, et MM. Vuillermoz et Tezenas du Montcel pour l'exécution de ces ouvrages et leur exploitation, conformément aux conditions du cahier des charges joint à ladite convention, lesquels cahier des charges et convention resteront annexés au présent décret.

ART. 4. — Il est pris acte de l'engagement souscrit le 30 septembre 1916, par M. Vuillermoz, de verser chaque année au Trésor une somme de 200 fr à titre de fonds de concours pour le réempoissonnement de l'Ain en amont du barrage.

ART. 5. — Le ministre des Travaux publics et des Transports est chargé de l'exécution du présent décret qui sera publié au « Journal officiel » et inséré au « Bulletin des lois ».

Décret instituant un Comité chargé de l'examen de toutes questions intéressant l'industrie du caoutchouc en France.

Le « Journal officiel » du 26 juillet 1918 publie, p. 6479, un décret pris en date du 24 juillet 1918 et créant un Comité du caoutchouc. Ce Comité aura pour mission de déterminer, centraliser, coordonner ou contrôler les besoins des services de l'Etat et des Industries privées ; les moyens de satisfaire à ces besoins au mieux de l'intérêt national, les ordres d'urgence, tant en France qu'à l'étranger, des achats, fabrications, importations, exportations et constitution de stocks.

Le décret fixe la composition du Comité, qui comprendra, outre les représentants des ministères ou services de l'Etat intéressés, sept industriels ou négociants importateurs désignés par le ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre. Les délibérations du Comité seront secrètes et ne pourront être divulguées sans autorisation expresse du gouvernement.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF : **Alfred SOULIER**, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. — TOME IV. — N° 8. — 24 AOUT 1918.

Chronique. — Un procédé original d'utilisation des excédents d'énergie hydraulique à la fabrication des produits azotés. — Une adresse des ingénieurs éclairagistes américains au Président Wilson. — Bibliographie : The Year-Book of Wireless Telegraphy and Telephony, 1918 (Annuaire de la Télégraphie et de la Téléphonie sans fil pour 1918, p. 249-250.

Section scientifique et technique. — Longueur d'onde et affaiblissement des circuits téléphoniques, par J. POMEY, p. 251. — Revues, analyses et informations : Figures de la décharge électrique sur plaques photographiques, p. 253 ; Aimantation du fer en l'absence d'hystérésis, p. 256.

Section industrielle. — Diagrammes de production et diagrammes de consommation relatifs aux centrales électrogènes à vapeur et autres, par A. DELLA-RICCIA, p. 259. — L'usine électrique de Malamort, par A. BOUDRAU, p. 270. — Résultats acquis dans l'exploitation des chemins de fer électriques suisses, par A. GIVELET, p. 275. — Revues, analyses et informations : Neutralisation des actions perturbatrices apportées par des circuits extérieurs dans les transmissions électriques à faibles courants, p. 281.

Section économique et financière. — Revues, analyses et informations : Les chèques postaux, p. 283. — Assemblées générales : Chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud de Paris, p. 285 ; Société anonyme Westinghouse, p. 286 ; Compagnie générale de Distribution d'énergie électrique, p. 287 ; Compagnie générale des Câbles de Lyon, p. 287 ; Compagnie Électro-Mécanique, p. 288.

Errata — p. 288.

Un procédé original d'utilisation des excédents d'énergie hydraulique à la fabrication des produits azotés. — Il est aujourd'hui hors de doute que les prix des combustibles resteront longtemps après la guerre bien supérieurs à ce qu'ils étaient il y a cinq ans. Aussi beaucoup de chercheurs se préoccupent-ils de trouver une utilisation profitable des excédents d'énergie hydraulique qui sont aujourd'hui perdus. Tandis que les uns préconisent leur transformation en chaleur dans des accumulateurs de chaleur permettant d'utiliser celle-ci lorsqu'il en est besoin, d'autres s'attachent à la production de produits chimiques de grande consommation. Un de nos lecteurs, ingénieur des Ponts et Chaussées, qui s'est passionné pour la captation et l'utilisation de la force motrice des marées, nous communique un procédé rentrant dans cette dernière catégorie et que nous croyons intéressant de signaler à nos lecteurs.

D'après cet ingénieur, le premier stade de son processus d'utilisation serait l'électrolyse de l'eau avec production d'hydrogène et d'oxygène. Théoriquement il faudrait 6 010 ch-h pour décomposer 1 000 kg d'eau, soit 6 762 ch-h pour décomposer 1 125 kg d'eau et produire 1 000 kg d'oxygène et 125 kg d'hydrogène ; pratiquement, il faut compter sur une consommation de 8 225 ch-h pour cette dernière production. Le prix de revient du cheval-heure obtenu par utilisation de la force motrice des marées en certains points des côtes françaises étant évalué par cet ingénieur comme pouvant varier entre 0,005 fr et 0,02 fr, la dépense correspondante serait de 41,12 fr à 164,5 fr. Or, la tonne d'oxygène ayant une valeur d'au moins 30 fr, le mètre cube d'hydrogène d'au moins 0,10 fr, les 1 000 kg d'oxygène et les 125 kg ou 1 404,5 m³ d'hydrogène rapporteraient au moins $30 + 140{,}45 = 170{,}45$ fr. On aurait donc un bénéfice tant que le prix de revient du cheval-heure serait inférieur à 0,02 fr.

On ne manquera pas d'objecter qu'il serait difficile de trouver l'utilisation de l'oxygène et de l'hydrogène produits par une usine de quelque importance. On sait, en effet, que dans beaucoup de fabriques de soude électrolytique l'hydrogène reste sans emploi et que dans la plupart des usines qui extraient l'azote de l'air pour la fabrication de la cyanamide calcique, l'oxygène est rejeté dans l'atmosphère faute d'en trouver l'utilisation sur place. Mais, et c'est là le point intéressant du procédé de notre lecteur, l'hydrogène produit par électrolyse de l'eau peut être utilisé pour extraire de l'azote pur de l'air. Pour cela notre lecteur suggère de faire brûler cet hydrogène en présence de l'air ; on obtiendrait ainsi, pour 125 kg d'hydrogène, 430 625 calories, correspondant à la chaleur dégagée par la combustion de 600 kg de charbon de pouvoir calorifique 7 200 cal : kg, 1 125 kg d'eau pure et 3 344 kg d'azote qu'on pourrait, avec un dispositif de combustion approprié, avoir très pur, comme il convient dans le cas où l'azote est employé pour fabriquer la cyanamide. En évaluant

Digitized by Google

encore à 30 fr la valeur de 1000 kg d'oxygène, à 36 fr celle des 600 kg de charbon (à 60 fr la tonne) que la combustion de l'hydrogène permettrait d'économiser, à 10 fr celle des 1 125 kg d'eau distillée reproduite, enfin à 100 fr celle de 3 344 kg d'azote (30 fr la tonne), on trouve que la valeur des produits fabriqués serait de 176,35 fr, c'est-à-dire sensiblement égale à la dépense d'énergie, celle-ci étant comptée à 0,02 fr le cheval-heure. Aussi notre lecteur conclut-il qu'au prix moyen de 0,01 fr le cheval-heure cette manière d'utiliser l'énergie hydraulique doit pouvoir permettre de couvrir les frais de fabrication et laisser un bénéfice industriel.

Nous laissons aux praticiens le soin de se prononcer sur le bien fondé de cette conclusion. Le problème exige trop de données pratiques sur les prix de revient de fabrications en dehors du domaine de l'électricien pour que nous ayons songé à l'aborder et nous faire nous-même une opinion sur ce point. Mais il nous a paru qu'un processus d'utilisation des excédents d'énergie permettant d'envisager la production simultanée d'azote, d'oxygène et d'hydrogène, c'est-à-dire des éléments de fabrication des produits nitrés et des produits ammoniacaux synthétiques, méritait d'être soumis aux méditations de ceux qui possèdent ces données.

Une adresse des ingénieurs éclairagistes américains au Président Wilson. — Au cours de son dernier congrès, tenu à Atlantic City les 13 et 14 juin, la National Light Electric Association a adopté la résolution suivante qui montre, une fois de plus, le sentiment unanime de la nation américaine sur la conduite de la guerre.

La National Light Electric Association, réunie en Congrès annuel, désire exprimer au Président des États-Unis et à toutes les autorités, l'assurance qu'elle est en accord complet avec la détermination prise par le peuple américain et par les représentants qu'il a élus, de poursuivre la guerre quelque temps qu'elle puisse durer et quoi qu'elle puisse coûter en hommes, en argent ou en autres sacrifices.

Le but que nous visons par la continuation de la guerre, est la réalisation d'une grande paix, d'une paix si bien établie qu'elle ne puisse être troublée à la légère par une autocratie imbue de cette idée que la force prime le droit.

Pour y arriver, nous sommes prêts à nous soumettre de grand cœur à toutes les restrictions personnelles ou corporatives et à subir toutes les charges particulières ou collectives qu'il sera reconnu nécessaire d'imposer au peuple et aux industries du pays.

Nous considérons comme une grande menace pour l'avenir la possibilité d'une paix blanche, trêve armée qui se terminera fatalement par le renouvellement des horreurs indicibles de la lutte actuelle. Cela ne doit pas être et la seule façon de l'éviter est de continuer la guerre jusqu'à la victoire — une victoire complète et si décisive que les auteurs de ce crime soient heureux d'accepter les justes conditions qu'un monde outragé consentira à leur accorder. Il n'y a pas de compromis, pas de demi-mesures, pas de « chiffons de papier » ensuite déchirés, qui puissent arriver à ce résultat; il ne peut être obtenu que par le dévouement, la patience, le sacrifice de soi-même et un patriotisme indéfectible de notre peuple et de ses grands Alliés.

C'est avec la vision bien nette des prodigieux sacrifices qui seront nécessaires, et avec une confiance absolue dans le résultat final que nous engageons dans cette sainte cause, et nous-mêmes, et tout ce que nous possédons.

Bibliographie : The Year-Book of Wireless Telegraphy and Telephony, 1918. (Annuaire de la Télégraphie et de la Téléphonie sans fil, pour 1918 [1]). — Cet important volume, magnifiquement imprimé et illustré, contient, convenablement classés, tous les renseignements utiles aux spécialistes de la télégraphie sans fil. Il débute par la reproduction des lois des divers pays et des traités internationaux concernant les relations par télégraphie sans fil. On trouve ensuite la liste de toutes les stations de terre du monde; pour chaque station on indique sa position géographique (longitude et latitude), son signal d'appel, son rayon d'action, la société ou le gouvernement qui l'exploite, la longueur d'onde de ses émissions, la nature de son service (public, privé, officiel), les heures de fonctionnement (service continu, intermittent), le prix des messages ; cette liste est suivie d'une série d'observations particulières concernant ces stations (détails concernant les renseignements atmosphériques transmis aux navires, tarifs spéciaux, correspondances de stations entre elles, etc.).

Vient ensuite la liste des stations de bord ; tous les navires porteurs d'un poste de télégraphie sans fil sont rangés par ordre de pays, avec le nom de leurs propriétaires et les mêmes renseignements que pour les postes de terre. On trouve encore la liste des signaux d'appels rangés par ordre alphabétique; cette liste renvoie aux précédentes. Tout ceci comporte 846 pages.

La section suivante se compose d'une série d'articles sur des sujets spéciaux; le premier est de Fleming et s'intitule : Les ondes dans l'eau, la terre, l'air, et l'éther ; le second est de Van der Pol : sur la transmission d'énergie en télégraphie sans fil ; un autre s'intitule : L'influence, sur l'état magnétique du fer, des champs alternatifs à haute fréquence ; ce dernier, très illustré, comporte 25 pages et se termine par une importante bibliographie.

Vient ensuite une partie intitulée : signaux internationaux horaires et météorologiques; quatre pages en sont consacrées aux différents signaux de la Tour Eiffel.

Suit un extrait de tous les brevets parus en 1917 sur les valves et leurs applications si variées en télégraphie sans fil. Dix-huit brevets sont ainsi analysés. Vient encore une liste, sans analyse, des brevets concernant la télégraphie sans fil, parus en 1917.

Enfin, l'ouvrage se termine par des définitions de termes spéciaux, un dictionnaire en cinq langues de termes techniques divers, des formules, des tables d'unités, des détails sur les principales compagnies de construction et d'exploitation de matériel de télégraphie sans fil, des notices biographiques dont plusieurs consacrées à des savants français, une bibliographie, et une foule de renseignements divers. — P. V.

(1) Un volume, 13 × 20 cm, de 1154-CXIII pages. The Wireless Press, ltd, Marconi House, Strand, Londres, W.-C. 2.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Longueur d'onde et affaiblissement des circuits téléphoniques

A la suite de la publication, dans le numéro du 20 juillet d'une note où M. Pomey indiquait un calcul permettant de mettre sous une forme rationnelle la constante β d'affaiblissement d'un circuit téléphonique, M. Auric faisait remarquer, (numéro du 3 août), que cette formule peut se simplifier en prenant certaines notations. Dans la lettre ci-dessous, M. Pomey revient, sous forme de lettre, sur ce sujet et présente quelques remarques intéressantes.

I. — La formule du développement en série de la constante d'affaiblissement ayant donné lieu à une observation intéressante d'un ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, M. Auric, permettez-moi de faire remarquer que, pour résoudre le problème posé par Breisig, il faudrait, puisque p est composé d'un terme de degré fini et d'un terme infiniment petit du second ordre, développer p par la formule du binôme et regrouper ensemble les termes de même degré.

On n'a autrement qu'une méthode facile pour atteindre les premiers degrés d'approximation.

M. Abraham m'a communiqué un procédé très ingénieux. Permettez-moi d'en exposer ici le principe.

Il remarque que l'on peut écrire

$$(1) \qquad 2\beta^2 = \frac{(KR + AL)^2}{2KL\left(1 + \dfrac{\beta^2 - AR}{\omega^2 KL}\right)},$$

et que cette forme se prête à une méthode d'approximations successives.

Tout d'abord, la constante de propagation α et la constante d'affaiblissement β étant définies par les équations

$$(2) \qquad \alpha^2 - \beta^2 = \omega^2 KL - AR,$$

$$(3) \qquad 2\alpha\beta = \omega(KR + AL),$$

on voit que si A et R sont infiniment petits du premier ordre, il faut que $\alpha^2 - \beta^2$ soit fini c'est-à-dire que l'une des deux quantités α ou β au moins soit finie, d'après l'équation (2), mais il faut que $2\alpha\beta$ soit infiniment petit d'après l'équation (3) c'est-à-dire que si α est fini β est infiniment petit ou inversement, mais comme le second membre de (2) donne approximativement

$$\alpha = \omega\sqrt{KL},$$

et en reportant dans (3), il vient pour première approximation β_1 de β

$$2\omega\sqrt{KL}\,\beta_1 = \omega(KR + AL) \quad \text{ou} \quad 2\beta_1^2 = \frac{(KR + AL)^2}{2KL}$$

Alors (1) donne

$$2\beta^2 = 2\beta_1^2\left(1 - \frac{\beta^2 - AR}{\omega^2 KL} + \left(\frac{\beta^2 - AR}{\omega^2 KL}\right)^2 + \dots\right).$$

Comme $\beta^2 - AR = \dfrac{1}{4KL}(KR - AL)^2$, on aurait pour seconde approximation

$$2\beta_2 = 2\beta_1^2\left(1 - \frac{(KR - AL)^2}{4\omega^2 K^2 L^2}\right),$$

et de là on peut aisément tirer la troisième approximation, etc.

Telle est la méthode de M. Abraham.

II. — Qu'on me permette une petite digression :

1° Avant de recourir à la série de Lagrange, j'avais obtenu le développement de la manière très simple que voici.

Posons

$$t = \frac{AR}{KL\omega^2} \quad \text{et} \quad 2\alpha = -\left(\frac{AL}{KR} + \frac{KR}{AL}\right),$$

il vient :

$$\beta^2 = -\frac{1}{2}(\omega^2 KL - AR) + \frac{1}{2}\omega^2 KL\sqrt{1 - 2\alpha t + t^2}$$

Puis j'admettais comme connu le développement de l'inverse du radical en fonction des polynômes de Legendre, savoir

$$\frac{1}{\sqrt{1 - 2\alpha t + t^2}} = 1 + \Sigma X_n t^n,$$

avec

$$X_n = \frac{1}{n!}\frac{d^n}{d\alpha^n}\left(\frac{\alpha^2 - 1}{2}\right)^n.$$

Mais comment obtient-on ainsi les polynômes X_n ? Avec Jordan, on développe le radical suivant la puis-

Digitized by Google

sance, $\frac{1}{2}$ du binôme et on réunit les termes de même degré en t; quand on sait le résultat, il est facile de retrouver la forme condensée de X_n que nous venons d'écrire, par un jeu de simplification des coefficients; mais ensuite, il m'a semblé que cette forme elle-même devait plutôt être considérée comme une conséquence de la série de Lagrange, puisque celle-ci, appliquée à la racine voisine de α de l'équation

$$z = \alpha + t\,\frac{z^2 - 1}{2},$$

c'est-à-dire à

$$z = \frac{1 - \sqrt{1 - 2\alpha t + t^2}}{t},$$

donne

$$z = \alpha + \ldots + \frac{t^n}{n!}\,\frac{d^{n-1}}{d\alpha^{n-1}}\left(\frac{\alpha^2 - 1}{2}\right)^n \ldots, +$$

et que Serret lui-même observe qu'en prenant les dérivées par rapport à α de ces deux expressions équivalentes de z on obtient justement

$$\frac{1}{\sqrt{1 - 2\alpha t + t^2}} = 1 + \Sigma\,\frac{t^n}{n!}\,\frac{d^n}{d\alpha^n}\left(\frac{\alpha^2 - 1}{2}\right)^n,$$

c'est-à-dire un développement dans lequel les polynômes X_n sont naturellement exprimés sous forme de dérivées.

Cette seconde méthode m'a donc paru préférable.

Si maintenant nous posons

$$\sqrt{1 - 2\alpha t + t^2} = 1 + \Sigma\, t^n A_n,$$

on peut en dérivant par rapport à t, obtenir une relation intéressante entre les polynômes A_n et les polynômes X_n. Il vient, en effet

$$\frac{-\alpha + t}{\sqrt{1 - 2\alpha t + t^2}} = \Sigma\, n\, t^{n-1} A_n.$$

Or on a

$$\frac{-\alpha + t}{\sqrt{1 - 2\alpha t + t^2}} = (-\alpha + t)(1 + \Sigma X_n t^n) = \Sigma\,(-\alpha X_n + X_{n-1})\,t^n,$$

d'où

$$(n + 1)\,A_{n+1} = -\alpha X_n + X_{n-1}.$$

Les polynômes A sont ainsi ramenés aux polynômes X.

Inversement, utilisons la formule de récurrence des polynômes X qui est

$$(n + 1)\,X_{n+1} - (2n + 1)\,\alpha X_n + n X_{n-1} = 0.$$

Écrivons pour A_{n+2} la formule analogue à celle de A_{n+1}, savoir

$$(n + 2)\,A_{n+2} = -\alpha X_{n+1} + X_n,$$

et éliminons entre les trois dernières équations que nous venons d'écrire les deux quantités X_{n+1} et X_{n-1}, il vient

$$(\alpha^2 - 1)\,X_n = -(n + 2)\,A_{n+2} + n\alpha A_{n+1},$$

ce qui ramène les polynômes X aux polynômes A par une formule linéaire.

4° Comme on a

$$\sqrt{1 - 2\alpha t + t^2} = 1 - \alpha t - \frac{\alpha^2 - 1}{2}\,t^2 + \ldots,$$

on voit que A_2 est divisible par $\alpha^2 - 1$, donc la dernière formule obtenue montre que tous les A suivants seront divisibles par $\alpha^2 - 1$; cela résulte aussi de la forme condensée en dérivée $n - 1^{\text{ième}}$ de $\frac{1}{n!}\left(\frac{\alpha^2 - 1}{2}\right)^n$. Cette remarque est importante dans le calcul numérique.

5° Faisons maintenant une application aux nombres figurés.

Puisque A_{n+1} est divisible par $\alpha^2 - 1$, quand n est plus grand que 1, la fonction $-\alpha X_n + X_{n-1}$ sera aussi divisible par $\alpha^2 - 1$, elle s'annulera donc pour $\alpha = 1$, et l'on aura

$$(X_n)_{\alpha=1} = (X_{n-1})_{\alpha=1} = \text{const.} = 1.$$

Or on a

$$2^n X_n = \frac{1}{n!}\,\frac{d^n(\alpha^2 - 1)^n}{d\alpha^n} =$$

$$= C^n_{2n}\alpha^n - C^1_n C^n_{2n-2}\alpha^{n-2} + C^2_n C^n_{2n-4}\alpha^{n-4} + \ldots.$$

On aura donc

$$2^n = C^n_{2n} - C^1_n C^n_{2n-2} + C^2_n C^n_{2n-4} + \ldots.$$

c'est la propriété que nous avions en vue.

6° Pour terminer, je ferai une remarque sur la nature physique du phénomène de la propagation du courant périodique.

Il dépend essentiellement des deux constantes α et β, constantes de propagation et d'affaiblissement; or si l'on prend les formules approchées

$$\alpha = \omega\sqrt{KL}, \qquad \beta = \frac{1}{2}\left(R\sqrt{\frac{K}{L}} + A\sqrt{\frac{L}{K}}\right),$$

on voit que l'effet de la capacité se trouve étroitement associé à l'effet de l'inductance. Quand il s'agira d'étudier le problème encore beaucoup plus compliqué de l'induction téléphonique d'un second circuit sur le circuit que nous venons de considérer, il est bien probable qu'il sera encore bien plus difficile de séparer les

Digitized by Google

effets de la capacité mutuelle de ceux de l'induction mutuelle. Alors que signifient dans ce cas les anciennes discussions sur la question de savoir si les troubles étaient dus plutôt à un effet électrostatique qu'à un effet électrodynamique? Ne faudrait-il pas tout d'abord écrire les équations de la propagation au moins d'une façon approchée? La question ne paraît pas complètement élucidée dans la « Theoretische Telegraphie » de Breisig, § 186 et mériterait un nouvel effort.

POMEY,
Ingénieur en chef des Télégraphes.

Revues, analyses et informations

Figures de la décharge électrique sur plaques photographiques (1).

Beaucoup de physiciens ont cherché à reproduire les figures de Lichtenberg, non plus en saupoudrant de poussière conductrice des surfaces non conductrices, mais en utilisant des plaques photographiques. Brown, dès 1888, a obtenu de cette manière des résultats remarquables ; ses essais ont été repris par E.-L. Trouvelot, Nürnberg, Blümel et Nipher, mais on n'en a pas suffisamment varié les conditions pour arriver à une interprétation de la formation de ces figures. C'est cette lacune que l'auteur pense avoir comblée.

I. — DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL ET SPÉCIMENS DE FIGURES. — Il est schématisé par la figure 1, dans laquelle C représente un condensateur relié aux deux pôles d'une machine à influence ; B, une plaque sensible posée sur une mince feuille d'étain A ; E et F, des intervalles explosifs ; G, une traverse en ébonite et H, une tige métallique connectée à la feuille d'étain. Quand E et F sont amenés en contact avec D et H, on perçoit la lueur de la décharge autour du point D sur la plaque sensible ; après développement, on a la figure correspondante. On peut grouper les figures positives et négatives sur la même plaque en séparant la pointe H de la feuille d'étain et en la faisant reposer sur la plaque sensible.

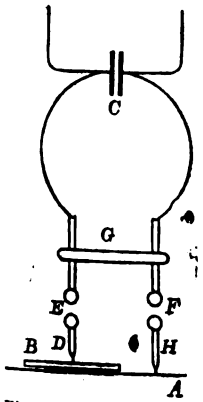


Fig. 1. — Dispositif Usaburo Yoshida pour la reproduction des figures de Lichtenberg sur plaques sensibles.

L'emploi d'une bobine d'induction à la place de la machine à influence permet de supprimer le condensateur. On reconnaît le signe des électrodes au moyen d'un tube de Geissler intercalé entre C et E ou C et F.

La photographie 2 reproduit les figures de la décharge correspondant à des électrodes en pointe reliées aux bornes d'une machine à influence. Les figures négatives sont constituées par des rayons nettement séparés, qui vont en s'épanouissant à partir du point cathodique et se terminent tous sur une circonférence ayant ce point pour centre ; à l'anode on retrouve encore des traits parfaitement séparés, mais irréguliers, qui rayonnent autour du point anodique ; leur trajet est variable ; en outre sur chaque trait s'en greffent d'autres qui diffèrent entre eux aussi bien par leur largeur que par leur longueur. En général, les figures anodiques sont toujours plus étalées que les figures cathodiques.

En forçant la décharge, on a obtenu les clichés 3 et 4 pour les figures qui se manifestent à l'anode et à la cathode. Sur la première, on remarque d'abord le noyau central du cliché 2; puis plusieurs gros rameaux sur lesquels prennent naissance un certain nombre de figures indépendantes et dont la formation reste sans explication. Au centre de la figure cathodique, on retrouve aussi l'étoile du cliché 1 et, en plus, une magnifique arborescence qui présente cette particularité que chaque point où prend naissance une nouvelle ramification est caractérisé par une intensité beaucoup plus grande que celle du milieu du tronc.

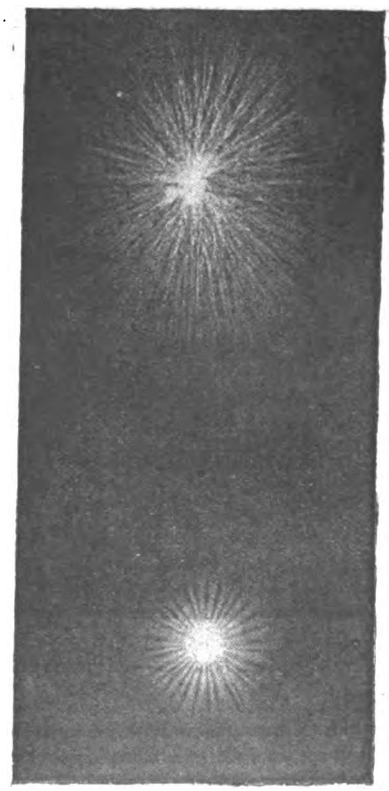


Fig. 2. — Reproduction des figures anodique et cathodique.

Quand on utilise à la fois la décharge de rupture et de fermeture d'une bobine d'induction à étincelles rares, les

(1) Usaboro YOSHIDA. *Mémoirs of the College of Science Kyoto Imperial University*, mars 1917, n° 2, t. II, p. 105-116, 5 planches de photographies.

Digitized by Google

figures anodique et cathodique ressemblent, en gros, à la figure anodique donnée par la machine à influence. Le cliché 5 a été tiré dans ces conditions. Il était intéressant aussi de voir quelles images on obtiendrait en n'utilisant qu'une décharge de rupture et en actionnant l'interrupteur à la main. Le cliché 6 reproduit, mais plus nettement, l'aspect des figures précédentes. Sur la figure cathodique (la plus petite à droite), on constate que beaucoup de traces sont dirigées perpendiculairement aux traces radiales. En insérant en série dans le circuit un oscillographe à lueur (1) qu'on observe au miroir tournant, on se rend compte que la décharge est nettement oscillatoire. Il en résulterait que les figures cathodiques des clichés 5 et 6 sont en réalité des figures anodiques ; c'est, en effet, ce que l'auteur a vérifié.

En faisant varier la forme des électrodes, il est possible de réaliser les figures les plus diverses ; nous nous contenterons d'indiquer celles obtenues avec des électrodes en croix et qui sont représentées par les clichés 7 et 8. Sur ce dernier, il est visible que les traits ne se coupent jamais, qu'ils s'échappent normalement à la cathode et qu'ils sont séparés par des intervalles obscurs très réguliers.

II. — Causes de l'impression photographique. — La couche sensible est-elle impressionnée par la luminosité même de la décharge ou devons nous voir dans ce phénomène une action directe de la décharge ? L'observation à l'œil nu sur la plaque photographique ne permet de percevoir que les traits les plus intenses, tandis que les plus faibles se confondent en une masse lumineuse continue dont on ne peut séparer lès détails ; par contre, avec le secours d'une loupe, on arrive à discerner la structure intime de la décharge telle qu'elle apparait après développement. Il en est encore ainsi quand on remplace la plaque photographique par un verre ordinaire ; ce qui démontre que la

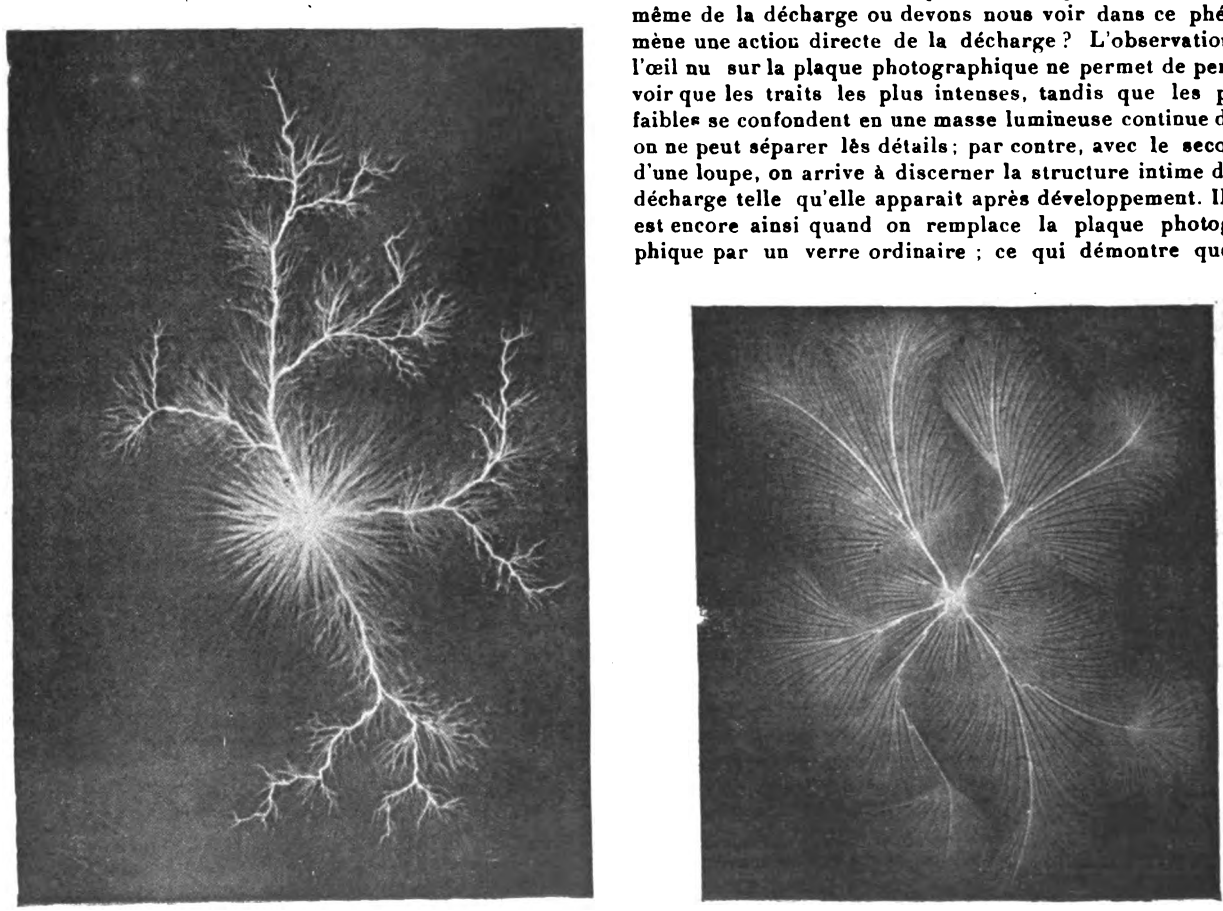


Fig. 3 et 4. — Figures anodique et cathodique obtenues en forçant la décharge.

couche sensible ne joue pas un rôle essentiel dans la formation des figures ; en fait, elle n'intervient que pour l'enregistrement de l'image latente de la décharge.

L'expérience suivante est encore plus concluante. On met l'une des électrodes en contact avec le dos d'une plaque photographique ordinaire ; après développement, on n'obtient seulement qu'une image floue au dos même de la couche sensible ; mais si on emploie une pellicule Kodak posée sur une lame de verre et que l'on produise encore la décharge au dos de la plaque, tous les détails des arborescences apparaissent avec une grande netteté. Or ni dans l'un, ni dans l'autre cas, la couche sensible n'a été touchée par la décharge ; c'est donc bien la luminosité de celle-ci qui produit l'impression. Ce point méritait d'être élucidé, car Brown attribue précisément l'impression photographique à une action directe de l'étincelle.

III. — Explication de la formation des figures. — Si nous admettons que la lueur de la décharge est due à l'ionisation des molécules de gaz, les figures de la décharge ne représenteront rien autre chose que le trajet de l'ionisation et, par conséquent, nous n'avons qu'à étudier la distribution des ions par la décharge électrique pour avoir l'explication des images produites.

J.-J. Thomson attribue la décharge par étincelle à l'ionisation du gaz par des ions en mouvement ; les petits ions négatifs, corpuscules ou électrons, étant des ioniseurs plus

(1) L'oscillographe à lueur négative de Gehrcke, par exemple, décrit dans *La Revue électrique*, 26 mai 1911, t. XV, p. 484, 3 fig.

Digitized by Google

efficaces que les gros ions positifs. Tous ces ions proviennent de l'ionisation par collisions d'ions positifs, toujours présents, avec les molécules de gaz près de la cathode

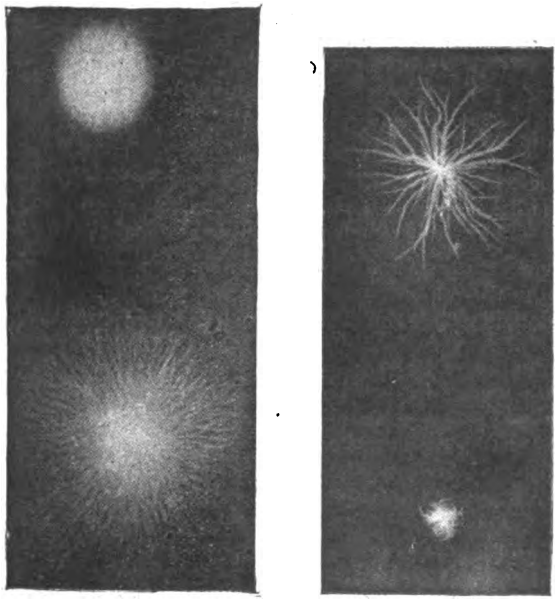


Fig. 5. Figures anodique et cathodique correspondant à l'action combinée des étincelles de rupture et de fermeture d'une bobine d'induction. — Fig. 6. Figures anodique et cathodique obtenues avec une seule décharge de rupture d'une bobine d'induction.

ou par collision avec la cathode elle-même. Quant à la différence de potentiel nécessaire pour amorcer la décharge en un point positif ou négatif, elle doit évidemment être telle que le champ électrique au voisinage de la cathode soit assez intense pour que les ions positifs puissent produire un flux convenable de corpuscules. Or, à la cathode, les ions positifs peuvent produire des corpuscules ou par collision avec l'électrode ou par collision avec les molécules de gaz; à l'anode, l'ionisation n'est possible que par choc avec les molécules de gaz ; dans ce dernier cas, la différence de potentiel minimum sera donc plus grande.

Nous pouvons admettre : 1° qu'aux extrémités d'une branche cathodique l'ionisation résulte des collisions d'ions négatifs avec les molécules de gaz, ces ions négatifs provenant eux-mêmes de collisions d'ions positifs avec les molécules de gaz près de la cathode ou avec la cathode ; 2° qu'aux extrémités d'une branche anodique, l'ionisation est encore due à des collisions d'ions négatifs avec les molécules de gaz, mais au voisinage de l'anode l'ionisation est due aux collisions d'ions positifs.

Quand nous aurons élevé le potentiel de l'anode à une valeur suffisante, les ions négatifs, qui se trouvent présents un peu avant que commence l'impression photographique par ionisation, seront attirés vers les parties de l'électrode où le champ est intense et ioniseront les molécules de gaz par impact avec ces dernières. Les ions négatifs ainsi produits répéteront le même processus et, finalement, il se sera formé beaucoup d'ions positifs et négatifs. Le groupe des ions positifs qui est repoussé loin de l'anode, alors que les ions négatifs sont attirés, se comporte à son tour comme une partie de l'anode ; le même cycle se répétant, il se formera de nouvelles ramifications et de nouvelles extensions. Cette interprétation fait saisir immédiatement les propriétés des arborescences anodiques (irrégularité des ramifications et des allongements, terminaison brusque), car la formation des ramifications dépend des ions négatifs qui sont distribués un peu au hasard.

Quand on diminue la distance entre la feuille d'étain et la couche sensible, le champ, le long de cette dernière diminue et, par conséquent, les limites entre lesquelles il y a ionisation sont aussi réduites.

Les figures cathodiques se forment de la manière suivante. Quand le champ électrique a atteint une certaine intensité en un point de la cathode, une petite étincelle s'échappe de celle-ci dans l'air jusqu'à une petite distance. Le long de sa trajectoire il y a production d'ions des deux signes; les ions positifs sont attirés vers la cathode et les ions négatifs en sont repoussés. L'extension d'une branche

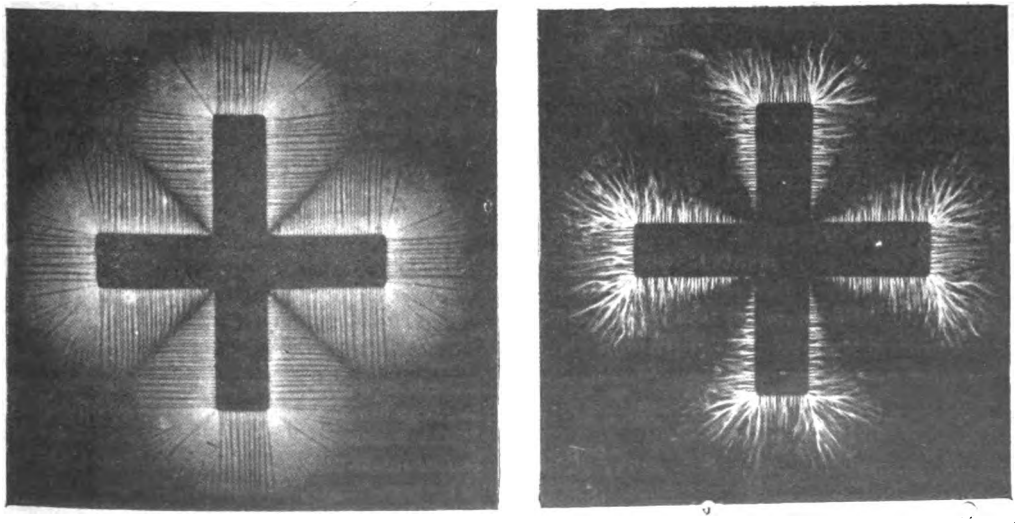


Fig. 7 et 8. — Figures anodique et cathodique obtenues avec des électrodes en croix.

Digitized by Google

ainsi produite résultera de l'ionisation par les ions négatifs qui, de plus, le long de la surface sensible subiront une attraction de la part de la charge positive de la feuille d'étain ; leur mouvement sera donc ralenti comme s'ils éprouvaient une sorte de résistance. Quand beaucoup de ramifications issues de la cathode se sont formées sur la couche sensible, il y a alors une région où le champ électrique est minimum entre deux ramifications voisines.

La force électrique qui réagit sur les ions négatifs latéralement a une branche est sensiblement perpendiculaire à celle-ci le long de la pellicule sensible et va en s'affaiblissant par suite, d'une part, de la répulsion due à la branche voisine et, d'autre part, de l'attraction de la charge positive de la feuille d'étain. Il arrive donc un moment où l'énergie cinétique communiquée aux ions négatifs par le champ électrique est insuffisante pour ioniser les molécules de gaz avant d'atteindre la région où le champ est minimum entre deux branches voisines. Il ne se forme donc plus d'autres ramifications et on s'explique ainsi l'existence des intervalles parfaitement nets entre rameaux contigus.

Indiquons encore comment la théorie de l'auteur rend compte des rameaux qui se greffent sur une même branche maîtresse. Supposons que A, B, C, etc (fig. 9) représentent les extrémités de branches cathodiques principales ; en ces points, l'attraction de la feuille d'étain est plus grande que sur les côtés ; par conséquent, la résistance qui ralentira la mobilité des ions négatifs y sera plus grande aussi. Il en

Fig. 9 et 10. — Proéminences qui se forment à l'extrémité d'une branche cathodique et qui sont les amorces de deux ramifications. La courbe pointillée laisse deviner la formation de trois ramifications.

résulte que les ions négatifs des portions latérales gagneront une certaine avance sur ceux de la portion centrale à l'extrémité et la branche prendra tout d'abord l'aspect du trait noir du schéma de la figure 10. La répulsion sur les ions négatifs sera d'autant plus intense ou plus faible que la convexité sera plus ou moins prononcée.

Finalement, si la branche est assez large, la partie centrale s'incurvera aussi, comme le montre la ligne pointillée du schéma de la figure 10 ; il y aura, dans ce cas, trois greffes ; le nombre de celles-ci ira toujours en croissant, d'autant plus que la branche est plus large.

Aimantation du fer en l'absence d'hystérésis (1).

1. — L'étude des propriétés magnétiques des substances ferromagnétiques est compliquée par la présence de l'hystérésis. La courbe connue sous le nom de courbe d'aimantation n'est, comme l'établit Steinmetz, qu'un côté d'une boucle d'hystérésis et ne diffère des autres boucles qu'en ce qu'elle passe par l'origine. Les avantages qu'on aurait à supprimer l'hystérésis sont évidents. L'hystérésis supprimée, l'aimantation devient une fonction uniforme du champ d'aimantation dont on peut espérer établir la forme. On peut, en outre, étudier l'action de la température sur l'aimantation, car l'influence de la température sur l'hystérésis a une importance telle qu'elle peut masquer l'influence sur l'aimantation, surtout dans le cas de champs faibles.

Deux méthodes générales ont été proposées pour supprimer l'hystérésis : les chocs mécaniques ou vibrations et les champs magnétiques alternatifs, transversaux ou longitudinaux. Ewing a utilisé des vibrations magnétiques tandis que Finzi, Ashworth, Steinhaus et Gumlich ont employé des champs alternatifs superposés au champ magnétique. Ashworth seul a étudié la variation d'aimantation avec la température, mais ses résultats, bien qu'indépendants de l'hystérésis, sont viciés par la distorsion due au champ alternatif qui existe dans l'éprouvette. Steinhaus et Gumlich ont évité cette distorsion en réduisant le champ alternatif à zéro avant d'observer l'aimantation produite par le champ d'aimantation.

2. — L'auteur reprend ici le travail d'Ashworth (1) en utilisant la méthode de Steinhaus et Gumlich (2).

Il utilise un magnétomètre du type astatique proposé par Kohlrausch et Holborn pour lequel il institue une méthode de zéro (voir le mémoire). Un courant alternatif de 60 p : sec sert à produire le champ alternatif nécessaire. Un four électrique à résistance permet d'opérer à des températures élevées.

On commence par chauffer l'éprouvette pendant une heure et demie environ au voisinage du point de Curie pour recuire l'échantillon et assurer l'équilibre thermique entre l'éprouvette et le dispositif d'échauffement. On abaisse ensuite la température lentement et graduellement et on détermine les courbes d'aimantation à des intervalles convenables. La plus grande variation dans l'aimantation se produit pour les 100 premiers degrés au-dessous du point de Curie et on consacre de quatre à cinq heures à cet intervalle. On met un temps environ deux fois plus long à refroidir complètement l'éprouvette jusqu'à la température ambiante.

Les courbes de la figure 1 représentent les résultats relatifs à un acier ayant la composition suivante :

C	0,35 pour 100
Mn	0,08
P	0,009
Si	0,18
S	0,024

Pour les autres aciers étudiés les courbes obtenues sont analogues. La susceptibilité anormalement élevée relative aux faibles champs d'aimantation qui semble constituer la caractéristique la plus nette des courbes dépourvues d'hystérésis persiste jusqu'au voisinage immédiat du point de transformation. Les courbes sont toutes concaves vers l'axe des champs et ne se coupent qu'à l'origine les courbes s'étageant dans l'ordre des températures décroissantes.

Ces courbes, qu'elles soient relatives au fer ou à l'acier présentent trois caractères principaux : une concavité régulière vers l'axe des champs, un coefficient angulaire infini à l'origine et une ordonnée qui tend vers une limite finie quand l'abscisse croît indéfiniment.

3° La seule équation proposée pour représenter les isothermes est empirique et due à Fröhlich ; elle repose sur

(1) Winthrop R. Wright. *Physical Review*, mars 1918, t. XI, p. 161-169, 3 200 mots, 3 fig., 1 tab.

(1) *Phil. Mag.*, 1914, t. XXVII, p. 357.
(2) *Ber. d. Deut. Phys. Ges.*, 1915, t. XVII, p. 369.

Digitized by Google

l'hypothèse que la susceptibilité est proportionnelle à la quantité dont l'aimantation peut être augmentée

$$\frac{I}{H} = K(I_0 - I),$$

I_0 désignant l'aimantation maximum et K une constante. On

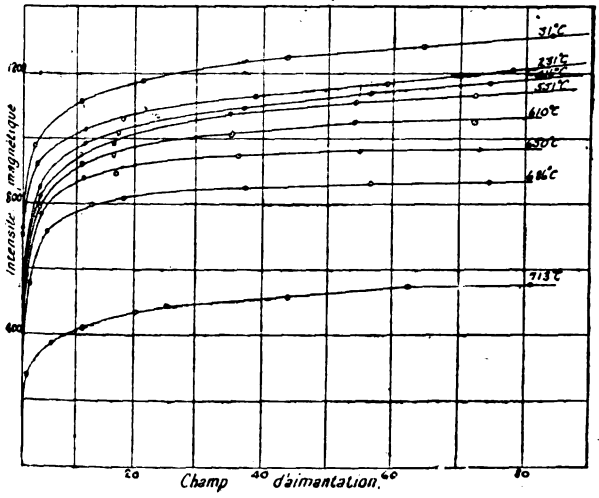


Fig. 1.

peut d'ailleurs mettre l'équation sous la forme plus pratique

$$H\left(\frac{1}{I} - \frac{1}{I_0}\right) = A,$$

A désignant une nouvelle constante.

Cette équation est de forme hyperbolique en H et I, mais linéaire en H et $\frac{H}{I}$.

Sur la figure 2 on a représenté les données de la figure 1

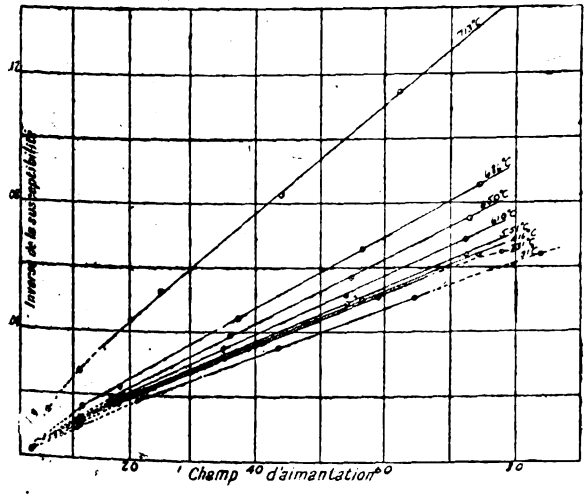


Fig. 2.

en utilisant comme variables ces dernières coordonnées et on peut voir jusqu'à quel point la relation linéaire est vérifiée. Pour aucune des isothermes la relation ne semble valable pour des champs inférieurs à une vingtaine de gauss. D'ailleurs en prenant la dérivée

$$\frac{dI}{dH} = \frac{1}{A}\left(1 - \frac{I}{I_0}\right)^2,$$

on voit qu'on a à l'origine

$$\left(\frac{dI}{dH}\right)_0 = \frac{1}{A};$$

le coefficient angulaire des tangentes aux courbes (I, H) ne pourrait être infini à l'origine que pour une valeur nulle de la constante A.

Ce résultat indique que l'équation de Fröhlich ne peut être considérée que comme une première approximation.

Ashworth, non seulement accepte l'équation de Fröhlich, pour une isotherme déterminée, mais essaye d'introduire la température comme troisième variable en mettant l'équation sous la forme

$$H\left(\frac{1}{I} - \frac{1}{I_0}\right) = RT,$$

R désignant une nouvelle constante et T la température absolue.

Pour H constant l'équation prend une forme hyperbolique en T et I. Mais l'hyperbole de l'équation est convexe vers l'axe des T tandis que les résultats de la figure 2 donneraient une courbe concave.

A. B.

Sur une propriété du ferromagnétisme (1).

Aux très basses températures, l'aimantation à saturation donne directement le moment atomique; aux températures élevées, la variation linéaire de l'inverse du coefficient d'aimantation permet de calculer ce moment en s'appuyant sur la théorie cinétique et le champ moléculaire. Mais les moments ainsi trouvés sont différents. L'atome de nickel a trois magnétons dans le voisinage du zéro absolu et huit dans l'intervalle de 440° à 870°. Cela suffit pour poser le problème du ou des changements d'état qui se produisent entre ces deux régions. Ce problème se précise par le fait que le point de Curie déterminé par la disparition de l'aimantation spontanée est à une quinzaine de degrés au-dessous de celui qui résulte de la droite des inverses des coefficients d'aimantation. Le voisinage du point de Curie est donc plus particulièrement le siège de phénomènes inconnus.

Sur la figure 1, M. Pierre Weiss a tracé les courbes d'aimantation du nickel pour diverses températures voisines du point de Curie.

Les mêmes expériences ont été représentées dans la figure 2, en portant les champs en fonction de la température, pour des valeurs déterminées de l'aimantation spécifique σ. Cette représentation a révélé la relation linéaire existant entre l'aimantation et le champ pour σ = constante. Les droites obtenues sont souvent coudées et le lieu des coudes partage le plan en régions correspondant chacune à un état de la matière. Soit U l'énergie de la substance et soient la température T et σ les variables indépen-

(1) Pierre Weiss. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 8 juillet 1918, t. CLXVII, p. 74, 2 fig.

Digitized by Google

dantes. M. Pierre Weiss adopte pour le champ moléculaire la nouvelle définition $H_m = -\frac{\partial U}{\partial \sigma}$ qui a l'avantage d'éviter toute hypothèse sur la nature des forces qui le produisent et qui comprend l'ancienne

$$H_m = n\sigma \quad (n = \text{const.}),$$

comme cas particulier.

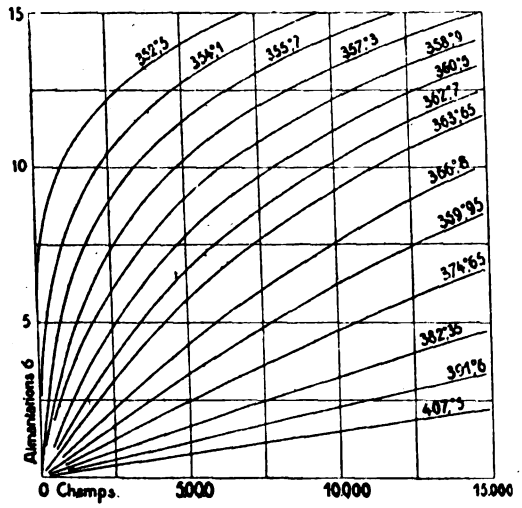


Fig. 1.

La chaleur élémentaire a pour expression

$$(1) \qquad dQ = c_\sigma dT - (H + H_m)\, d\sigma.$$

et, d'après le principe de la conservation de l'énergie, on a

$$(2) \qquad \frac{\partial c_\sigma}{\partial \sigma} = -\frac{\partial H_m}{\partial T},$$

de plus, le principe de Carnot donne

$$(3) \qquad \frac{1}{T}\frac{\partial c_\sigma}{\partial \sigma} = -\frac{\frac{\partial H + H_m}{T}}{\partial T},$$

par suite, on a

$$(4) \qquad \frac{\partial H}{\partial T} = \frac{H + H_m}{T}.$$

et

$$(5) \qquad \frac{1}{T}\frac{\partial c_\sigma}{\partial \sigma} = -\frac{\partial^2 H}{\partial T^2}.$$

L'équation (5) montre que, lorsque H est fonction linéaire de T, on a

$$\frac{\partial c_\sigma}{\partial \sigma} = 0.$$

A cause des égalités (2) et (3), $\frac{H + H_m}{T}$ et H_m sont des fonctions de σ seulement

$$(6) \qquad \frac{H + H_m}{T} = \varphi_1(\sigma) \quad \text{et inversement} \quad \sigma = f\left(\frac{H + H_m}{T}\right),$$

et

$$(7) \qquad H_m = \varphi_2(\sigma).$$

L'équation (6) représente la loi générale de l'aimantation en fonction du champ total $H + H_m$ et de la température; elle comprend comme cas particulier, en faisant $H_m = 0$, la loi donnée par Langevin pour les paramagnétiques. L'équation (7) exprime que le champ moléculaire dépend de la seule variable σ.

L'équation (4) montre que le coefficient angulaire de l'une des droites de la figure 2 donne la valeur de $\frac{H + H_m}{T}$ correspondant à la valeur de σ et son ordonnée à l'origine ($T = 0$) le champ moléculaire changé de signe.

La connaissance d'une famille de droites résout donc par points le problème de la détermination des deux fonctions (6) et (7) dont dépend l'aimantation de la substance.

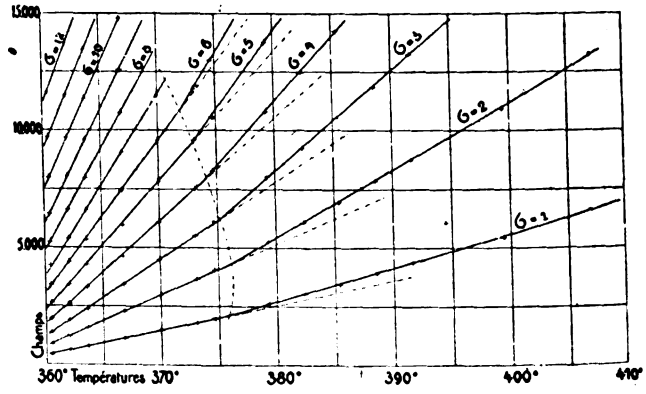


Fig. 2.

La partie gauche de la figure 2 montre que le champ moléculaire est, avec une bonne approximation, proportionnel à σ jusqu'à la limite des expériences ($\sigma = 10$).

Dans la partie droite, la proportionnalité existe encore, mais avec un facteur différent. Les deux états du nickel sont caractérisés par leurs nombres de magnétons et la grandeur des phénomènes magnéto-caloriques.

H. C.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Diagrammes de production et diagrammes de consommation relatifs aux centrales électrogènes à vapeur et autres

L'auteur, rappelant l'étude qu'il avait publiée dans « La Revue électrique » du 15 octobre 1909, de quelques diagrammes annuels, se propose d'étudier, dans cet article, des diagrammes se rapportant à des fractions diverses d'une année. Après avoir indiqué comment on peut obtenir, comme dans le cas des diagrammes annuels, des diagrammes monotones (de même surface mais non accidentés) en partant des diagrammes chronologiques ordinaires, il donne quelques applications des diagrammes monotones journaliers; il indique, en passant, la relation simple existant entre la représentation stéréographique et le diagramme monotone; il termine par des applications à la pratique pour la détermination des consommations de groupes d'unités diversement constitués et par la traduction de ses résultats en formules empiriques utiles.

1. — **Diagrammes relatifs à la production.** — Nous avons eu déjà l'occasion de parler et de faire quelques applications numériques (1) de certains diagrammes particulièrement intéressants :

a) Le diagramme annuel $P = \varphi\ (T)$ des puissances (débits) instantanées rangées en ordre de grandeur décroissante (T allant de 0 à 8 760 heures) ;

b) Le diagramme annuel $P_{max} = \Phi\,(T)$ des puissances (débits) maxima journalières rangées en ordre de grandeur décroissante (diagramme à gradins, chaque puissance maximum journalière affectant 24 heures sur 8 760) ;

c) La courbe intégrale du premier diagramme en prenant comme variable indépendante la puissance

$$E = \int_{P_{max}}^{P=0} T.\mathrm{d}P \text{ (diagramme des productions).}$$

Nous avons alors considéré encore un certain diagramme résumant, en ordre de grandeur décroissante et pour l'année entière, les excès de puissances instantanées sur le multiple immédiatement inférieur de la puissance des unités électrogènes installées (diagramme généralement continu comme le premier et le troisième).

La considération de ces diagrammes était suggérée par leur caractère de fonctions monotones, c'est-à-dire dont la première dérivée conserve toujours le même signe (fonctions continuellement croissantes ou décroissantes).

Des diagrammes analogues à ceux-là et se rapportant à une période d'exploitation plus courte qu'une année (semestre, semaine, jour) peuvent de même être avantageusement pris en considération pour la résolution de problèmes particuliers.

Nous nous proposons de présenter ici quelques applications de pareils diagrammes, afin d'en illustrer l'utilité pratique, ainsi que quelques règles empiriques tirées de l'emploi de ces diagrammes.

2. — **Mode d'obtention des diagrammes monotones.** — Supposons que nous disposions du diagramme chronologique $P = \mathrm{f}\,(T)$ des débits instantanés, étendu à toute la période que l'on considère. On peut obtenir géométriquement le diagramme monotone $P = \varphi\ (T)$ correspondant, par rapport aux mêmes axes OT (abscisses) et OP (ordonnées) en traçant une série de droites parallèles à l'axe des abscisses, en considérant les segments de ces droites compris à l'intérieur du diagramme chronologique et en les déplaçant parallèlement à eux-mêmes vers l'axe des ordonnées, jusqu'à ce que le premier segment vienne en contact de cet axe et que tous les segments successifs viennent en contact entre eux. Ces translations successives constituent une sommation géométrique qui a pour résultat de transformer un diagramme accidenté en un diagramme non accidenté renfermant évidemment la même surface.

En pratique, on peut opérer comme suit : on prépare un tableau avec des colonnes correspondant à différentes puissances échelonnées (par exemple 30 000, 29 750, 29 500, 29 250, 29 000 kw, etc.), et avec des lignes correspondant aux dates. On trace sur chaque diagramme journalier des droites parallèles à l'axe des temps ayant pour ordonnées les mêmes puissances échelonnées. On prépare une bande de papier sur le bord de laquelle on reproduit l'échelle des temps du diagramme journalier. Au moyen de cette bande graduée que l'on déplace progressivement le long d'une desdites droites parallèles, on détermine facilement la somme journalière des segments (durées) intérieurs au diagramme chronologique. On marque cette durée globale dans le tableau, à la ligne de la date du diagramme journalier que l'on consulte et à la colonne de la puissance correspondant à l'ordonnée de la droite parcourue. On remplit ainsi quotidiennement une ligne de cases, qui peut servir à définir numériquement une série de points du diagramme monotone journalier.

(1) A. Della Riccia. Sur le choix des unités électrogènes pour les grandes centrales à vapeur, dans *La Revue électrique* du 15 octobre 1909, t. XII, p. 236-249, 8 fig, 10 tab.

Digitized by Google

Si l'on fait ensuite, colonne par colonne, l'addition des durées inscrites pour une période de 7, de 28 à 31, de 90 et quelques, ou de 360 et quelques jours, on remplit une ligne de cases périodique, qui définit numériquement une série de points d'un diagramme monotone relatif à une semaine, à un mois, à une saison ou à une année.

Rien n'empêche de subdiviser les colonnes en plusieurs parties pour garder une distinction entre les durées relatives à différentes périodes caractéristiques journalières (pointes du soir, pointes du matin, pointes intermédiaires).

Le diagramme monotone $P_{max} = \Phi(T)$ des puissances maxima journalières s'obtient pratiquement comme suit : on prépare un tableau avec des lignes correspondant à différentes puissances échelonnées (par exemple : 30000, 29950, 29850, 29800, 29750 kw, etc.) et avec des colonnes assez nombreuses et juste assez larges pour y inscrire des dates en abrégé. On marque chaque jour dans ce tableau, dans la ligne correspondant à la puissance la plus proche du maximum atteint, la date de ce maximum.

Rien n'empêche de préparer différents groupes de colonnes pour y inscrire séparément les valeurs atteintes par les maxima de l'après-midi, du matin et intermédiaires.

A la fin de la période que l'on considère, il est facile de composer, aux échelles choisies pour le diagramme monotone des débits instantanés $P = \varphi(T)$, celui des maxima journaliers $P_{max} = \Phi(T)$, en traçant d'abord contre l'axe OP et parallèlement à l'axe O T un segment à la hauteur de la puissance maxima maximorum et d'une longueur correspondant à autant de fois 24 heures que ce maximum s'est présenté de jours différents, et en traçant ensuite, dans l'ordre des temps et sans laisser d'intervalles parallèles à O T, d'autres segments analogues correspondant en hauteur et en longueur à la valeur et à la durée des maxima suivants, dans l'ordre du tableau.

Il faut évidemment avoir soin de rapporter sur des diagrammes distincts les puissances maxima journalières correspondant à des périodes différentes de la journée. Ces différents diagrammes peuvent ne pas s'étendre à la totalité des heures de la période considérée, car certains accidents peuvent disparaître certains jours de cette période.

3. — **Indications complémentaires.** — Jetons un coup d'œil sur la figure 1 où la courbe NL'MLM'KM"L"N représente un diagramme journalier des puissances instantanées en ordre chronologique et la courbe $K_1M_1L_1N_1$ le diagramme monotone correspondant.

Si le diagramme chronologique avait l'allure NL'LM'KM"L"N (pointe du matin coupée), le diagramme monotone aurait l'allure $K_1M_1L_2L_1N_1$. Et, si le diagramme chronologique avait l'allure NL'MM'KM"L"N (creux de midi rempli), le diagramme monotone aurait l'allure $K_1M_1M_2L_1N_1$.

On perçoit nettement la correspondance des aires suivantes : XNL'LL"NZ avec $AL_0L_2L_1N_1B$, L'ML avec $L_2M_1L_1$, MLM' (extérieure au diagramme chronologique), avec $M_1L_1M_2$, (extérieure au diagramme monotone), LM'M"L" avec $L_0M_0M_1L_2$, M_1KM'' avec $M_0K_1M_1$.

L'examen des deux tracés permet de remarquer que tout maximum ou minimum du diagramme chronologique donne lieu à un point angulaire avec le sommet en dedans ou en dehors sur le diagramme monotone (le prolongement de l'axe des ordonnées complétant le point angulaire correspondant au maximum maximorum).

Si l'on fait l'addition (dans le sens des durées) de plusieurs diagrammes monotones journaliers en un diagramme hebdomadaire ou mensuel ou annuel analogue, on obtient des courbes présentant des points angulaires avec les sommets en dedans ou en dehors très rapprochés ; mais à l'échelle nécessairement toujours plus réduite qu'il convient d'adopter au fur et à mesure qu'on étend l'addition à une période plus longue, ces angularités s'estompent toujours davantage. Un diagramme annuel finit nécessairement par paraître dépourvu de changements brusques de direction.

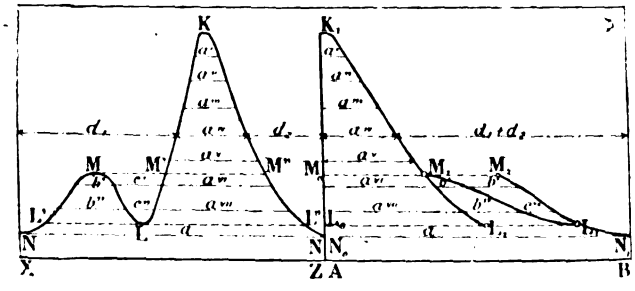


Fig. 1.

En général, aussi bien le diagramme monotone relatif à l'alimentation annuelle d'un réseau de distribution d'éclairage et de petite force motrice, que celui relatif à l'alimentation annuelle d'un réseau de traction urbaine, présente, entre deux parties concaves extrêmes, une ou plusieurs parties convexes dues à la présence des pointes journalières matinales (et de midi).

Par une subdivision des colonnes du tableau d'enregistrement des durées journalières des puissances, comme nous avons dit plus haut, on peut obtenir des diagrammes annuels mettant en évidence, par leurs différences, non seulement l'intervention des pointes matinales, mais encore l'influence des parties creuses comprises entre les deux pointes journalières.

4. — **Exemples schématiques de diagrammes monotones.** — La figure 2 donne, schématiquement, une idée générique des diagrammes monotones relatifs au débit annuel d'usines électriques alimentant des

Digitized by Google

réseaux d'éclairage et de force motrice présentant des durées d'utilisation $U = \frac{\text{énergie débitée}}{\text{puissance max. max.}}$ de 1800, 2100, 2400, 2700, 3000 heures par an.

Ces diagrammes présentent une convexité, sorte de genou, dans les environs de $T = 3000$ heures.

Les diagrammes correspondant des maxima journaliers, en réalités très ondulés, peuvent cependant être représentés assez approximativement par des droites. Celles-ci descendent au-dessous du débit moyen $P_u = \frac{\text{énergie débitée}}{8760}$. La puissance maximum journalière la plus petite de l'année est à cette puissance moyenne dans un rapport qui ne s'écarte pas énormément de 3 à 4.

La même figure donne encore, toujours schématiquement, une idée des diagrammes monotones relatifs au débit annuel d'usines alimentant des réseaux de traction urbaine présentant des durées d'utilisation U de de 3000, 3600, 4200, 4800, 5400 heures par an.

Ces diagrammes présentent un genou dans les environs de $T = 6000$ heures.

Les diagrammes correspondant des maxima journaliers peuvent encore être représentés, assez approximativement, par des droites. Mais dans ce cas ces droites se maintiennent continuellement au-dessus du débit moyen. La puissance maximum journallière la plus petite de l'année est à cette puissance moyenne dans un rapport ne s'écartant pas énormément de 4 à 3.

Répétons que ces diagrammes n'ont rien d'absolu. A

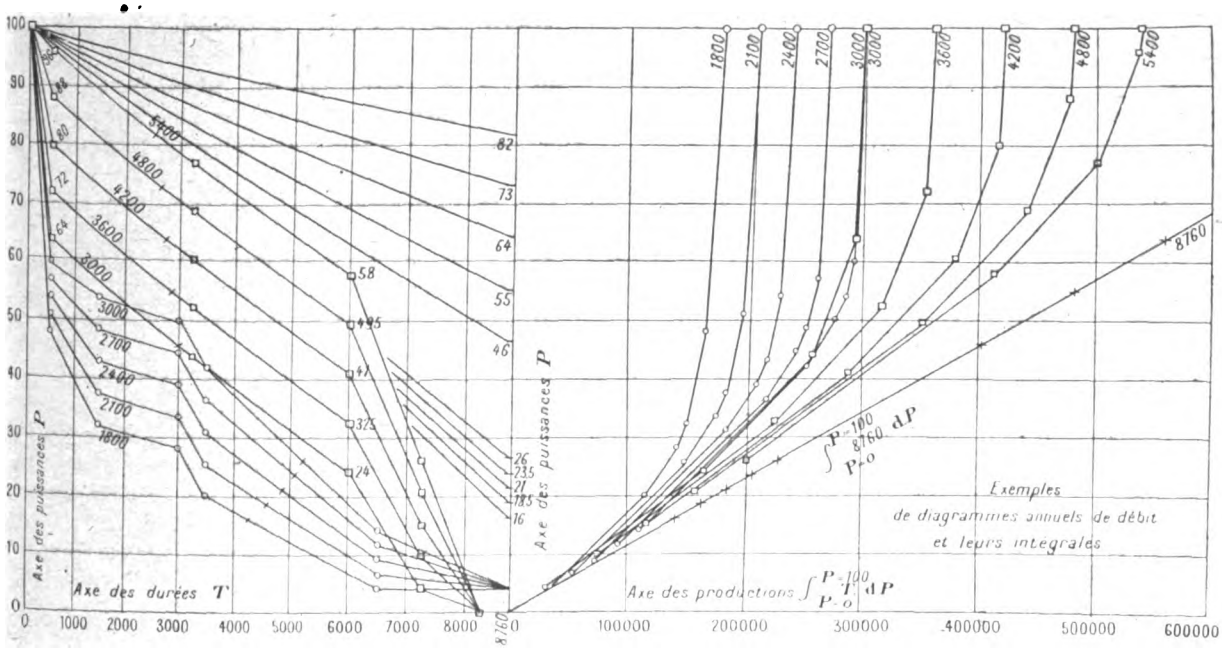


Fig. 2.

égalité de durée d'utilisation, deux diagrammes annuels se rapportant à deux réseaux différents diffèrent non seulement en raison de la latitude (qui fait varier les heures de jour et de nuit) et de la proportion des clientèles des différentes sortes (éclairage public, établissements divers, administrations, industries, commerces, particuliers, etc.), mais encore selon la nature de la distribution électrique, nature dont dépend la proportion des pertes aux différentes charges.

D'ordinaire la demande minimum de l'année d'un réseau d'éclairage dépasse 4 pour 100 de la demande maximum de l'année et d'autant plus que l'utilisation U atteint une valeur plus élevée. Nous l'avons néanmoins supposée uniformément égale à 4 pour 100 afin de renfler, d'autre part, la partie du diagramme correspondant aux fortes charges. D'ordinaire, en outre, la demande d'un réseau de traction a une durée moindre de 8250 heures par an. Nous l'avons néanmoins supposée aussi longue afin de réduire, d'autre part, la partie du diagramme correspondant aux fortes charges.

Ces deux suppositions ont pour but — comme on pourra s'en rendre compte par la suite — d'assigner plus de certitudes à certaines déductions que nous aurons l'occasion de faire.

A la droite de la même figure sont représentées les courbes intégrales $E' = \int_{P=0}^{P=P} T\,dP$ relatives aux dix diagrammes monotones indiqués. (On n'a qu'à les rapporter à des axes d'ordonnées O'P' passant par les points extrêmes correspondant à $P = 100$ pour les transformer dans les intégrales $E = \int_{P=100}^{P=P} T.\,dP$ données plus haut). La droite qui accompagne ces courbes représente l'inté-

Digitized by Google

grale du rectangle circonscrit aux diagrammes monotones

$$E_0 \int_{P=0}^{P=P} T.\mathrm{d}P = \Big| 8\,760\ P \Big|_{P=0}^{P=P} = 8\,760\,P.$$

5. — **Quelques applications des diagrammes monotones journaliers.** — Nous allons exposer d'abord quelques applications des diagrammes monotones journaliers.

Remarquons (voir fig. 3) que si à droite du rectangle OAECD qui circonscrit le diagramme monotone OABCD, on trace la droite DG, représentant l'intégrale $\int_0^P T\mathrm{d}P$ étendue à toute la surface du rectangle, et la courbe DF représentant la même intégrale étendue à la seule surface du diagramme; si, à gauche du même rectangle et du même diagramme, on trace AI (parallèle et égale à GD) et la courbe AH (parallèle et égale à FD) représentant l'intégrale $\int_P^0 T\mathrm{d}P$ pareillement étendue d'abord à la surface du rectangle, ensuite à la surface du diagramme; et si l'on coupe ensuite toute la figure

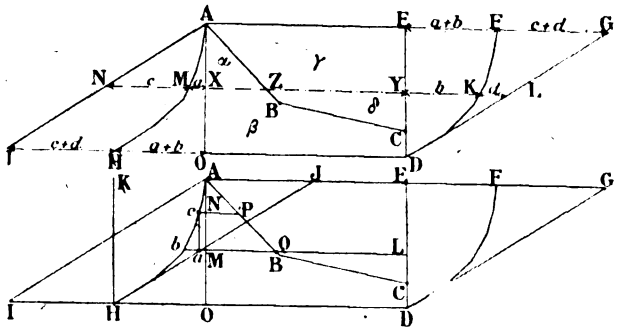


Fig. 3 et 4.

par une droite NMXZYKL parallèle à OD, les segments

$$\mathrm{NM} = c,\ \mathrm{MX} = a,\ \mathrm{YK} = b,\ \mathrm{KL} = d$$

donnent les mesures des aires

$\mathrm{ZAEY} = \gamma$, $\mathrm{XAZ} = \alpha$, $\mathrm{OXZBCD} = \beta$, $\mathrm{BZYC} = \delta$.

Au lieu de tracer DG et DF à droite du rectangle, on peut ajouter, du côté gauche, HJ parallèle à IA en remplacement de DG et HK parallèle à OA en remplacement de DE (voir fig. 4). On évite alors de tracer deux fois la courbe intégrale du diagramme.

Considérons maintenant deux droites parallèles à OD : une droite cNP et une droite baMQL, dont les points c — sur la courbe AH — et a — sur la droite HJ — sont à la même distance de l'axe OA (c'est-à-dire que ac est parallèle à OA).

Le segment Nc est proportionnel à l'aire NAP; le segment Mb à l'aire MAQ. Donc le segment ab = Mb − Nc est proportionnel à l'aire MNPQ. Mais le segment ab est, d'autre part, proportionnel à l'aire BQLC. Donc

$$\mathrm{MNPQ} = \mathrm{BQLC}.$$

Si l'on prend à considérer une installation comprenant :

1° Une usine (ou partie d'usine) hydro-électrique de puissance p' desservie par un canal dimensionné pour un débit q' dérivé d'un cours d'eau à débit variable;

2° Une usine (ou partie d'usine) hydro-électrique, de puissance p'', desservie par un canal dimensionné pour un débit q'' dérivé d'un bassin ou réservoir de capacité Q alimenté par l'excès d'eau provenant du premier canal aux heures de faible charge;

3° Une usine par moteurs Diesel de puissance p'''.

On voit que la construction :

baMQL parallèle à OD, ac parallèle à OA, cNP parallèle à OD,

ou la construction inverse, appliquée à une série de diagrammes journaliers correspondant à des dates différentes, peut servir à déterminer des relations utiles entre :

OM, ou la puissance p', ou le débit q' aux dates indiquées;

BQLC = ba, ou la quantité d'eau utilisée par la deuxième partie d'usine, ou la capacité Q;

MN, ou la puissance p'', ou le débit q' aux dates indiquées;

MNPQ = ba, ou la quantité d'eau utilisée par la deuxième partie d'usine, ou la capacité Q;

NA, ou la puissance p''' nécessaire à parfaire la puissance OA à livrer aux dates indiquées,

NAP = cN, ou la quantité de combustible nécessaire au fonctionnement des moteurs Diesel aux mêmes dates.

Il est facile de tenir compte, éventuellement, des écarts dus aux rendements des différentes parties de l'installation.

Remarquons que si a se trouve à l'intersection de HJ avec OA, c coïncide avec A, $p''' = 0$ et la centrale thermique n'a plus à intervenir (1).

6. — **Une application du diagramme monotone annuel.** — Dans une note présentée le 14 avril 1912 à la Reale Accademia dei Lincei, le regretté professeur L. Orlando a indiqué l'application suivante du diagramme monotone annuel de la puissance demandée par une distribution électrique urbaine.

Supposons que les dépenses d'exploitation d'une usine puissent être mises sous la forme $GP + \gamma E$, soit, si l'on se rapporte à l'unité de puissance

$$G + \gamma \frac{E}{P} = G + \gamma U.$$

(1) Nous nous sommes servis, en 1911, d'un procédé comme celui que nous venons d'exposer pour la détermination de la capacité d'un bassin à fonctionnement journalier devant compléter les installations électriques de la commune de Rome.

Digitized by Google

Supposons que la distribution puisse être alimentée par trois sources :

Une usine (ou partie d'usine) hydro-électrique alimentée par un cours d'eau et dont les dépenses unitaires d'exploitation correspondent à la formule $G_1 + \gamma_1 U$;

Une usine (ou partie d'usine) hydro-électrique alimentée par un bassin et dont les dépenses unitaires d'exploitation correspondent à la formule $G_2 + \gamma_2 U$;

Une usine à vapeur dont les frais unitaires de production correspondent à la formule $G_3 + \gamma_3 U$.

Les deux relations

$$G_2 + \gamma_2 U' \leq G_1 + \gamma_1 U',$$

et

$$G_3 + \gamma_3 U'' \leq G_3 + \gamma_3 U'',$$

donnant

$$U' \leq \frac{G_1 - G_2}{\gamma_2 - \gamma_1},$$

et

$$U'' \leq \frac{G_2 - G_3}{\gamma^3 - \gamma_3},$$

le diagramme monotone annuel donnera, en correspondance des valeurs U' et U'' de U, l'indication des puissances P' et P'' au-dessus desquelles, à la première installation il faut adjoindre la deuxième, et à ces deux installations il faut adjoindre la troisième pour réaliser le maximum d'économie (voir fig. 5).

Ajoutons que si G_3h, G_2k, G_1L sont, par rapport aux axes OG et OD, les droites correspondant aux trois formules indiquées, la ligne OG_3HKLD représente le diagramme des dépenses unitaires d'exploitation en fonction de la durée d'utilisation.

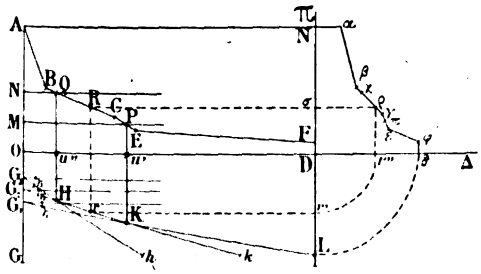


Fig. 5.

On peut passer du diagramme OABCEFD et de ce dernier à un nouveau diagramme, rapporté aux axes DΔ et DΠ, représentant les dépenses d'exploitation ϖρ en fonction de la puissance débitée Dσ. Il suffit, pour cela, d'appliquer la construction indiquée par le tracé pointillé Rrr'r''ρϖR relatif aux points R et r, à tous les points des deux diagrammes OABCEFD et OG_3HKLD présentant quelque singularité. On obtient ainsi le diagramme Dϖρχγβαll qui, avec les axes DΔ et DΠ, renferme une surface proportionnelle à la dépense annuelle totale d'exploitation.

7. — **Représentation stéréographique de la demande annuelle de puissance d'un réseau.** — Si on découpe les 365 diagrammes chronologiques journaliers d'une même année, tracés tous à la même échelle sur des cartons de même épaisseur, et on les juxtapose dans une boîte ad hoc, on compose une représentation stéréométrique de la demande de puissance.

Dans cette représentation, des accidents occasionnels, ainsi que les dimanches et autres jours de fête, introduisent des irrégularités qu'il est facile d'éliminer par l'imagination.

S'il s'agit de diagrammes relatifs à un réseau de traction, une sorte d'ondulation rythmique est introduite par le fait, qu'en dehors des dimanches, il y a des jours de semaine plus ou moins... affectionnés par les voyageurs. Ainsi, à Paris, le mercredi et le jeudi correspondent à deux maxima à peu près équivalents, le mardi et le vendredi à deux minima à peu près équivalents, le lundi et le samedi à deux valeurs intermédiaires à peu près équivalentes.

S'il s'agit de diagrammes relatifs à un réseau d'éclairage, on découvre, dans ladite représentation stéréométrique, l'influence des habitudes civiles et des circonstances astronomiques.

La figure 6 donne une représentation graphique, par la méthode des courbes de niveau, de la représentation stéréométrique de la demande de puissance de la ville de Paris, épurée des accidents occasionnels, ainsi que de ceux dus aux jours de fête. Nous avons tracé, sur cette représentation stéréographique, les courbes des levers et des couchers du soleil, ainsi que la courbe du midi vrai. On note, de suite, l'arrondissement du mamelon représentant l'ensemble des pointes de l'après-midi, les sommets de ces pointes suivant presque régulièrement, à une heure et demie de distance, l'heure du coucher du soleil.

Il existe une relation simple entre la représentation stéréographique et le diagramme monotone de la demande de puissance d'un réseau, relatifs à la même période : la surface comprise entre les courbes de niveau correspondant à deux puissances P_1 et P_2 sur la représentation stéréographique est égale à la différence entre les abscisses correspondant aux deux ordonnées P_1 et P_2 sur le diagramme monotone.

8. — **Diagramme de consommation d'une unité productrice.** — La consommation totale c d'une unité génératrice en fonction de sa production p (soit qu'il s'agisse de la consommation d'un turbo-alternateur exprimée en kilogrammes de vapeur par heure en fonction des kilowatts débités, ou de la fraction de charge normale supportée, soit qu'il s'agisse de la consommation d'une chaudière exprimée en kilogrammes de charbon par heure en fonction des kilogrammes de vapeur débités par heure, ou de la fraction de charge normale supportée) peut être représentée analytiquement par la

Digitized by Google

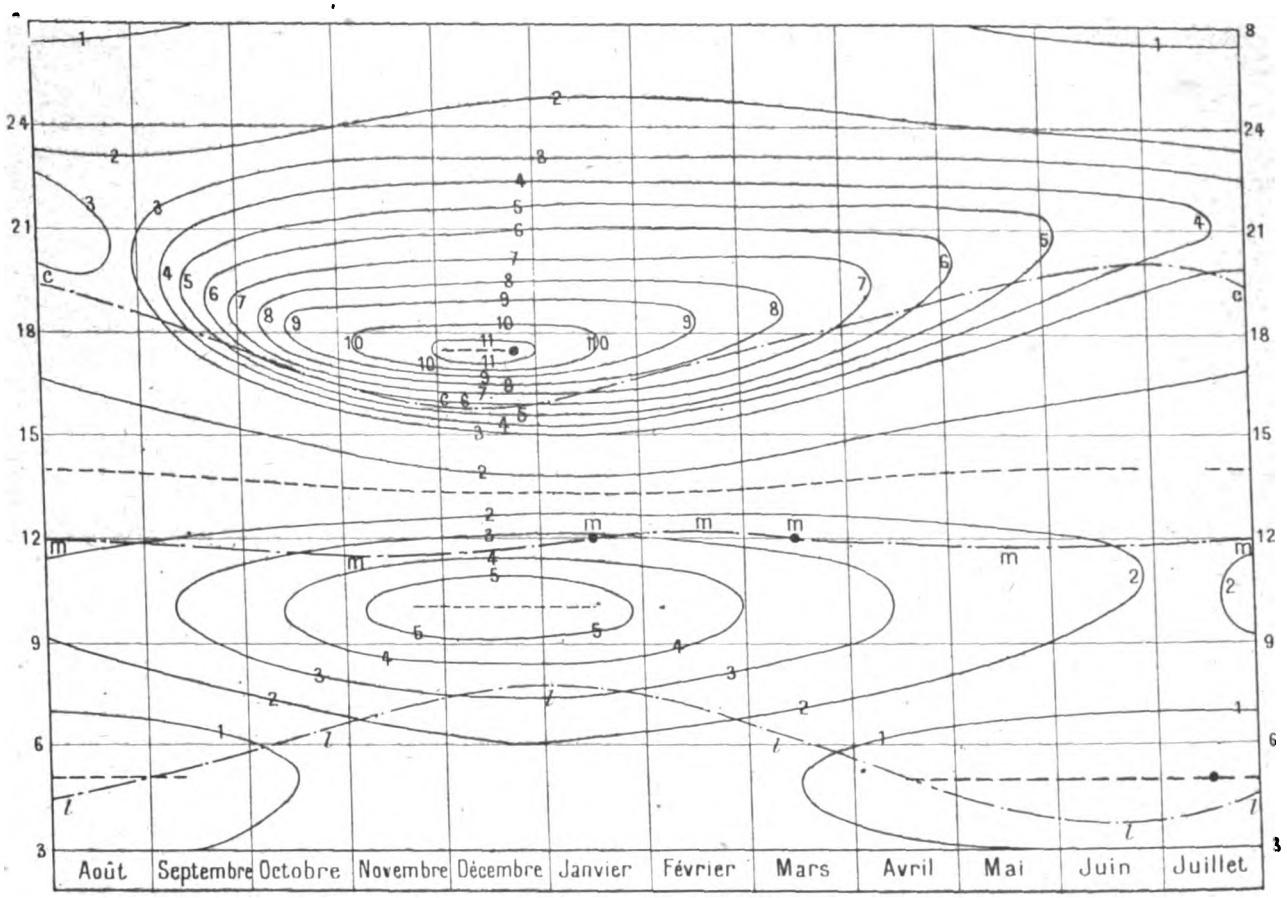


Fig. 6. — Représentatton stéréométrique de la demande de puissance de la ville de Paris.

formule $c = \sum_{0}^{n} c_m p^m$, série dont on peut généralement se borner à considérer un petit nombre de termes (jamais plus de 7) et géométriquement par un tronçon de courbe dont l'ordonnée *croît continuellement* avec l'abscisse, depuis une ordonnée minimum c_0 correspondant au fonctionnement à vide, jusqu'à une ordonnée maximum c_n correspondant au fonctionnement à la pleine charge. Ces deux représentations peuvent d'ailleurs être étendues aux surcharges. Dans tous les cas, le diagramme de la consommation totale d'une unité génératrice est naturellement un diagramme monotone.

Ce diagramme se compose, en procédant du vide à la pleine charge, d'une partie concave, ou presque rectiligne, ou convexe suivie d'une partie concave, ou presque rectiligne, ou convexe. Il peut donc présenter neuf allures différentes.

Le diagramme de la consommation de vapeur d'un turbo-alternateur alimenté par plusieurs tuyères, ou en plusieurs points de son labyrinthe, peut assumer une forme à gradins, chaque gradin présentant une des neuf allures indiquées.

La consommation unitaire c/p correspondant à une charge p est donnée par la tangente de l'angle que le rayon vecteur partant de l'origine O et passant par le point (p,c) fait avec l'axe des abscisses O p.

Cette consommation unitaire diminue généralement au fur et à mesure que la charge augmente. Toutefois, si

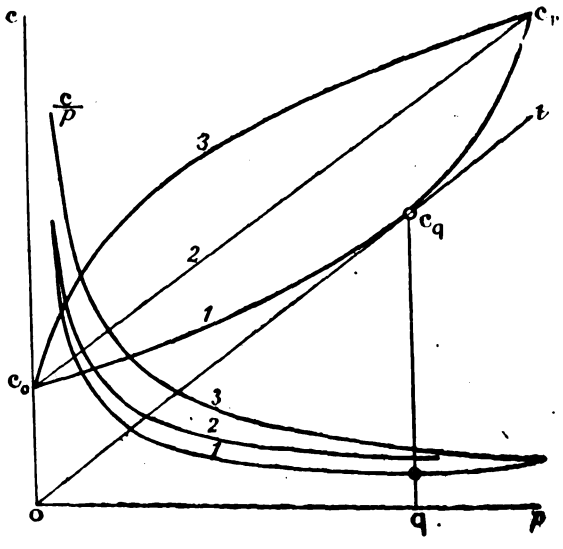


Fig. 7.

le diagramme présente une partie concave (fig. 7), il peut se faire qu'un certain rayon vecteur lui soit tangent

Digitized by Google

et que d'autres rayons vecteurs plus élevés le coupent en deux points. Dans ce cas, la consommation unitaire décroît jusqu'à une certaine valeur minimum pour recroître ensuite.

9. — **Diagrammes de consommation d'un groupe d'unités identiques.** — Le diagramme de la consommation totale $c^{(n)}$ d'un groupe composé de n unités productrices identiques et fonctionnant toutes à la même charge p/n s'obtient du diagramme de la consommation totale d'une seule unité par une construction homothétique, au rapport n, centre dans l'origine des coordonnées, ce qui correspond à un simple changement d'échelle, puisque, naturellement

$$\frac{c^{(n)}}{n} = \sum_{0}^{\infty} c_m \left(\frac{p}{n}\right)^m.$$

Il s'ensuit que, si le diagramme primitif n'est coupé, par tout rayon vecteur, qu'en un seul point, le faisceau des diagrammes $c^{(1)}$, $c^{(2)}$, $c^{(3)}$, etc., ne présentera aucun point d'intersection entre deux diagrammes quels qu'ils soient, ni aucune tangente commune. Mais, si le diagramme primitif admet un rayon vecteur tangent, et des rayons vecteurs sécants, le faisceau des diagrammes c, $c^{(2)}$, $c^{(3)}$, etc., admettra une tangente commune et pourra présenter des points d'intersection entre deux diagrammes immédiatement et même non immédiatement consécutifs.

Le diagramme de la consommation totale d'un groupe composé de n unités productrices identiques, dont $n-1$ fonctionnant à pleine charge et une fonctionnant à charge variable (n étant le nombre variable d'unités strictement nécessaire pour épuiser la charge totale dans ces conditions), est un diagramme à gradins équidistants, se succédant à des intervalles p_n (puissance normale d'une unité) dans le sens des abscisses et à des intervalles c_n (consommation à pleine charge) dans le sens des ordonnées, chaque gradin reproduisant le diagramme de la consommation totale de l'unité employée.

Dans les figures 8, 9, 10 et 11, $OA_1C_1D_1$ est le diagramme de consommation totale d'une unité;

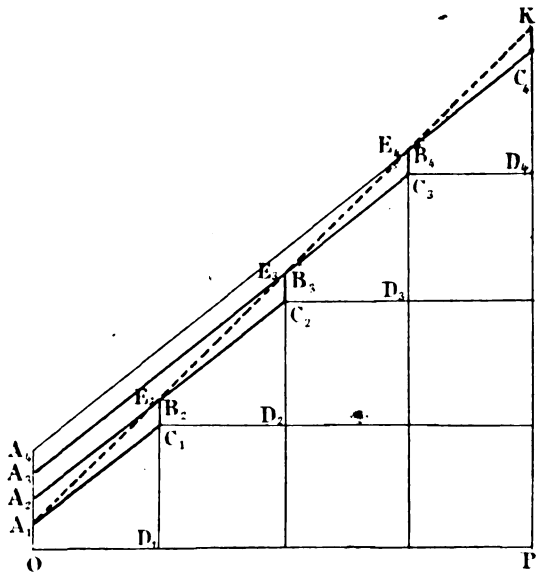


Fig. 9.

$OA_1C_1B_2C_2B_3C_3B_4C_4P$ est le diagramme de consommation de quatre unités intervenant successivement, les unités précédemment en marche continuant à fonctionner à pleine charge; A_2C_2, A_3C_3, A_4C_4, sont les dia-

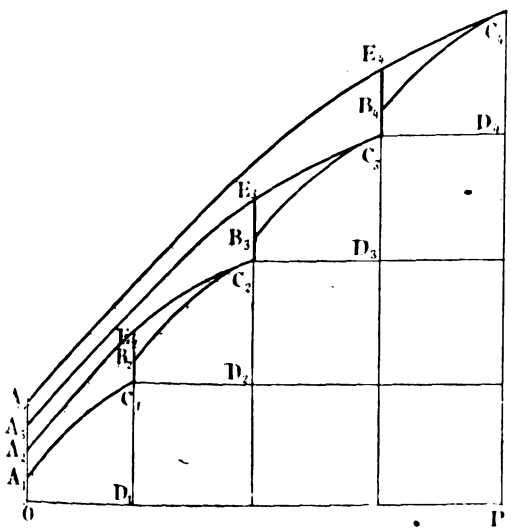


Fig. 8.

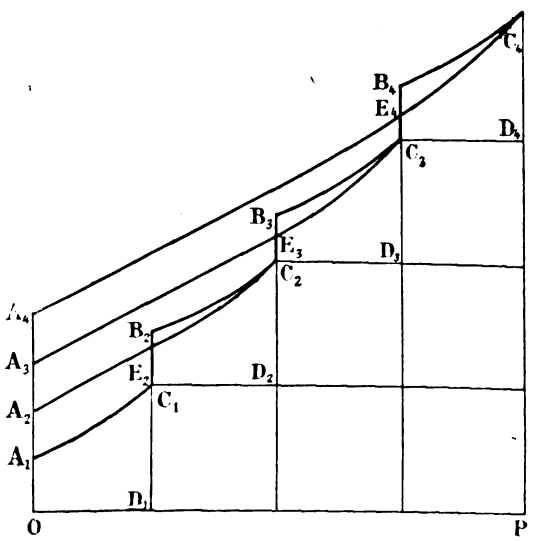


Fig. 10.

grammes de consommation totale de 2, 3, 4 unités se partageant uniformément la charge depuis $p = 0$, jusqu'à $p = 2, 3, 4\ p_n$; $OA_1C_1E_2C_2E_3C_3E_4C_4P$ est le diagramme de consommation totale de 4 unités intervenant

Digitized by Google

successivement, toutes les unités se partageant continuellement la charge d'après leur nombre.

On voit que ce diagramme $OA_1C_1E_2C_2E_3C_3E_4C_4P$ est plus ou moins avantageux que le diagramme $OA_1C_1B_2C_2B_3C_3B_4C_4D$ selon que le diagramme A_1C_1 est concave (fig. 10) ou convexe (fig. 8). Les deux diagrammes se confondent en un seul lorsque le diagramme A_1C_1 est rectiligne (fig. 9).

Dans le cas d'un diagramme A_1C_1, non seulement concave, mais admettant un rayon vecteur tangent OT_1 pour une production $q < p_n$, non seulement le diagramme $OA_1C_1E_2...P$ est plus avantageux que le diagramme $OA_1C_1B_2...P$, mais il existe un diagramme $OA_1T_1M_2E_2T_2M_3T_3E_4M_4T_4E_4C_4P$ plus avantageux encore. Ce dernier suppose l'intervention anticipée des

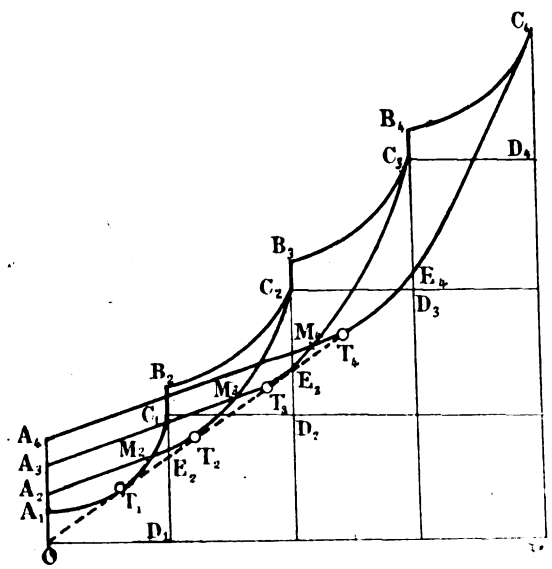


Fig. 11.

unités, avant que celles en marche aient reçu leur charge normale. Les points $M_2M_3M_4$ sont les points d'intersection des diagrammes A_1C_1 avec A_2C_2, A_2C_2 avec A_3C_3, A_3C_3 avec A_4C_4 (fig. 11).

Dans le cas de la figure 9 se trouvent généralement les groupes de turbo-alternateurs. Dans celui de la figure 11 les groupes de chaudières.

10. — **Diagrammes de consommation d'un groupe d'unités différentes.** — Si les unités sont différentes et si elles interviennent successivement, le diagramme de la consommation totale peut assumer des allures d'autant plus variées que le nombre des unités différentes est plus grand. Ainsi avec trois unités différentes a, b, c, on a autant de diagrammes que de dispositions : abc, bca, cab, cba, bac, acb. D'autres diagrammes encore sont fournis par des fonctionnements où différents sous-groupes d'unités se partageant entre elles une partie de la charge, soit en proportion de leurs puissances soit autrement, interviennent successivement dans la production. Un diagramme plus simple est fourni par le fonctionnement où toutes les unités interviennent simultanément dans la production, quelle qu'en soit la valeur.

Mais le diagramme le plus économique se compose ordinairement de tronçons de diagrammes différents. Il importe donc de bien connaître tous ces diagrammes pour pouvoir y recourir au bon moment si l'on veut réaliser une exploitation aussi économique que possible. La connaissance de la consommation unitaire des différentes unités à pleine charge n'est pas suffisante pour cette réalisation. L'exploitant doit, par des essais complets, se rendre bien compte de la valeur de la consommation dans toutes les conditions de production pouvant se présenter dans la pratique

11. — **Transformation des diagrammes.** — Etant donné un diagramme de production relatif à une période de temps quelconque, mis sous forme monotone et un diagramme caractéristique de consommation, naturellement monotone, relatif à un groupe d'unités productrices, il est facile d'obtenir le diagramme de la consommation effective dudit groupe réalisant ladite production. Il s'agit de remplacer, sur le premier diagramme, en correspondance d'une abscisse déterminée, l'ordonnée représentant la production par une ordonnée représentant la consommation, après avoir cherché cette dernière sur le second diagramme.

Pratiquement, on peut procéder (voir fig. 12) ainsi que l'indique le tracé pointillé pq'r's't' se rapportant au diagramme caractéristique convexe, ou le tracé pq"r"s"t" se rapportant au diagramme caractéristique concave ; ou bien (voir fig. 13) ainsi que l'indiquent les tracés pointillés pq'r's't' et pq"r"s"t" dont les points r's' et r"s" sont cherchés sur la droite OK bissectrice de l'angle droit POC.

On peut dire que, par cette opération, on fait le produit du diagramme PpD par le diagramme cqQ. On obtient le diagramme Ttx, monotone comme les deux précédents.

Si le diagramme caractéristique de la consommation est une droite passant par l'origine O (voir fig. 14) l'opération qui devient plus simple si on la conduit comme dans la figure 13) conduit à un simple changement de l'échelle des ordonnées. On peut alors s'en passer et remplacer T't'D, ou T"t"D par PpD quitte à supposer l'échelle des ordonnées augmentée dans le rapport OT' : OP = PQ' : PR = PQ' : PO = tgα' ou diminuée dans le rapport OT" : OP = PQ" : PR = PQ" : PO = tgα".

Si le diagramme caractéristique de la consommation est une droite ne passant pas par l'origine O, mais par un point différent de COD, soit C_0, le diagramme de la production PpD, dûment complété, peut encore servir à représenter le diagramme de la consommation effective (voir fig. 15).

En effet, prolongeons le diagramme caractéristique C_0R jusqu'en O sur l'axe OP et traçons O'D' parallèle à OD.

Digitized by Google

Pour tout point U du diagramme O'PpDD' on peut constater que

$$UW = UV + VW = \frac{uv}{tg\,\gamma} + \frac{vw}{tg\,\gamma} = \frac{uw}{tg\,\gamma}.$$

En correspondance de l'abscisse OV, l'ordonnée UV du diagramme de la consommation a été remplacée par

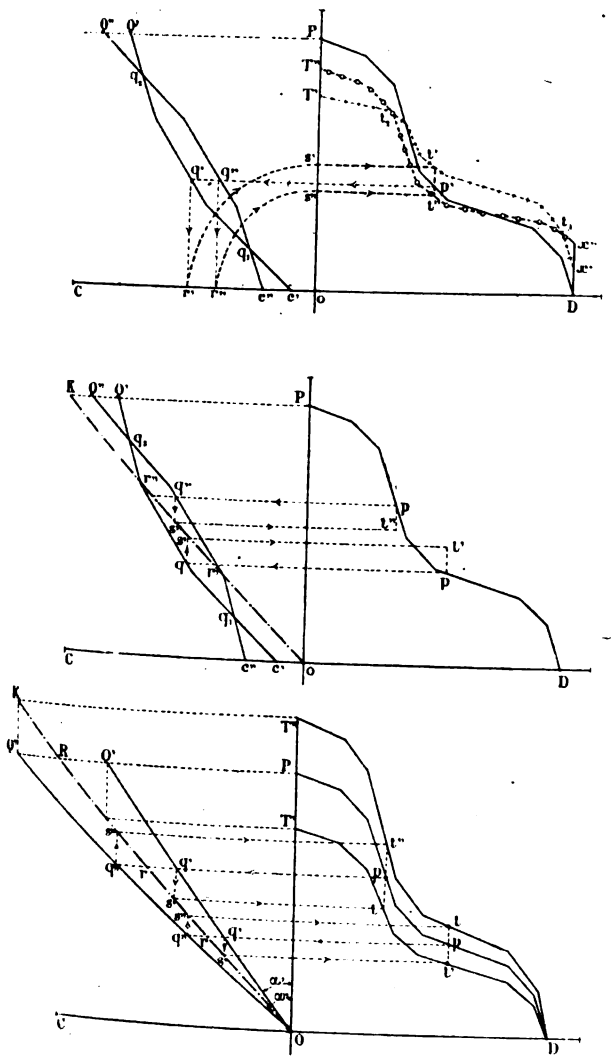


Fig. 12, 13 et 14.

une ordonnée UW proportionnelle à l'ordonnée uw du diagramme caractéristique. Le diagramme O'PpDD' peut donc représenter la consommation effective.

La figure 15 indique en outre comment on peut passer d'un diagramme PpmpD représentant la consommation effective dans l'hypothèse que la consommation caractéristique soit représentée par la droite OQ, au diagramme TtmtZD qui représentera la consommation effective dans l'hypothèse que la consommation caractéristique soit représentée par la droite C_0R.

La figure 16 résout le même problème dans le cas où $\gamma > \alpha$; et la figure 17 indique comment se transforme le diagramme de la consommation $Pp_2m_2m_1p_1D$ si le diagramme caractéristique OS se change dans l'autre, plus compliqué, $C_0n_1n_2R$.

Dans toutes ces figures $OP = PQ : tg\alpha$.

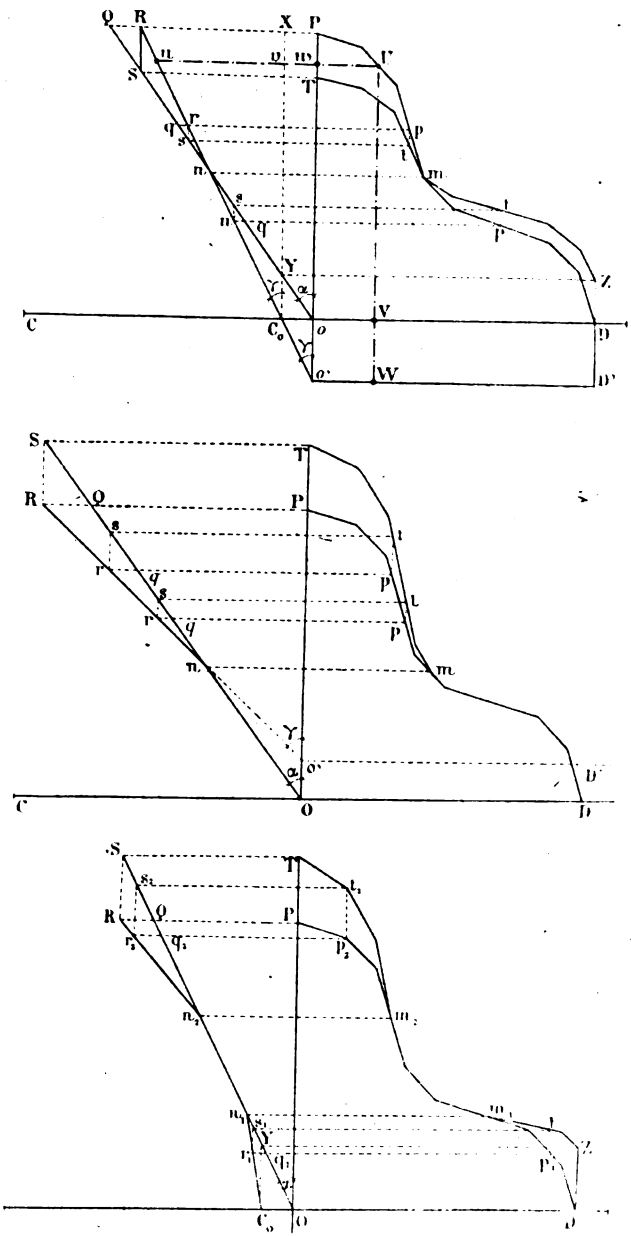


Fig. 15, 16 et 17.

12. — **Diagrammes de consommation des turbo-alternateurs.** — Le diagramme caractéristique de la consommation d'un turbo-alternateur, de puissance normale *P*, entre le vide et la surcharge qu'il peut supporter en exploitation courante, se compose généralement d'une première partie légèrement convexe suivie d'une deuxième partie légèrement concave. Mais on

Digitized by Google

peut, sans gros inconvénients, le supposer rectiligne et écrire $c_p = A + ap$.

Nous exprimerons la charge ou production p en milliers de kilowatts (ou mégawatts) et c_p en tonnes de vapeur par heure. Nous supposerons que la vapeur soit fournie à la turbine à la pression de 13 kg : cm² et à la température de 325°C, et que le condenseur (par surface) soit desservi de manière que la vapeur y trouve un vide de 95 à 96 pour 100.

Les coefficients A (consommation fictive à vide, légèrement différente de la consommation effective à vide, à cause du remplacement de la courbe convexo-concave, par une droite s'écartant aussi peu que possible de l'ensemble de ladite courbe) et a (gradient de la consommation avec la charge) dépendent, pour une série déterminée de turbo-alternateurs de même construction, mais de puissances différentes, de la valeur P de la puissance nominale du turbo-alternateur que l'on prend à considérer.

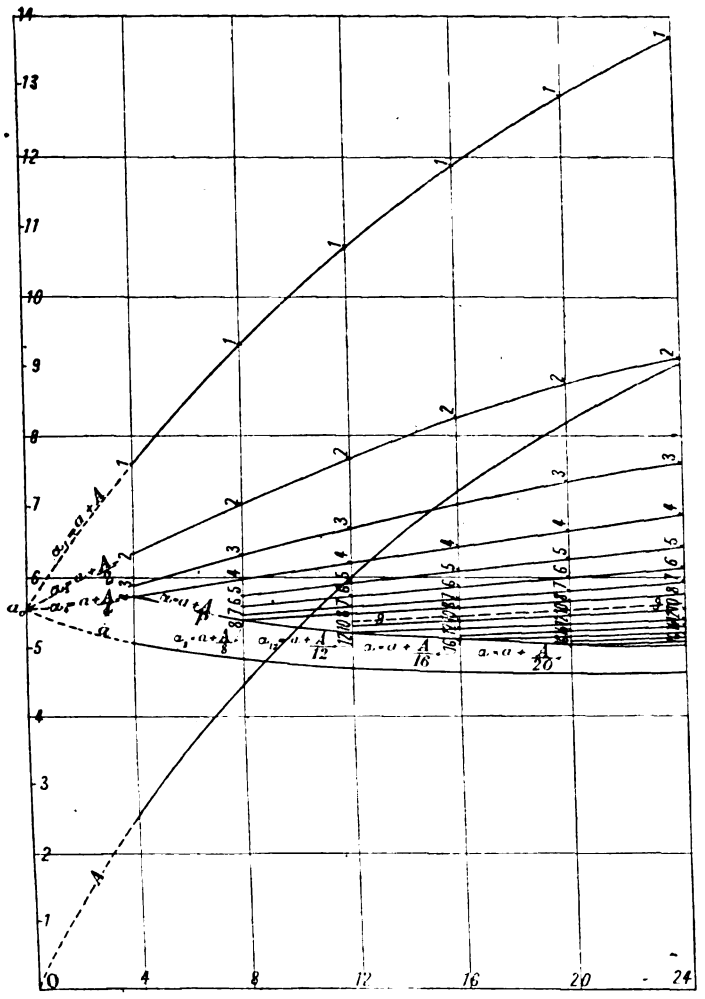


Fig. 18.

Pour procéder à des comparaisons économiques, il convient de comprendre, dans ces coefficients, les quantités de vapeur consommées, d'une manière ou d'une autre, pour l'excitation de l'alternateur et pour le fonctionnement des moteurs et des pompes desservant la condensation, surtout parce que la consommation de ces moto-pompes dépend elle-même de la quantité de vapeur requise par la marche de la turbine. Sans cela, tout parallèle, sous le point de vue de la consommation totale, entre deux turbines de caractéristiques différentes, serait évidemment incomplet.

Il est excessivement difficile d'obtenir, au sujet des caractéristiques des turbo-alternateurs construits ou projetés par les différents constructeurs, des renseignements complets et exactement comparables.

La plupart des fois, les garanties se rapportent à des pressions et à des températures de vapeur, à la vanne d'admission, et à des degrés de vide, au condenseur, assez différents. L'eau de réfrigération est supposée à des températures différentes, est à prendre à des niveaux différents et est à refouler à des hauteurs piézométriques différentes. Les moteurs des pompes affectées à la condensation peuvent être de natures très différentes, et, si de même nature, peuvent être alimentés de manières très variées. Des considérations commerciales peuvent en outre déterminer les constructeurs à modifier plus ou moins l'une ou l'autre des garanties, selon les visées particulières qu'ils supposent aux clients.

D'autre part, la manière de travailler de la vapeur dans les aubages de la turbine, le degré relatif d'action et de réaction adopté, la vitesse de rotation à réaliser, le choix de certains détails, la perfection de la construction etc., etc., sont autant de causes de divergence entre les caractéristiques de séries de turbo-alternateurs différents.

Il est donc extrêmement difficile de donner à une étude générique concernant les consommations de vapeur que l'on peut réaliser en pratique, des bases bien certaines.

Nous avons eu, à plusieurs reprises, l'occasion de comparer entre eux quelques turbo-alternateurs pouvant être considérés comme appartenant à une même série, et de comparer ensuite entre elles des séries différentes plus ou moins complètes de turbo-alternateurs.

Nous avons constaté que, pour des groupes d'une même série fonctionnant dans les mêmes conditions (excitation, pour $\cos\varphi = 0{,}8$, et condensation, en prenant l'eau à une profondeur de 6 m et en la refoulant à une hauteur de 1 m, comprises) on peut exprimer les coefficients A et a comme suit :

$$\begin{cases} A_P = A_0 + A_1 P - A_2 P^2 + A_3 P^3, \\ a_P = a_0 - a_1 P + a_2 P^2 - a_3 P^3 + a_4 P^4 - a_5 P^5 + a_6 P^6, \end{cases}$$

où A_0 est un coefficient généralement négligeable et où

$$A_1 > A_2 > A_3$$

Digitized by Google

et

$$a_1 > a_2 > a_3 > a_4 > a_5 > a_6.$$

Quant à l'alternance des signes elle *paraît* être caractéristique.

La consommation unitaire à pleine charge peut donc être exprimée sous la forme

$$z = \frac{A^P}{P} + a = (A_1 + a_0) - P\left((A_2 + a_1) + a_3 P^2 + a_4 P^3\right),$$
$$- P^2\left((A_3 + a_2) + a_5 P^2 + a_6 P^3\right),$$

où évidemment

$$A_2 + a_1) + a_3 P^2 + a_5 P^4 > (A_3 + a_2) + a_4 P^2 + a_6 P^4.$$

Mais l'examen de séries différentes de turbo-alternateurs et d'étendues différentes nous ont fourni, même pour un fonctionnement rapporté toujours aux mêmes conditions, des valeurs de $a_0 \ldots a_6$ et surtout de $A_1 \ldots A_2$ assez divergentes d'une série à l'autre, dans leurs parties communes.

Nous avons alors déterminé, pour un certain nombre (3) de séries, au moyen des expressions trouvées, les valeurs de A_P et a_P, pour des turbo-alternateurs de certaines puissances échelonnées $P_1 P_2 \ldots P_n \ldots P_6$ et nous avons avons fait les moyennes telles que

$$\frac{1}{m}\left(A^1_{P_n} + A^{(2)}_{P_n} \ldots + A^{(m)}_{P_n}\right)$$

et

$$\frac{1}{m}\left(a^{(1)}_{P_n} + a^{(2)}_{P_n} + \ldots + a^{(m)}_{P_n}\right),$$

nous avons obtenu pour

	$P=$ 4	8	12	16	20 Mw,
(1)	$A_P =$ 2,540	4,490	6,010	7,220	8,190 t:h,
	$a_P =$ 5,050	4,827	4,726	4,679	4,657 t:Mwh,
	$z_P =$ 5,685	5,388	5,227	5,130	5,067 t:Mwh.

Nous nous sommes aperçus que ces résultats moyens (qu'il ne faut pas considérer d'ailleurs comme ayant une valeur absolue) peuvent être représentés, sans grands écarts, par les expressions

$$\begin{cases} A_P = 11{,}6\,(1 - 0{,}94^P), \\ a_P = 4{,}639 + 0{,}911 \times 0{,}82^P\ (1). \end{cases}$$

Maintenant, si l'on remarque que

$$A_P = A(1 - B^P) = -M \log B.P - M\frac{(\log B)^2}{1.2}.P^2 - M\frac{(\log B)^3}{1.2.3}.P^3 \ldots$$

$$a_P = m_0 + mb^P = m_0 + m + m \log b\ P + \ldots$$
$$+ m\frac{(\log b)^2}{1.2}.P^2 + m\frac{\log b)^3}{1.2.3}.P^3 + \ldots$$

(1) Pour le même degré de vide, mais pour de la vapeur à 12 1/2 atmosphères et à 300° C seulement, ces coefficients seraient à augmenter de 3,9 pour 100 environ.

et si l'on tient compte que, pour

$$e^{-1} < B < 1 \quad \text{et} \quad e^{-1} < b < 1,$$

on a

$$(2) \qquad -1 < \log B < 0 \quad \text{et} \quad -1 < \log b < 0\ (1),$$

on retrouve d'abord l'inversion des signes des coefficients des mêmes puissances de P dans ces expressions en série de A et de a, ainsi que l'alternance des signes de A_1, A_2, $A_3 \ldots$, celle des signes de a_1, a_2, $a_3 \ldots$, de même que la continuelle décroissance des valeurs absolues de ces suites de coefficients, que nous avons notées plus haut dans les expressions en polynômes.

Il faut noter encore que les expressions-séries assurent respectivement, à A_P et a_P un caractère de croissance et de décroissance continue (monotonie) que les expressions polynômes n'assurent que pour P inférieur à certaines limites (où A_P est maximum et a_P minimum).

La figure 18 donne la courbe des valeurs de A_P (peut-être un peu trop réduites), celle des valeurs de a_P et celles des valeurs de $z_{P_p} = \frac{A_P}{p} + a_P$ (consommation unitaire à une charge P donnée correspondant à l'emploi de turbo-alternateurs de puissances nominales p différentes) pour $p = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ (pointillée); 10, 12, 14, 18, 20 entre $P = 0, 4, 8$, et $P = 24$; mais les valeurs pour P compris entre 0 et 4, et entre 20 et 24 doivent s'écarter de la réalité relativement d'avantage que celles correspondant à P compris entre 4 et 20.

On voit que toutes les courbes

$$z_{P_p} = a_P + \frac{A_P}{p}$$

pour une valeur de p déterminée de la charge, croissent avec la valeur de P de la puissance nominale (abscisse). La consommation unitaire correspondant à une charge donnée augmente donc toujours avec la puissance du groupe employé.

Quant à la consommation totale de n turbo-alternateur de puissance normale P, marchant T_1, $T_2 \ldots T_n$ heures et produisant E_1, E_2, $E_3 \ldots$ kw-h, elle est exprimée en kilogrammes de vapeur par

$$C_P = A_P \sum_1^n T_n + a_P \sum_1^n E_n = A_P T + a_P E.$$

(*A suivre.*)

A. Della-Riccia,
Administrateur délégué de la Société d'Electricité de Paris.

(1) On a : log 0,94 = − 0,06188, et log 0,82 = − 0,19845.

Digitized by Google

L'usine électrique de Malamort

Après les descriptions qui ont été données de centrales grandioses, il pourrait paraître singulièrement osé de parler d'une usine qui semble en être la réduction minuscule — comme le cadre dans lequel elle est établie est la réduction de nos montagnes pyrénéennes — s'il n'y avait lieu de redresser l'opinion que les petites stations ne méritent plus de retenir l'attention et ne sont pas économiquement viables mais condamnées à être absorbées par les grandes. Il suffira de passer rapidement en revue le « curriculum vitæ » d'une exploitation déjà vieille de vingt-cinq ans pour qu'il s'en dégage une conclusion diamétralement opposée.

Historique. — L'usine électrique de Malamort est établie sur le Sor, ruisseau affluent de l'Agout, à une douzaine de kilomètres de sa source, dans la Montagne Noire. Elle a été construite en 1893-1894. D'abord destinée à être l'usine municipale de la petite ville de Sorèze (Tarn), de caractéristique rurale malgré la présence d'un collège célèbre, elle devait desservir aussi les villages des Cammazes et Durfort qui, riverains du ruisseau, cédaient les terrains et le droit à l'usage de l'eau. Mais des contestations, soulevées dès le commencement des travaux, bouleversèrent ce premier projet. S'il était entré en exécution, sous le régime administratif ordinaire et sans législation spéciale, il aurait créé une source permanente de mécomptes et de conflits. Pour aplanir les difficultés, l'entrepreneur, auteur du projet, se fit concéder l'affaire dans l'état où elle se trouvait, y fit incorporer la cession d'une chute plus importante et s'assura la concession de la ville de Revel qui, à elle seule, apportait la clientèle commerciale et industrielle capable d'assurer la prospérité de l'entreprise.

Transformée plus tard en société anonyme, sous la raison « Forces motrices de la Montagne Noire », des renouvellements de traités ont prorogé sa concession jusqu'à 1950.

Aménagement de la chute. — Du point dénommé « gouffre de Malamort » jusqu'à l'emplacement déterminé pour l'usine, la chute correspond à une hauteur de 75 m pour une distance de 600 m.

Dans ce parcours, la masse rocheuse de la montagne présente une échancrure avec des ravins escarpés qui déterminent de jolies cascades. Le Sor fournit, en ce lieu, le débit d'un vaste bassin montagneux et couvert de bois présentant la forme d'un quadrilatère allongé, orienté du Nord-Est au Sud-Ouest et mesurant 10 km de longueur sur 30 km de largeur, soit une superficie de 30 000 000 m². Si on consulte les cartes hydrologiques dressées d'après les statistiques de Delesse, on trouve qu'elles accusent, pour cette portion des Cévennes, une hauteur moyenne de pluie de 1,20 m par an. En appliquant ce coefficient, le débit annuel du Sor serait de

$$1{,}20 \times 30\,000\,000 = 36\,000\,000 \text{ m}^3,$$

et, par seconde,

$$\frac{36\,000\,000}{365 \times 24 \times 60 \times 60} = 1\,150 \text{ litres : sec.}$$

Mais des mesures faites au cours des travaux, par déversoir à mince paroi, indiquèrent que le débit pouvait, au plus bas étiage d'une année exceptionnellement sèche, tomber à moins de 150 l : sec.

On s'était arrêté, d'ailleurs, à l'utilisation de 200 l : sec avec la conviction qu'elle répondrait largement aux besoins de toute la région.

Les aménagements furent faits avec la plus grande économie. Les roches de grande hauteur, abruptes et fissurées, excluaient la conception d'un canal d'amenée à cause de son coût hors de proportion. Un barrage de prise d'eau de 6 m de hauteur et d'une longueur de 13 m au couronnement fut construit dans un étranglement de la gorge. Les habitants de la vallée, apeurés par une catastrophe récente, avaient imposé ainsi un bassin de capacité limitée, sorte de clapet hydraulique plutôt que réservoir. La conduite forcée s'y amorce directement. Elle fut faite de tuyaux en fonte de Fumel de 400 mm de diamètre intérieur, à emboîtements et joints au plomb qui furent payés — il est curieux de le signaler — 12,50 fr les 100 kg, franco gare arrivée. Ces tuyaux étaient posés directement sur un chemin de service qu'il avait fallu construire tout d'abord et qui suivait les capricieux contours du ruisseau. A l'entrée dans l'usine la conduite forcée aboutissait à deux vannes d'arrêt et de là aux turbines.

L'usine génératrice. — L'usine a été édifiée à l'endroit qui répond à l'utilisation maximum du bassin. Placée sur la rive concave et sur une petite émergence du sol, elle est à l'abri des ravages des plus fortes crues. Mais, resserrée entre le ruisseau et la montagne, elle n'offrait, au début, qu'une surface exiguë qu'il a fallu agrandir par la suite en taillant dans le rocher. Il fallut adopter des groupes compacts — dont un de secours — constitués par des turbines Fontaine jumelées accouplées directement à des alternateurs Labour.

Des turbines, inutile de parler. Elles ont été remplacées, après quelques années de déceptions périodiques, par des roues Pelton.

Les alternateurs Labour, dont un de 75 kv-A est encore en service, monophasés, à la tension de 110 v (500 t), 50 p : sec, ont toujours fourni un fonctionnement irréprochable.

Les transformateurs, les premiers de cette tension construits par la Société L'Eclairage Electrique, élevaient la tension à 5000 v.

Digitized by Google

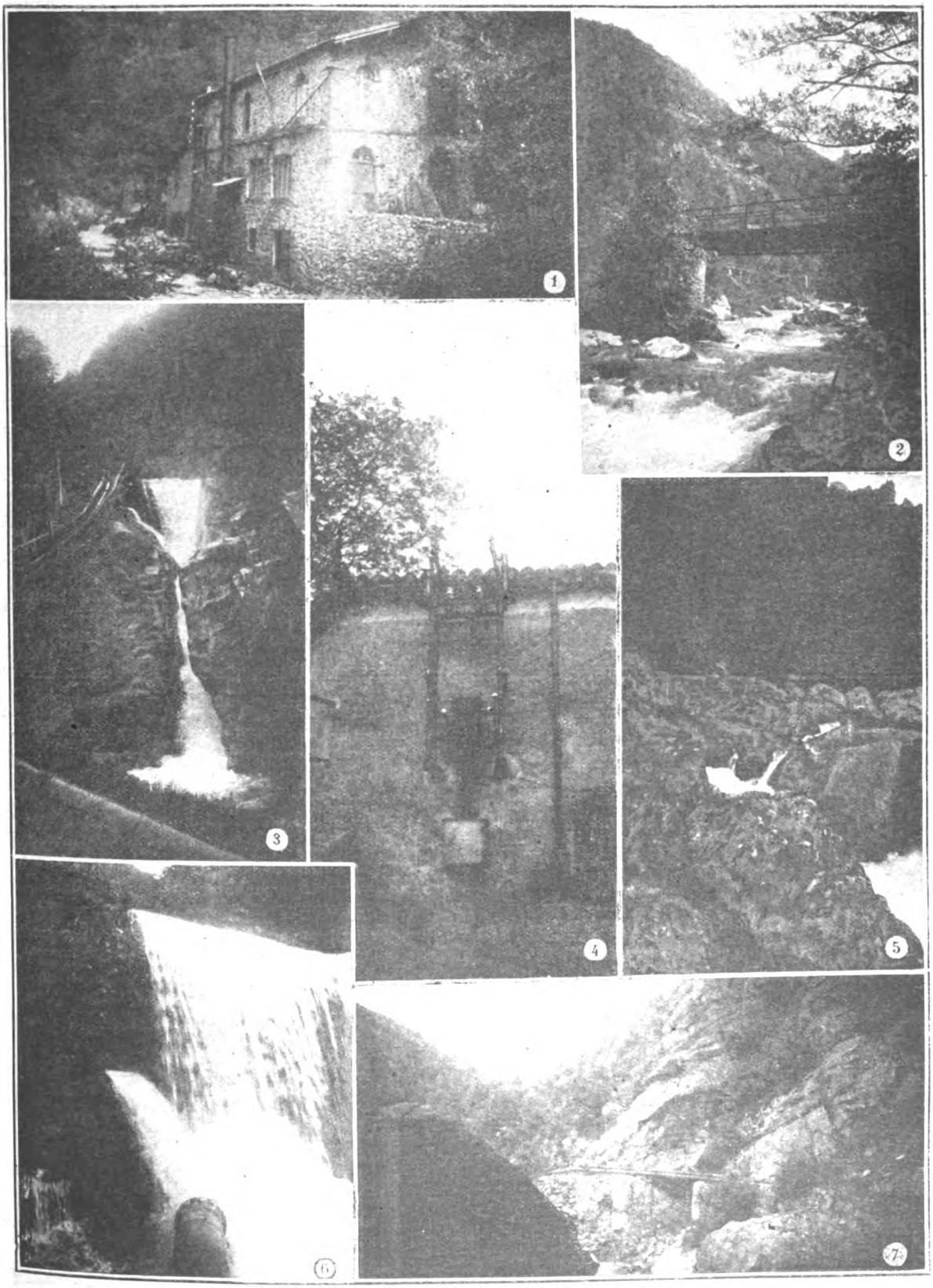


Fig. 1. — 1. Vue de l'usine génératrice. — 2. Passage de la conduite au pont. — 3. Vue de la conduite forcée. — 4. Poste de transformation pour hameaux. — 5. Gouffre de Malamort. — 6. Barrage de prise d'eau. — 7. Région traversée par la conduite forcée.

Digitized by Google

Au tableau — d'un dénuement que l'indigence de l'appareillage de l'époque suffit à expliquer, — outre des fusibles clos dans des tubes en verre pour la haute tension, rien autre que les interrupteurs et coupe-circuit à basse tension strictement indispensables au couplage pour les changements de machines. Pas de parafoudres, les premières années. La réactance des transformateurs constitua l'unique moyen de protection contre les surtensions atmosphériques, efficace d'ailleurs, peut-être à cause de l'extrême robustesse du matériel.

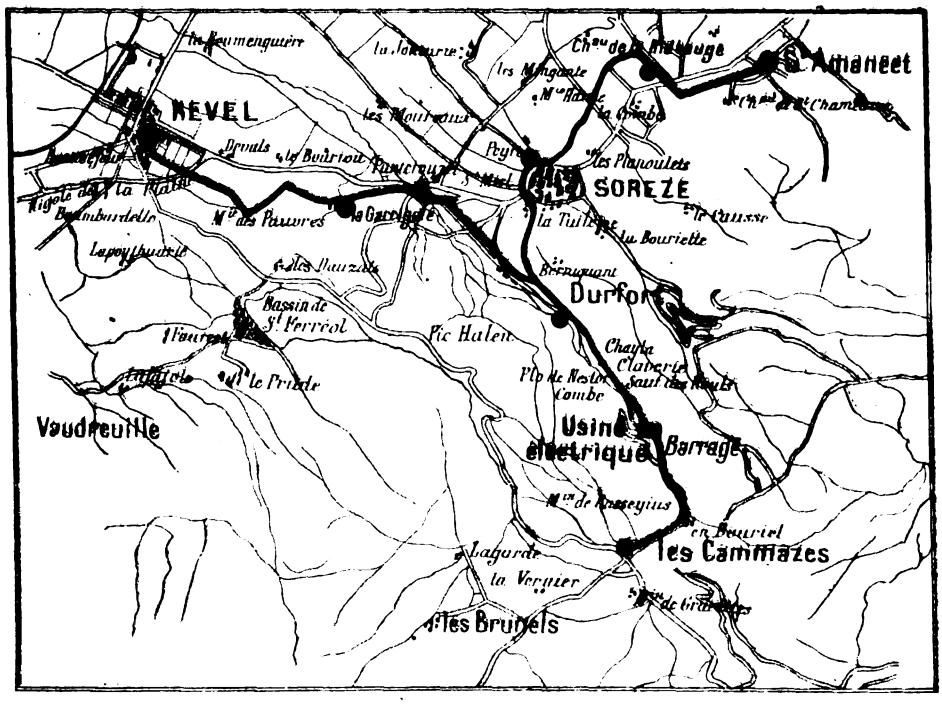


Fig. 2. — Carte de la région desservie.

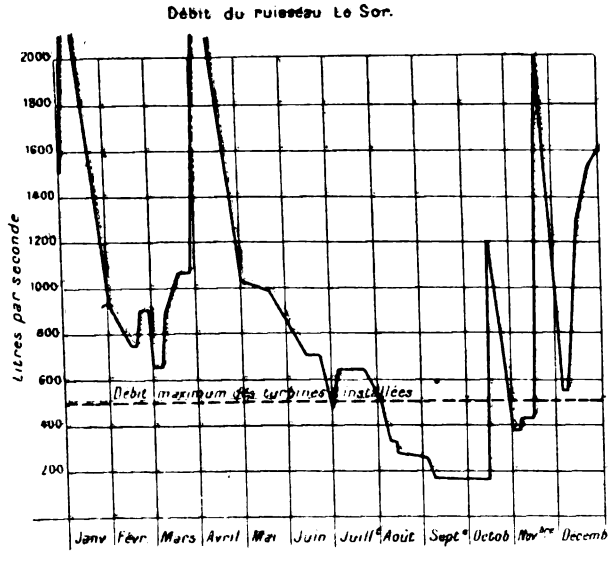


Fig. 3.

Lignes et réseaux. — Les localités à desservir furent, dès le début, alimentées par trois lignes distinctes, ce qui facilita l'exploitation en localisant les défauts et les interruptions. Pas de particularité à noter si ce n'est que, les deux premières années la ligne de Revel, et jusqu'à ce jour celle des Cammages, ont été faites en fil d'acier de 5 mm. Quant aux transformateurs, ils furent installés dans des greniers, avec une audace juvénile que l'expérience a enseigné à réfréner.

Transformations et augmentations. — La production augmentant au delà des prévisions primitives, il fallut d'abord remplacer les turbines Fontaine, mal appropriées à la chute, par des roues Pelton. La vitesse de 500 t : min imposée tant par les alternateurs que par la nécessité de l'accouplement direct, rendait le problème difficile. Seule, la Société Pelton, de New-York, l'accepta et le résolut par l'application de deux roues jumelées, recevant chacune l'impulsion d'un double jet. Ces turbines sont d'une puissance de 150 ch avec rendement voisin de 80 pour 100.

La régulation de la vitesse est faite, pour l'une des turbines, par un régulateur mécanique d'origine américaine et pour l'autre, par une petite station constituée par une dynamo tachymètre influençant un régulateur Routin qui agit sur des déflecteurs par un servo-moteur.

Un des alternateurs à basse tension fut remplacé par un alternateur monophasé, 100 kv-a, 5 000 v, 50 p : sec à 500 t : min; construction Société l'Éclairage Électrique.

Entre temps, on avait fait des jaugeages quotidiens du cours d'eau et on était mieux documenté sur son débit.

Aussi, une inondation ayant, en 1910, ravagé le chemin de service et enlevé la conduite forcée, la Société concessionnaire profita de la circonstance pour la doubler, en même temps que par des dispositions différentes, elle la mettait à l'abri d'une pareille catastrophe.

Les deux conduites nouvelles sont en tôle d'acier, à

Digitized by Google

brides en cornières et joints en plomb. Des robinets-vannes permettent de les isoler en cas de réparation. Elles sont reliées à un collecteur à leur arrivée à l'usine.

Actuellement, on peut donc faire marcher en parallèle les deux groupes hydro-électriques et assurer, sans perte de charge exagérée, une production de 200 kw.

Pour parer au bas étiage, la Société s'est pourvue d'un matériel thermique d'appoint qui comprend :

Un moteur à gaz pauvre de 50 ch qui actionne un alternateur Labour de 30 kv-a à 110 v.

Une demi-fixe compound, à condensation et surchauffe, de 115/140/160 ch qui actionne un alternateur de la Société l'Eclairage Electrique, de 100 kv-a à 5000 v.

La régulation des champs magnétiques de tous les alternateurs est automatiquement faite par un régulateur Routin hyper-compoundé, de manière à compenser les pertes en lignes.

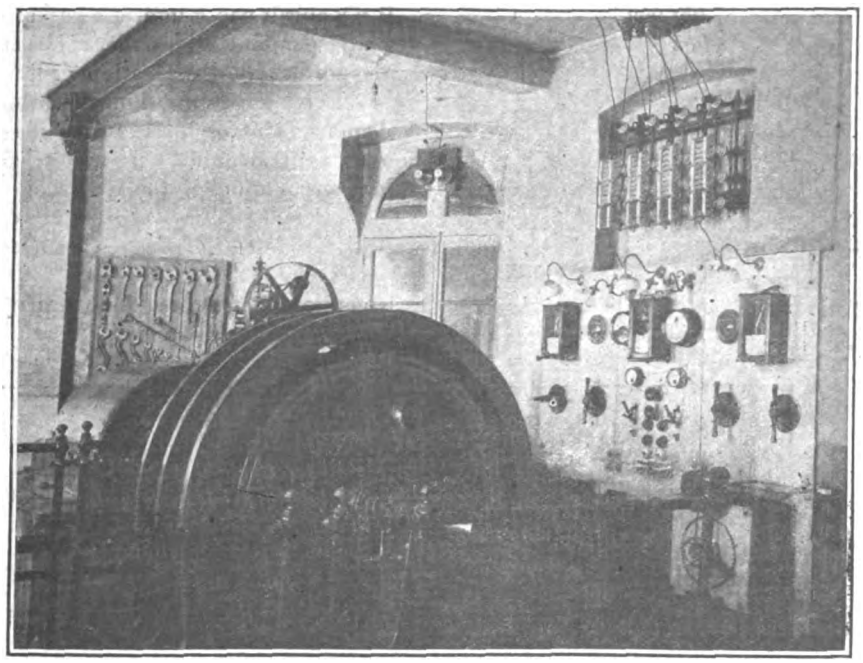


Fig. 4. — Vue intérieure de la centrale.

Le tableau, simplement conçu, ne comporte que les appareils indispensables : interrupteurs à haute tension et à bac d'huile, coupe-circuit à haute tension placé à l'arrière avec les transformateurs de tension et d'intensité, voltmètres et ampèremètres enregistreurs, wattmètre enregistreur totalisateur et wattmètres à lecture directe de répartition, inverseurs divers pour mettre en circuit une excitatrice de secours en cas de besoin, lampes témoins et lampes de phase, parafoudres à rouleaux faisant suite aux parafoudres à cornes placés à l'extérieur. Enfin, l'éclairage de l'usine est assuré par une dynamo indépendante, excitatrice au besoin, qui est actionnée par une turbine utilisant la chute perdue, de la sortie des roues Pelton au ruisseau.

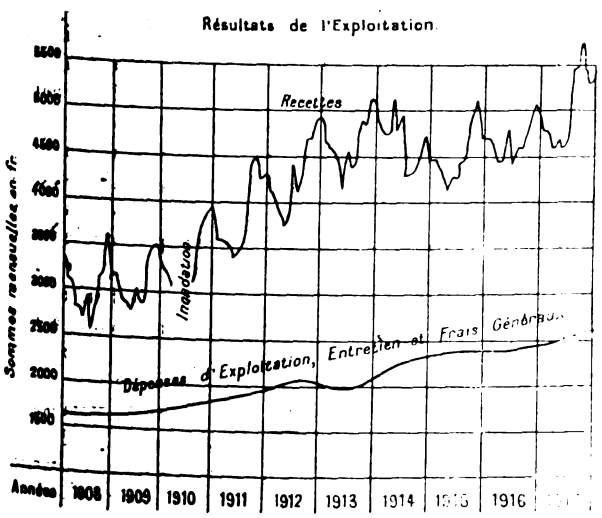


Fig. 5.

Résultats financiers. — *a Dépenses.* — Pour établir le prix de revient de l'installation, il faut faire entrer en ligne de compte :

1° Le montant de l'emprunt contracté par la commune concédante et dont l'annuité forme la redevance de la concession, soit 45000 fr ;

2° Le capital immobilisé par le premier concessionnaire ;

3° Celui qui a été ajouté par la Société des Forces motrices de la Montagne Noire.

Les capitaux, tant ceux apportés par le concessionnaire que ceux émanant de la société, figurent dans les comptes de cette dernière.

Ils se dégagent du dernier bilan *semestriel* que nous résumons ci-après :

ACTIF.

Premier établissement.....	268 301,23	
amorti..	99 176,62	169 124,61
Cautionnements.....		13 974,30
Actif réalisable.....		23 275,55
Débiteurs divers.....		14 618,57
Trésorerie et portefeuille.....		25 584,67
		246 578,64

Digitized by Google

Passif.		
Capital-actions		70 000 »
Réserves		11 786,45
Obligations émises	180 000	
Obligations amorties	41 800	138 200 »
Créances diverses		11 459,71
Profits et pertes		15 132,51
		246 578,67

b) *Recettes.* — Les abonnements à l'éclairage sont contractés sous trois régimes : au forfait limité au tarif de 55 fr l'hectowatt-an, au compteur à 0,06 fr l'hectowatt-heure et au compteur de dépassement, avec la combinaison des deux tarifs ci-dessus.

Pour la force motrice, il a été établi un tarif réduit, régressif avec l'importance des moteurs, avec minimum de consommation très modéré, à la condition néanmoins, que les moteurs soient arrêtés pendant la pointe.

Il n'y aurait pas d'intérêt à passer en revue les abonnements pendant la première phase de l'exploitation. L'inexpérience, l'adaptation forcée d'un matériel hydraulique impropre, l'insuffisance et la défectuosité de l'appareillage et aussi la consommation exagérée des lampes à filament de carbone et leur usure rapide en influencèrent défavorablement la progression qui fut constante mais lente. La première étape fut dure, parfois angoissante. Le progrès en a effacé jusqu'au souvenir.

Nous nous bornerons donc à présenter la statistique des douze dernières années.

ANNÉES	NOMBRE D'ABONNÉS	PUISSANCE INSTANTANÉE DES ABONNÉS EN WATTS	MOTEURS		RECETTES EN FRANCS
			nombre	puissance en kw	
1906	375	40 145	8	32,25	29 223,73
1907	395	55 055	9	24,5	36 428,33
1908	436	59 745	11	14,8	36 040,99
1909	477	63 525	12	15	37 326,90
1910	529	66 815	20	36	30 313,70
1911	588	72 240	24	48,25	45 543,77
1912	688	77 875	26	73,3	52 177,29
1913	789	85 190	30	75,5	55 936,97
1914	885	85 645	30	92	56 290,65
1915	888	87 426	24	83,1	53 859,25
1916	921	91 212	29	84,7	55 753,53
1917	1 071	97 620	29	84,7	60 235,02

Nous croyons utile de compléter ces renseignements par un graphique (fig. 5) qui marque, en regard des recettes, les dépenses d'exploitation correspondantes.

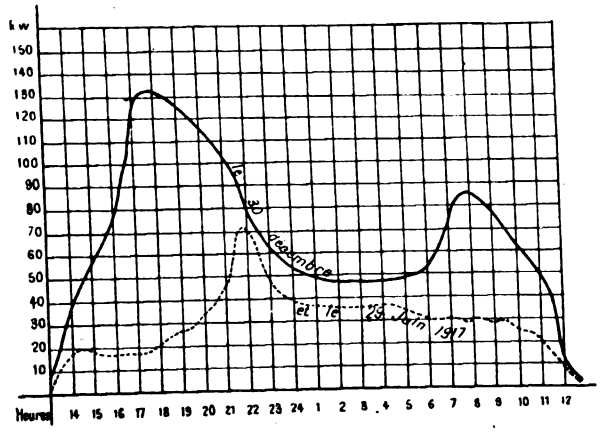


Fig. 6.

Si on rapproche du graphique de l'énergie distribuée (fig. 6), le nombre de moteurs en service, on en déduira que ces moteurs sont l'objet d'une utilisation bien faible. Cela tient un peu aux circonstances actuelles : les ateliers sont, sinon fermés, du moins déserts ; la population ouvrière a été mobilisée ou s'est dispersée dans les usines de guerre et personne n'a pu ou su utiliser les ressources nombreuses du pays au profit de la Défense nationale. Mais cela tient beaucoup aussi à ce que Revel, centre industriel du secteur, est encore une ville de petite et jeune industrie. L'installation de l'énergie électrique y a coïncidé avec l'établissement de deux industries ; le meuble rustique et le meuble d'art en marqueterie. En particulier, celle du meuble d'art, au lieu de se centraliser dans une ou deux grandes usines, s'est disséminée en de nombreux ateliers. D'où une multiplicité de machines-outils dont on ne tire pas tout le parti par l'utilisation intensive qui conviendrait. Les artisans de Revel qui ont acquis la technique de leur métier et étendu leur réputation d'habileté ont encore à apprendre à vendre et à produire. Ce sera leur tâche de demain.

Il ne pourrait être contesté que l'usine de Malamort, en leur apportant une force motrice commode et économique, en en provoquant l'application par des tarifs souples et modérés, exempts d'exigences excessives, a contribué, pour une large part, à la prospérité qui, la veille de la déclaration de guerre, s'affirmait croissante et qui reprendra son essor, la paix revenue.

A. Boudrau.

Digitized by Google

Résultats acquis dans l'exploitation des chemins de fer électriques suisses

La guerre, ne poussant qu'au développement des industries françaises immédiatement utiles à la Défense nationale, semble avoir relégué au second plan les problèmes de l'électrification des chemins de fer. Mais, par la crise du charbon qui en fut, cet hiver, une conséquence cruelle, elle a fait éclater, même aux yeux les moins avertis, la nécessité d'épargner le précieux combustible dans notre pays où la houille — sous sa forme noire — peut être largement suppléée par sa rivale blanche. D'ailleurs l'électricité rendant seule possible, comme on le verra dans les lignes suivantes, l'établissement de voies ferrées dans certaines contrées montagneuses et la lutte contre la dépopulation des départements déshérités se présentant comme l'un des problèmes nationaux les plus graves de demain, il n'est pas sans intérêt d'examiner dès maintenant les résultats que la Suisse a pu obtenir dans cette voie, afin d'en tirer notre profit.

Dans le rapport que je viens de présenter au Congrès général du Génie civil et qui a été extrait de la thèse, soumise l'été dernier au jury de l'Ecole des Hautes Etudes sociales, j'ai examiné la question des chemins de fer de montagne dans toute sa généralité, ce qui m'a forcé à ne donner que des indications très rapides sur tout le côté électrique de cette question.

Il ne me semble donc pas inutile de revenir sur ce sujet, d'autant plus que l'étude des chemins de fer électriques en Suisse, vu l'extrême diversité des voies ferrées de ce pays, où l'on rencontre, sur les rampes les plus accentuées, comme sur les lignes de plaine, les représentants des systèmes les plus variés, nous permet des rapprochements et des comparaisons qu'il serait malaisé de trouver ailleurs.

Appliquons-nous d'abord à comparer, dans son ensemble, la traction électrique à la traction à la vapeur. Nous étudierons ensuite plus en détail chacun des trois grands systèmes de traction électrique : continu, triphasé, monophasé.

Le tableau ci-dessous établit une comparaison entre le prix de revient de la tonne-kilomètre sur des lignes à vapeur et électriques où les déclivités sont tout à fait comparables :

I. — Lignes a simple adhérence.

a) *Electricité.*

	Rampe maximum.	Dépense pour la traction et les ateliers, francs	Nombre total de tonnes-kilomètres y compris le poids du matériel roulant, francs	Dépense par tonne-kilomètre, centimes
Montreux-Oberland bernois	69 pour 1 000	247 527	19 515 881	1,2
Gruyère	50 Id.	167 150	14 636 522	1,1
Aigle-Sépey-Diablerets	60 Id.	39 670	2 414 347	1,6

b) *Vapeur.*

Lausanne-Echallens-Bercher	40 pour 1 000	81 088	4 228 747	1,9
Righi-Scheidegg	50 Id.	4 373	47 434	9,5
Uebliberg	70 Id.	29 039	1 115 623	2,6

II. — Lignes mixtes (adhérence et crémaillère).

a) *Électricité.*

Oberland bernois (sans la Schynige Platte)	120 pour 1 000	109 051	5 900 159	1,8

b) *Vapeur.*

Viège-Zermatt	125 pour 1 000	75 544	1 746 503	4,3

III. — Lignes entièrement a crémaillère.

a) *Électricité.*

Arth-Righi	200 pour 1 000	20 498	218 547	9,0

b) *Vapeur.*

Vitznau-Righi	250 pour 1 000	51 381	275 461	18,7

Ces nombres sont relatifs à l'année 1915. Les dépenses comprennent la fourniture du courant ou du charbon et l'entretien du matériel roulant (réparation, renouvellement, graissage). Les autres dépenses d'exploitation ne

Digitized by Google

varient pas beaucoup suivant qu'on marche à la vapeur ou à l'électricité (service des gares, conduites des trains, administration, etc.).

Il est intéressant de comparer aussi les dépenses par train-kilomètre (aussi pour 1915), mais les nombres suivants se rapportent à la totalité des dépenses d'exploitation :

I. — Lignes à simple adhérence.

a) *Electricité.*

	Rampe maximum.	Prix du train-kilomètre.
Montreux-Oberland.....	69 pour 1 000	1,36 fr.
Gruyère.....	50 Id.	1,29
Aigle Sepey-Diablerets...	60 Id.	1,31

b) *Vapeur.*

Lausanne-Echallens-Bercher.....	50 Id.	1,55
Righi-Scheidegg.....	50 Id.	5,08
Uetliberg (Zurich).....	70 Id.	2,06

II. — Lignes mixtes (adhérence et crémaillère).

a) *Electricité.*

Oberland bernois.....	120	Id.	2,94

b) *Vapeur.*

Viège-Zermatt.....	125	Id.	7,58

III. — Crémaillère.

a) *Electricité.*

Arth-Righi.....	200	Id.	5,41

b) *Vapeur.*

Vitznau-Righi.....	250	Id.	12,70 fr.

Il faut faire remarquer que sur les lignes à adhérence électriques, en particulier sur celles du Montreux-Oberland et de la Gruyère, les trains sont d'un tonnage beaucoup plus considérable que sur celles de l'Uetliberg ou du Righi-Scheidegg — pourtant, leur prix de revient est sensiblement moindre.

En ce qui concerne le prix de revient de la tonne-kilomètre, faisons observer aussi que ce prix se rapporte à la totalité du poids transporté, y compris celui du matériel roulant — or le poids mort du matériel est moindre avec l'électricité, donc le poids utile transporté plus grand qu'avec la vapeur, par suite, l'avantage est encore plus marqué que ne l'indique le premier tableau (en particulier, le « Montreux-Oberland », la « Gruyère », l' « Aigle-Sépey-Diablerets » n'ont que des automotrices).

Enfin, parmi les lignes à voie normale et à grand trafic, on peut comparer celle du Lötschberg électrique à l'ensemble des lignes des chemins de fer fédéraux (1915).

	Rampe moyenne.	Prix de la tonne-km.
Lötschberg (électricité)...	12,68 pour 1 000	3,70 fr.
Chemins de fer fédéraux (vapeur).....	6,44 pour 1 000	4,24 fr.

Ces chiffres sont toujours relatifs à la totalité des dépenses. Les tonnages sont tout à fait comparables dans ces deux derniers cas et la victoire de l'électricité au Lötschberg est d'autant plus éclatante que l'altitude maximum du tunnel atteint 1 244 m.

La conclusion, qui se dégage de ces quelques rapprochements, est que l'avantage de l'électricité est d'autant plus marqué que la rampe est plus accentuée. Un calcul très simple, indiqué par Dolezalek au premier chapitre de son ouvrage « die Zahnbahnen », montre que, sur la rampe de 70 pour 1 000 de l'Uetliberg et à la vitesse de 18 km : h, il suffit de 160 ch dans le cas de la traction électrique, au lieu de 213 dans le cas actuel de la traction à la vapeur, pour un train complet de 80 voyageurs.

C'est le fait bien connu de la diminution de l'effet utile de la locomotive à vapeur sur les lignes à profil accidenté qui explique la supériorité de la traction électrique en montagne, supériorité telle que certaines entreprises de traction ne sont devenues financièrement possibles que grâce à l'emploi de cette dernière. Tel est le cas du « Montreux-Oberland ». L'idée de ce chemin de fer vient de l'ancien projet « Vevey-Bulle-Thoune » (concession fédérale du 27 juin 1890). Le devis était de 17 135 766 fr pour 116,5 km, mais malgré le raccourci de 20 km offert sur la distance Vevey-Thoune par Lausanne, l'altitude du col de Saanenmoser (1 288 m) notamment fit conclure à la quasi impossibilité de faire rentrer les capitaux.

Cette circonstance majorait, en effet, dans d'énormes proportions les frais de traction par la vapeur et l'on put dire que l'économie attendue du raccourci s'en allait en fumée.

Que serait-ce pour un chemin de fer qui, comme celui de la Bernina, passe à 2 256 m d'altitude et présente, sur une très notable partie de son parcours, des déclivités de 70 pour 1 000 ? Or cette compagnie a distribué à ses actionnaires en 1913 un dividende de 5 pour 100.

Un exemple remarquable d'économie réalisée par l'électrification est celui que nous offre le chemin de fer de l'Oberland bernois (Interlaken-Lauterbrunnen, Zweilütschinen-Grindelwald),

L'électrification de ce réseau, terminée en 1914, a coûté environ 375 000 fr pour 24 km, soit moins de 16 000 fr par kilomètre, et les frais d'exploitation ont diminué de 75 000 fr par an environ. Le poids des trains remorqués est de 161 t au maximum sur adhérence et de 96 t sur crémaillère. Le nombre de tonnes par kilomètre de ligne y a atteint 245 840 en 1915 (continu à 1 500 v).

Les avantages de l'électricité sont connus : plus grande légèreté des moteurs, réduction du poids mort au minimum ; possibilité, en rendant tous les essieux moteurs d'attaquer des rampes de 100 pour 1 000 sans crémaillère ; augmentation du coefficient d'adhérence ; usure moindre des voies et des bandages des roues, grâce à la substitution du freinage électrique au freinage par friction ; sécurité beaucoup plus grande dans les descentes grâce au freinage électrique etc., etc. ; j'ajoute, encore deux avantages sur lesquels on n'a pas assez insisté

Digitized by Google

probablement : d'abord, la suppression des trains de ravitaillement de charbon qui encombrent les lignes, surtout dans le cas d'une voie unique ; c'est cette considération qui a décidé l'électrification du tronçon Saint-Moritz-Schuls-Tarasp des chemins de fer rhétiques ; et ensuite, la possibilité, sur les lignes de montagne, de faire circuler pendant la nuit, en hiver, des trains de chasse-neige sans avoir à payer de frais d'énergie supplémentaire, celle-ci étant fournie à forfait, tant par cheval-an. Or les frais d'enlèvement de la neige sont loin d'être négligeables sur les lignes de montagne à vapeur.

Il reste à montrer que, même, dans certains cas, les frais de premier établissement sont moindres avec l'électricité. En effet l'automotrice étant beaucoup plus légère que la locomotive à vapeur et son tender, les ouvrages d'art peuvent être prévus moins résistants, donc moins coûteux. En ce qui concerne la superstructure des voies, on peut, dans bien des cas, faire l'économie d'une crémaillère, en attaquant par simple adhérence des rampes de 90 mm : m ; or une crémaillère coûte de 30 à 40 000 fr du kilomètre, c'est-à-dire beaucoup plus cher que l'équipement électrique. Le matériel roulant coûte aussi moins cher : ainsi les locomotives mixtes de l'Oberland bernois coûtaient, avec la vapeur, 50 000 fr, tandis que les locomotives électriques qui sont plus puissantes ne valent que 40 000 fr chacune en chiffres ronds.

Tout ce que nous venons de dire est vrai, quel que soit le système de traction électrique employé : continu, triphasé ou monophasé. Il reste à voir les avantages et les inconvénients inhérents à chacun de ces systèmes.

Au début, on n'employa guère en Suisse que le courant continu à tension d'environ 650 v. Puis le développement des distributions générales par courant triphasé conduisit à se servir aussi de cette forme de courant pour la traction. La vogue de ce système fut grande en Suisse vers les années 1898-1899. C'est ainsi qu'on équipa avec des moteurs d'induction les lignes à crémaillère de la Jungfrau et du Gornergrat, et la ligne mixte Stansstad-Engelberg en 1898. Puis la même année, la ligne à simple adhérence de Thonne à Berthoud (Burgdorf). Mais cette vogue tombant soudain on dut attendre jusqu'à l'année 1905 pour trouver une nouvelle application de ce moteur à la ligne à crémaillère de Brunnen-Morschach (lac des Quatre-Cantons). L'application du triphasé au Simplon remonte à 1906. Depuis lors, aucune ligne n'a plus été équipée en Suisse avec ce système qui semble absolument condamné pour les raisons suivantes : l'absorption du courant dans les rampes est exagérée, la vitesse ne diminuant pas quand l'effort de traction augmente ainsi que cela a lieu avec les moteurs série à courant continu ou monophasé ; aussi les usines ont elles du mal à fournir les « pointes » ; la vitesse ne peut se régler que par des artifices compliqués comme la commutation des pôles adoptée au Simplon, ou le couplage en cascade de deux moteurs qui donne un mauvais facteur de puissance ou un rendement médiocre. La plus récente des locomotives du Simplon, équipée d'après ce système, en vue du trajet Brigue-Domodossola, est une merveille de complication : il faut être ingénieur pour la conduire correctement et le moindre dérangement dans les connexions nécessite un mois de recherches au dépôt. Ces moteurs tournant au maximum à la vitesse du synchronisme, on voit mal comment un train arriverait, avec ce système, à rattraper un retard. Pour les automotrices, l'inégalité d'usure des roues crée une difficulté, les moteurs correspondant aux roues les plus usées ne travaillent presque plus et laissant les autres, dont la vitesse est plus éloignée de celle du synchronisme, absorber une charge dangereuse.

Enfin, sans parler de la complication des aiguillages, signalons la difficulté d'isoler les deux phases l'une de l'autre. On a beaucoup plus d'ennuis sous le tunnel du Simplon, qui est chaud et humide, avec 3 000 v en triphasé, qu'avec 15 000 v en monophasé sous celui du Lötschberg. Aussi ne doit-on pas s'étonner de rencontrer, dans le contrat passé entre la Société des forces hydro-électriques de Montbovon et les chemins de fer de la Gruyère, pour la fourniture de l'énergie sous forme de courant triphasé, l'interdiction formelle d'utiliser ce courant pour la traction sans l'avoir transformé en continu.

Le tableau ci-dessous résume les principales données relatives aux lignes suisses à courant triphasé :

Année d'inauguration.	Ligne.	Fréquence en p : sec.	Tension de ligne en volts.	Rapport de réduction entre moteur et essieux.	
1898	Stansstad Engelberg.	32	750	1 : 3,11	A (1)
1898	Gornergret.	50	550	1 : 11,75	L
1898	Jungfrau.	50	650	1 : 12,4	L
1899	Berthoud-Thonne.	50	750	1 : 3	A
1905	Brunnen-Morschach.	50	750	1 : 10,86	L
1906	Simplon.	16	3 000	1 : 1	L

La diversité des fréquences adoptées montre bien une période de tâtonnements. A indique que la traction se fait par automotrice et L par locomotive. Le rapport de réduction n'est pas sans importance puisque de lui dépend la vitesse et par suite la fréquence.

Le principal avantage que l'on attendait du triphasé, l'économie, s'est évanoui, ainsi que le montrent les devis comparatifs qui ont été établis avec le plus grand soin pour l'électrification du Gothard en triphasé et en monophasé.

On a établi les tableaux suivants pour deux variantes : la variante A comprenant annuellement 1 300 000 000 tonnes-kilomètres soit 20 pour 100 de plus que le trafic en 1907 et la variante B comprenant

(1) A, automotrices ; L, locomotives.

Digitized by Google

1 760 000 000 tonnes-kilomètres soit 60 pour 100 de plus qu'en 1907.

Le prix total de toutes les installations pour le service de traction proprement dit serait de :

Courant monophasé.		Courant triphasé.	
15 p : sec	25 p : sec	15 p : sec	50 p : sec
15 283 500	17 781 400	15 715 300	14 347 000

Le prix total d'installation des quatre centrales serait, pour pour la variante B, de :

Courant monophasé.		Courant triphasé.	
15 p : sec	25 p : sec	15 p : sec	50 p : sec
30 450 000	29 625 000	28 725 000	27 865 000

Enfin les frais du service de traction proprement dit seraient, par an, de :

Variante A.		Variante B.	
monophasé	triphasé	monophasé	triphasé
15 p : sec	50 p : sec	15 p : sec	50 p : sec
8 831 020	9 817 000	10 253 000	11 270 000

L'exploitation par courant monophasé à 15 p : sec est la plus avantageuse. Avec le courant continu, même à 3 000 v, les frais de traction dépasseraient de trois millions de francs par an ceux par courant monophasé.

Pourtant, l'on revient beaucoup à ce système lorsqu'il s'agit de lignes secondaires où le trafic est moins important, avec des tensions généralement de 1500 à 2000 v, ainsi que nous l'indiquons dans le tableau ci-dessous.

Inauguration de la traction électrique.	Lignes.	Nombre de moteurs par véhicule-moteur.		Tension par moteur.	Tension de ligne.	Longueur.
1907	Bellinzona-Mesocco.	4	A_m (1)	750	1 500	31,3 km
1910	Wengernalp.	2	L_c	750	1 500	19,1
1913	Aigle-Sépey-Diablerets.	4	A_a	675	1 350	21,4
1914	Coire Arosa.	4	A_a	1 000	2 000	25,7
1914	Oberland bernois	2	L_m	1 500	1 500	23,4
1914	Schynige Platte.	2	L_c	750	1 500	7,2
1915	Louèche-Louèche-les-Bains.	2	A_m	800	1 600	10,2
1916	Nyon-Saint-Cergnes.	4	A_a	1 000	2 000	19,1

Aucune de ces lignes ne possède plus d'une sous-station. La Schynige Platte faisant partie des chemins de fer de l'Oberland bernois et étant alimentée comme eux par la sous-station de Zweilütschinen, on voit que ce réseau atteint plus de 30 km de développement ; le trafic y est très comparable à celui du Montreux-Oberland.

Ainsi en 1915 on avait :

Oberland bernois..	245 840	tonnes par kilomètre de ligne.
Montreux-Oberland.	256 788	id.

Le premier réseau n'a qu'une sous-station grâce à ses 1 500 v, le deuxième en compte six (abstraction faite de celle du Montreux-Glion) pour un parcours de 62,2 km, la tension n'y étant que de 800 v.

Avec ce système les appareils de démarrage (controllers) doivent être particulièrement bien étudiés ; on munit souvent chaque contact de sa bobine de soufflage individuelle.

On pourrait encore citer, pour des tensions un peu moindres, mais supérieures ou égales à 1 000 v : le « Tramelan-Tavannes » (1 200 v) et le « Steffisburg-Thun-Interlaken » (1 000) ; la première de ces lignes mesure 23 km, jusqu'au Noirmont, et la deuxième 26 km.

Comme on le voit, nous assistons à une véritable renaissance de la traction par courant continu, du moins en ce qui concerne les chemins de fer secondaires, le monophasé semblant ne pas convenir aux lignes à fortes déclivités, l'équipement avec moteur monophasé et transformateur sur la voiture étant beaucoup plus pesant que l'équipement avec moteur à courant continu et le coefficient d'adhérence étant moindre, à cause de la forme pulsatoire du couple. Aussi la rampe maximum des lignes à traction monophasée en Suisse ne dépasse-t-elle pas 37 pour 1000 (Seethal-bahn, Lucerne-Wildegg). Aucun chemin de fer à crémaillère suisse ne marche avec ce système.

Mais sur les lignes principales à faibles rampes et à grand trafic, le monophasé reprend l'avantage ; on compte l'appliquer aux chemins de fer fédéraux (C. F. F.) avec une fréquence de 15 p : sec et une tension de 15 000 v. Si l'on compare le moteur à répulsion au moteur série monophasé, il semble que la faveur revienne de plus en plus à ce dernier. Ainsi, sur les chemins de fer rhétiques, on a constaté que le démarrage d'une seule locomotive à répulsion causait autant de perturbation que celui simultané de trois locomotives-série. Au « Martigny-Orsières » où la traction se fait avec automotrices à répulsion, on a eu pas mal d'ennuis.

Le réglage de la vitesse s'effectuant par simple décalage des balais, il faut décaler tous les balais du même angle et, pour peu que la tige de commande se dilate ou soit faussée, l'égalité de la vitesse des différents moteurs est difficile à obtenir ; au démarrage ces moteurs crachent beaucoup. Au contraire avec le moteur-série, en se servant d'un transformateur à étages avec un certain nombre de prises sur le secondaire, comme c'est le cas du Lötschberg, on démarre avec une grande douceur et les étages supérieurs du transformateur peuvent être utilisés pour regagner les retards ou compenser les chutes de tension sur la ligne.

Le courant devant être pris, pour l'alimentation des chemins de fer fédéraux, directement à des usines hydro-

(1) A, automotrice ; L, locomotive ; a, adhérence ; c, crémaillère ; m, mixte.

Digitized by Google

électriques, on n'a pas prévu le système de tamponnement pour parer aux à-coups. Mais, aux chemins de fer rhétiques, où le courant primaire triphasé (23 000 v, 50 p : sec) venant de la centrale de Brusio est transformé en monophasé (sous-station de Bevers) à l'aide d'un moteur synchrone et d'un alternateur monophasé, on a monté sur l'arbre commun une dynamo à courant continu de 2 000 A sous 500 v en relation avec une batterie de 1 258 A-h par l'intermédiaire d'un survolteur-dévolteur. Aux heures de faible trafic, la dynamo charge la batterie; si la demande de courant augmente, un régulateur inverse l'excitation du survolteur de sorte que la batterie se décharge sur la dynamo qui, en tournant comme moteur, renforce le couple du moteur synchrone et l'empêche de se décrocher.

Le survolteur semble indispensable dans ce cas. Au contraire, sur les réseaux à courant continu on s'en passe volontiers ; le Montreux-Oberland n'en fait aucun usage ; mais il se sert plutôt de batteries de capacité que de batteries-tampons, ces batteries étant chargées la nuit par les génératrices et débitant le jour sur le réseau.

Les tableaux suivants montrent comment les trois systèmes : continu, triphasé, monophasé se partagent les lignes suisses.

I. — Courant continu jusqu'à 1 000 v.

	Longueur en km.
a) Voies normales	40
b) Voies étroites ou mixtes c'est-à-dire pouvant comprendre des tronçons à crémaillère	628
c) Voies entièrement à crémaillère	21

II. — Courant continu au-dessus de 1 000 v.

a) Voies normales	0
b) Voies étroites et mixtes	155
c) Voies entièrement à crémaillère	21

III. — Courant triphasé.

a) Voies normales	63
b) Étroites ou mixtes	23
c) Voies entièrement à crémaillère	23

IV. — Courant monophasé.

a) Voies normales	149
b) Voies étroites	91
c) Voies entièrement à crémaillère	0

ce qui donne au total

	Kilomètres.
Continu au-dessous de 1 000 v	689
Continu au-dessus de 1 000 v	183
Triphasé	109
Monophasé	240
Soit	1 221

fin 1915, sans compter les tramways ni les funiculaires électriques dont le développement est loin d'être négligeable.

Ces 1221 km peuvent se répartir de la façon suivante :

	Kilomètres.
Voies normales	252
Étroites et mixtes	897
Crémaillères	72
	1 221

Il faudrait ajouter encore le « Nyon-Saint-Cergues » (19 km) et le Göschenen-Andermatt (3,7 km) ouverts depuis 1915, ainsi que le parcours « Spiez-Scherzligen » sur le Lötschberg (10 km environ).

Une question qui se pose sur ces lignes, dont beaucoup sont à profil accidenté, est celle de la récupération dans les descentes. Il est bon de traiter la question par le calcul pour voir à partir de quelle pente cette récupération devient intéressante.

Soit η_1 le rendement global moyen de la ligne et des moteurs, a le coefficient de traction en kilogrammes par tonne, i la pente en millimètres par mètre, V la vitesse en mètres par seconde, P le poids du train en tonnes, ϖ la puissance en kilowatts fournie par l'usine au train (montée), au départ de l'usine, ϖ' celle renvoyée par le train à l'usine (descente), on a

$$\varpi = \frac{(i+a)\,P.V.0{,}736}{75}\cdot\frac{1}{\eta},$$

$$\varpi' = \frac{(i-a)\,P.V.0{,}736}{75}\cdot\eta.$$

Il faut supposer que le rendement des moteurs est le même, qu'ils travaillent en moteurs ou en générateurs, ce qui n'est qu'approché. Le rapport $\frac{\varpi'}{\varpi}$ que l'on pourrait appeler le rendement de la récupération est égal à $\frac{i-a}{i+a}\eta^2$. Supposons un chemin de fer à crémaillère où $i = 200$ mm : m et $a = 15$ kg : t. Si la perte dans les moteurs, engrenages compris, est de 25 pour 100, la perte en ligne de 15 pour 100 en moyenne, la perte totale moyenne sera de 40 pour 100, donc $\eta = 0{,}6$, par suite $\frac{\varpi'}{\varpi} = \frac{185}{215} \times 0{,}36 = 0{,}31$ environ, ce qui n'est pas négligeable.

Hâtons-nous de dire qu'en Suisse on récupère très rarement, vu l'extrême bon marché de l'énergie électrique (environ 3 centimes le kilowatt-heure). Même avec des systèmes se prêtant naturellement à la récupération, comme avec le triphasé, on préfère s'en passer pour rester absolument indépendant de la ligne à la descente. Ainsi, à la Jungfrau, les moteurs triphasés reçoivent, à la descente, un courant d'excitation (provenant d'une dynamo à courant continu). Ils fonctionnent en alternateurs et débitent sur des résistances. On évite ainsi l'inconvénient qui s'est produit au Gornergrat où le train reste bloqué à la descente, si, par suite d'une avarie à l'usine, les moteurs travaillant en génératrices

Digitized by Google

asynchrones ne reçoivent plus le dewatté nécessaire à leur excitation, les freins à friction ordinaire subissent un échauffement tel sur ces rampes de 200 pour 100 qu'ils sont hors d'usage après un parcours d'une centaine de mètres.

En tout cas, il faut toujours prévoir un freinage électrique, soit en récupération, soit en faisant travailler les moteurs sur des résistances sitôt que le profil de la voie est un peu accidenté. Au Lötschberg, où l'on a cru pouvoir s'en passer, des trains de 300 t descendent sur des rampes de 22 mm se prolongeant pendant plusieurs kilomètres, les bandages des roues et les sabots des freins sont portés au rouge sombre à l'arrivée en gare de Brigue ; l'usure du matériel et de la voie est extrêmement rapide.

La récupération présente encore d'autres avantages : la suppression de ces résistances volumineuses sur lesquelles les moteurs doivent débiter et dont le prix (y compris celui de leur ventilateur) ne représente pas une fraction négligeable dans l'équipement d'une locomotive à crémaillère, comme celle de l' « Aigle-Leysin » ou de « Schynige Platte ». Sur la première ligne, il ne s'agit pas d'éliminer, sous forme de chaleur joule, moins de 30 à 40 millions de kilogrammètres en une heure de temps ! Il est aussi des cas, où par suite de l'accroissement du trafic, la sous-station arrive difficilement à fournir l'énergie demandée ; la récupération soulage alors les génératrices et contribue à leur conservation. C'est ainsi qu'après la création de la ligne à crémaillère de « Blonay-Les Pléiades », les chemins de fer veveysans s'aperçurent, qu'à certaines heures, leur sous-station de Saint-Légier était dangereusement chargée et qu'ils se demandèrent s'il ne serait pas possible de récupérer sur cette dernière ligne. En tout cas, il faut toujours prévoir une cuve à eau, l'intensité pouvant devenir dangereuse quand plusieurs trains descendent simultanément.

Les organes de contact sont toujours au nombre de deux, et la ligne de contact est formée généralement de deux fils parallèles (Montreux-Oberland, Schynige Platte Wengernalp, etc...) elle doit décrire des zigzag de part et d'autre de l'axe de la voie. L'usure des frotteurs est ainsi très réduite et le courant ne risque pas d'être interrompu, ce qui est d'une importance capitale pour la sécurité dans les descentes lorsqu'on récupère.

Disons, pour terminer, que malgré un préjugé trop répandu, on récupère aussi bien avec le moteur série à courant continu qu'avec le triphasé ou le monophasé. Dans le cas du moteur série monophasé il faut empêcher l'amorcement d'un courant continu ; ce qu'on peut faire en interposant un transformateur entre l'inducteur et l'induit.

En plus des freins ordinaires à sabots actionnés par le vide ou l'air comprimé, des freins à rubans agissant sur les tambours des locomotives à crémaillère et des freins électriques par court-circuitage des moteurs, on emploie parfois un frein magnétique qui peut coller littéralement le véhicule au rail, ce frein étant actionné, soit par le courant de ligne (Montreux-Oberland), soit par une batterie auxiliaire (Martigny-Chatelard). Sur le tramway de Schwytz-Brunnen, on actionne ce frein, à la fois par le courant de ligne (enroulement à fil fin) et par le courant des moteurs travaillant en générateurs (enroulement à gros fil).

Tous les contrôleurs « série-parallèle » des chemins de fer à courant continu sont établis de façon à permettre de fermer le circuit des moteurs sur les résistances de démarrage en vue du freinage ; mais en général ces résistances sont mal calculées, aussi ce genre de freinage est-il si brutal qu'on ne l'emploie qu'à la dernière extrémité. On lui a imputé des ruptures d'essieux sur les chemins de fer veveysans où la rampe est continuellement de 50 pour 1 000 entre Vevey et Châtel-Saint-Denys.

On n'emploie le système série-parallèle que sur les lignes à adhérence ou mixtes, jamais sur les lignes à crémaillère où une seule vitesse de régime suffit Sur la ligne mixte de Loèche à Loèche-les-Bains datant de 1915, le système série-parallèle ne porte que sur les inducteurs des deux moteurs, couplés en parallèle pour la marche en adhérence, et en série pour la marche en parallèle.

Il est curieux de faire observer que les systèmes à unités motrices multiples ne sont pas employés en Suisse où ils rendraient de grands services sur les lignes à fortes rampes. Cependant on fait souvent usage de « la double traction » sur les lignes à courant continu ou monophasé, mais chaque automotrice est conduite, indépendamment de l'autre, par son wattman (Montreux-Oberland). On a recours à cette double traction, non seulement pour des trains d'un fort tonnage, mais encore quand le givre déposé sur le fil de contact oppose une sérieuse difficulté au passage du courant.

Le triphasé ne se prête pas du tout à la double traction.

En résumé, ce qu'il paraît surtout important de retenir de ces quelques considérations, forcément un peu brèves, c'est le développement qui semble réservé, d'une part, au monophasé à 15 p : sec pour les grandes artères, et d'autre part au continu à 1 500 ou 2 000 v pour les lignes secondaires à profil accidenté et, d'une façon générale, la possibilité, grâce à l'électricité, d'établir des chemins de fer à des altitudes considérables, comme le montrent les expériences heureuses de la Bernina, de la Jungfrau et du Gornergrat. L'électricité contribue à amener la vie et la civilisation dans les régions qui, autrement, seraient abandonnées et se dépeupleraient, ce qui met en évidence une fois de plus son rôle civilisateur et social de tout premier ordre.

A. Givelet,
Ingénieur E. S. E.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Neutralisation des actions perturbatrices apportées par des circuits extérieurs dans les transmissions électriques à faibles courants (1).

Les lignes à courant faible sont soumises à des perturbations lorsqu'elles sont établies au voisinage de lignes de distribution d'énergie électrique ou de traction électrique.

La présente invention, due à M. J. Perret, ingénieur en chef des Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est, consiste plus particulièrement dans la suppression des troubles apportés par une ligne de traction avec retour par la terre aux lignes télégraphiques dont le retour de courant se fait également par le sol.

La force électromotrice d'induction électromagnétique d'une ligne de traction sur un fil télégraphique mis à la terre aux postes transmetteur et récepteur dépend essentiellement de la distance de ce fil au circuit de traction et de la portion du courant de traction revenant par le sol; elle est indépendante des points de mise à la terre du fil télégraphique.

M. J. Perret a imaginé de neutraliser cette force électromotrice d'induction en créant dans le fil télégraphique perturbé une force électromotrice égale et de signe contraire.

A cet effet, dans la nappe des fils à courants faibles soumis à l'influence du courant de traction, est disposée une ligne auxiliaire reliée à la terre, dans chaque poste télégraphique, par l'intermédiaire de l'enroulement primaire d'un transformateur dont le secondaire est branché dans la ligne télégraphique aboutissant à ce poste. La tension induite par le circuit perturbateur sur le fil auxiliaire est sensiblement égale à la tension induite par ce même circuit dans la ligne télégraphique. Le rapport de ces deux tensions ne dépend que de la distance de l'un et de l'autre des conducteurs au circuit de traction. Dans ces conditions, on pourra, en tenant compte de ce rapport, d'ailleurs très voisin de l'unité, calculer le nombre des spires du primaire et du secondaire du transformateur de façon à avoir aux bornes de ce secondaire une tension qui, opposée à la tension perturbatrice, annule tout effet d'induction.

Pour obtenir ce résultat, il convient tout d'abord que le transformateur soit dimensionné pour que son courant d'excitation soit négligeable pour ne pas modifier, de façon appréciable, la tension induite dans le fil auxiliaire; en outre, la résistivité et la section de ce dernier fil devront être calculées en vue de réduire, à la plus faible valeur possible, la chute de tension occasionnée dans le fil par le passage de ce courant d'excitation.

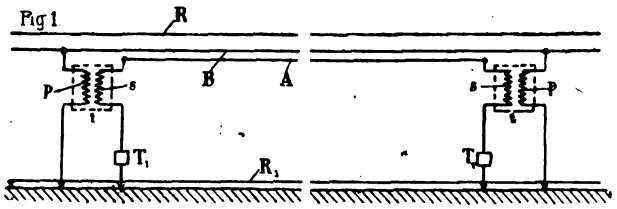
Un seul fil auxiliaire, de section convenable, peut suffire pour plusieurs lignes télégraphiques.

L'introduction des transformateurs dans chaque circuit télégraphique augmente un peu l'impédance de ce circuit par suite de la résistance combinée des transformateurs et leur self-inductance de fuite, mais il ne peut en résulter aucun inconvénient dans la transmission, car cette augmentation d'impédance peut être compensée par une augmentation proportionnelle de la tension des batteries de pile et la constante de temps est maintenue.

(1) Brevet d'invention n° 482 375 et première addition n° 20 256 au brevet principal des Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est.

Le schéma de la figure 1 se rapporte au cas de deux postes télégraphiques T_1 et T_2 placés dans le voisinage de la ligne de traction RR_1. Le fil auxiliaire B est dérivé dans

Fig 1

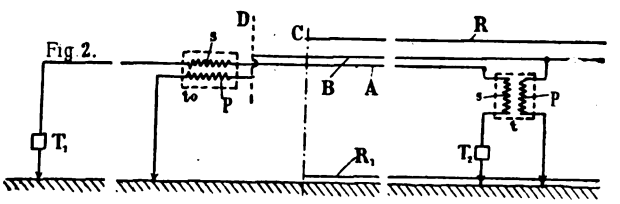


chacun de ces postes pour être connecté à l'une des bornes du primaire du transformateur de compensation t dont l'autre borne est mise au sol; le secondaire S de ce même transformateur est branché sur la ligne télégraphique.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, le fil auxiliaire B pourrait être utilisé pour la compensation d'autres lignes télégraphiques.

La figure 2 reproduit les dispositions qui peuvent être adoptées dans le cas où la ligne télégraphique n'est parallèle

Fig 2.



au circuit de traction que sur une partie de son parcours; le poste T_1 est en dehors de la zone influencée alors que le poste T_2 se trouve dans cette zone. A quelques centaines de mètres du point de pénétration C de la ligne télégraphique dans le réseau de traction, on dispose un petit transformateur branché suivant les dispositions décrites ci-dessus. Le poste T_2 est équipé de la même façon, que le poste T_2 de la figure 1, alors que le poste T_1 n'est muni d'aucun dispositif de protection.

L'invention prévoit comme variante du montage des enroulements des transformateurs de compensation, les modes de réalisation des figures 3, 4, 5, 6.

D'après les figures 3 et 4, le montage des deux enroulements est réalisé sous forme d'auto-transformateurs. Dans ce cas, le rapport de transformation, au lieu d'être établi suivant le rapport $\frac{M_B}{M_A}$ des deux coefficients d'induction respectifs de la ligne auxiliaire B et de la ligne télégraphique A, devient $\frac{M_B}{M_B - M_A}$. Cette disposition n'affecte en rien le principe de la compensation, mais elle permet une réduction des transformateurs t.

Les schémas des figures 5 et 6 se différencient des précédents en ce que la ligne auxiliaire comporte deux fils B et B_1 et que la borne finale de chaque transformateur t au lieu d'être reliée directement à la terre est connectée à une deuxième ligne auxiliaire B_1, reliée au sol à ses deux extrémités en dehors du réseau de traction. Les forces électromotrices d'induction développées entre les conducteurs auxi-

Digitized by Google

liaires B — B_1 et qui sont appliquées sur la totalité de l'enroulement des auto-transformateurs t sont notablement réduites, ce qui permet encore une réduction de ces appareils. Le rapport de transformation devient, dans ce premier cas, $\frac{M_B - M_A}{M_A - M_B}$. Avec le mode de réalisation qui vient d'être décrit, le retour du circuit télégraphique se fait effectivement par les deux fils conducteurs auxiliaires B — B_1 mis en parallèle.

Il a été indiqué, ci-dessus, que la neutralisation des effets d'induction n'est complète que si le courant d'excitation des

Fig. 3.

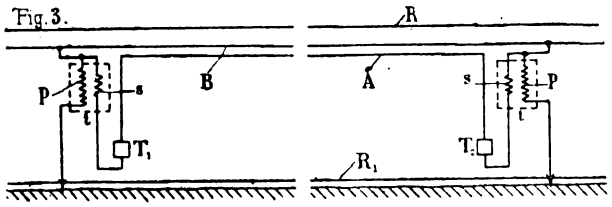


Fig. 4.

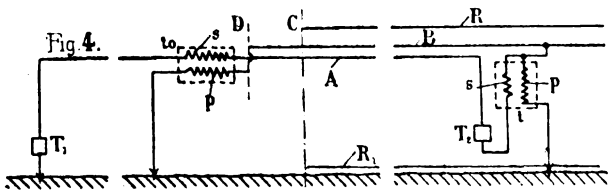


Fig 5.

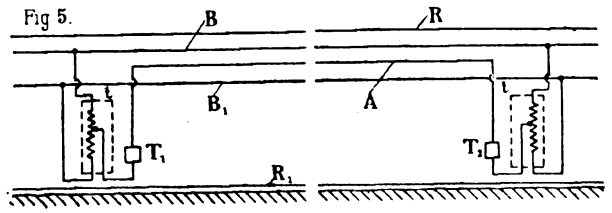
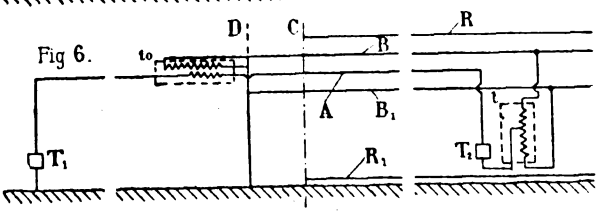


Fig 6.



transformateurs est assez petit pour ne pas déterminer de chute de tension dans ce conducteur de compensation ; or, en pratique, il est difficile de rendre négligeable l'action de ce courant.

Pour supprimer l'effet nuisible du courant d'excitation, l'inventeur préconise, dans une addition au brevet principal, un dispositif consistant dans le montage, aux bornes du primaire de chaque transformateur, d'une capacité formant résonance avec la self-inductance de cet enroulement et dont le courant, sous la périodicité du circuit de traction, est égal au courant d'excitation des transformateurs. En d'autres termes, ce dernier courant est fourni par la capacité de l'ensemble constitué par le transformateur et la capacité n'a aucune action sur la tension de la ligne auxiliaire.

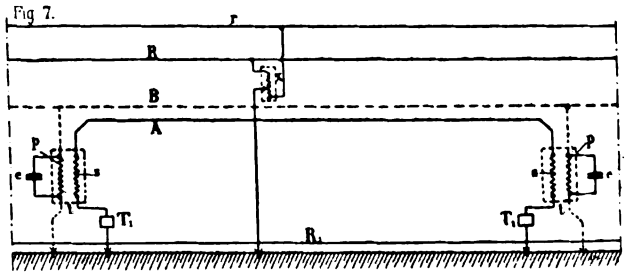
La figure 7 ci-jointe, qui correspond au montage de la figure 1, représente schématiquement le perfectionnement susvisé.

Les dispositions énumérées ci-dessus ont pour but de rendre insensibles aux appareils télégraphiques, l'action du courant perturbateur, mais elles sont inefficaces pour annuler le potentiel induit sur les lignes télégraphiques et sur le fil de compensation par effet de capacité auquel s'ajoute d'ailleurs le potentiel dû aux effets d'induction développés par le courant de traction.

Pour éviter l'inconvénient d'une trop grande différence de potentiel entre les lignes et la terre, il est prévu, dans le brevet, les dispositions complémentaires suivantes :

a) Le montage d'un conducteur r (fig. 7) porté à l'aide d'un transformateur x à une tension égale à celle du trolley,

Fig 7.



mais déphasée de 180° pour l'atténuation de l'effet de capacité; le conducteur r est ordinairement désigné sous le nom de de fil de contre-tension ;

b) La répartition, sur la ligne perturbée, de transformateurs de compensation pour subdiviser la tension induite par le courant de traction.

Il convient de signaler, en terminant, que l'application de transformateurs aux lignes télégraphiques est susceptible également de réaliser la neutralisation des actions perturbatrices dans les transmissions téléphoniques utilisant généralement deux fils isolés.

Les figures schématiques 8 et 9 représentent la réalisation de l'invention avec une ligne téléphonique, suivant que

Fig 8.

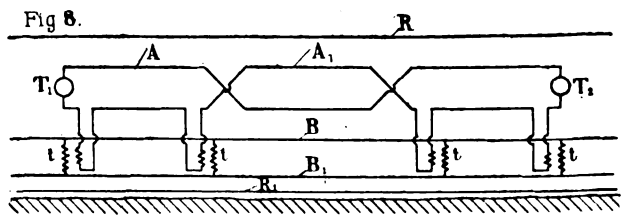
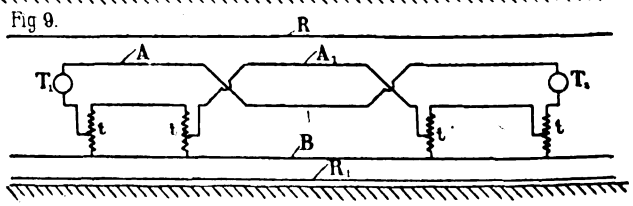


Fig 9.



l'on utilise des transformateurs ordinaires (fig. 8) ou des auto-transformateurs (fig. 9). Dans le cas de la figure 8, la ligne auxiliaire doit être constituée par deux conducteurs B et B_1.

En vue de neutraliser les influences étrangères (électrisation par le vent, action des champs terrestres, etc.), sur les lignes téléphoniques, les fils conducteurs sont croisés ou anti-indentés comme il est dit communément. Ces actions perturbatrices étrangères seront supprimées encore plus efficacement par l'installation, à chacun des points de croisement de la ligne téléphonique, d'un transformateur de compensation.

C. D.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Revues, analyses et informations

Les chèques postaux.

On sait que depuis le 1er juillet fonctionne le service des comptes courants chèques postaux créé par la loi du 7 janvier 1918. En raison de l'intérêt que présente cette création pour la commodité des relations commerciales nous croyons devoir reproduire ci-dessous une étude sur le sujet faite par M. Taffin, inspecteur des Postes et Télégraphes et publiée dans le numéro de juin, p. 259-269, des « Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones ».

Depuis 1901, les virements et chèques postaux ont fait l'objet de nombreuses études. L'Administration des Postes et Télégraphes désireuse d'améliorer son service d'articles d'argent suivait, avec intérêt, le développement des institutions de chèques postaux à l'étranger. Plusieurs projets ou propositions de loi soumis au Parlement n'avaient pu, pour des raisons diverses, aboutir jusqu'à ce que les circonstances actuelles aient démontré les avantages qu'il y avait à réduire circulalation monétaire en développant les méthodes de compensation.

Après de nouvelles études, poursuivies en collaboration avec les chambres de commerce, un service de comptes courants et de chèques postaux a été créé par la loi du 7 janvier 1918. Un décret de la même date réglemente ce service qui fonctionnera à partir du 1er juillet prochain.

La poste avait tenté, à différentes reprises, d'avoir recours aux procédés de compensation. La loi du 5 avril 1879 sur les recouvrements de valeurs autorise, en effet, à substituer à l'émission de mandats-poste « l'ouverture de comptes courants au débit desquels figurera un droit égal à celui qui aurait été perçu pour la délivrance des mandats-poste ». Cette méthode de règlement de compte n'a pas été appliquée ; par contre, le payement des mandats émis au profit des titulaires de comptes ouverts à la Banque de France peut être effectué, depuis 1907, par la recette principale des postes de la Seine, au moyen d'ordres de virement.

La création du service de comptes courants et de chèques postaux ne constitue, en réalité, qu'une extension des dispositions précédentes, prises en vue de simplifier l'exécution et la comptabilité du service des articles d'argent. Il n'est pas douteux que l'ouverture de comptes courants facilitera, dans une large mesure, les transmissions de fonds. L'envoi et le payement de mandats-poste pourront être effectués, par un simple jeu d'écritures, sans déplacement des titulaires de comptes courants. Les industriels, commerçants, sociétés, syndicats, associations, éditeurs de publications, avocats, médecins, etc..., apprécieront certainement les avantages que leur procurera le nouveau service. Il en résultera, d'autre part, pour les bureaux de poste, un désencombrement des guichets, une réduction de l'encaisse et, par suite, une diminution des erreurs ou pertes qu'entraine la manipulation du numéraire.

Comptes courants. — Les comptes courants sont tenus par des bureaux spéciaux dits *bureaux de chèques postaux* qui fonctionneront tout d'abord à Paris, Lyon, Marseille, Bordeaux, Nantes, Clermont-Ferrand. Six autres bureaux seront ouverts plus tard, dont un à Alger. Ce service n'est donc pas centralisé, mais un organisme de contrôle est institué à l'Administration centrale et dans chaque direction départementale siège d'un bureau de chèques.

Tous les bureaux de poste et les établissements secondaires participent à l'exécution du service ; ils encaissent les sommes versées au crédit des titulaires de comptes et effectuent les payements sur autorisation des bureaux de chèques, détenteurs des comptes courants.

Ouverture des comptes courants. — Les particuliers, maisons de commerce, sociétés ou autres groupements sont, après acceptation de leur demande, admis à se faire ouvrir des comptes courants. Une même personne peut avoir plusieurs comptes dans un même bureau de chèques ou dans des bureaux différents. La demande doit comporter toutes les indications utiles pour l'ouverture du compte courant ; une formule spéciale reçoit le spécimen de la signature du titulaire et de celle des personnes autorisées par lui à tirer des chèques sur son compte.

Il peut paraître arbitraire que la demande d'ouverture d'un compte courant soit l'objet d'un examen préalable mais, en fait, l'autorisation ne sera refusée que pour des raisons graves touchant l'honorabilité du demandeur.

L'acceptation est notifiée à ce dernier, en même temps que le numéro d'ordre du compte courant. Un dépôt de garantie fixé à 50 fr est versé par compte.

Deux sortes de formules, réunies en carnets, sont délivrées aux titulaires de comptes, la première est destinée à l'émission des chèques nominatifs et des chèques d'assignation, la seconde est spéciale aux virements. Chaque formule porte imprimés le nom et le numéro sous lesquels le compte est ouvert, ainsi que le lieu où ce compte est tenu.

Le service des chèques publie et tient à jour la liste des titulaires des comptes courants.

Des décrets spéciaux détermineront dans quelles conditions des comptes pourront être ouverts à l'État, aux personnes morales administratives et aux services publics.

Cette réglementation constituera une réforme importante des méthodes de comptabilité publique. Son application réalisera une amélioration des mesures déjà prises, en 1916, pour admettre les contribuables à se libérer de leurs contributions directes par la remise, aux percepteurs, de chèques barrés et, pour procéder au payement des dépenses de l'État et des départements, au moyen de virement de banque et de mandats-cartes. Il sera possible de donner au public de nouvelles facilités lui permettant d'acquitter, sans dérangement, le montant des redevances, provisions, abonnements téléphoniques et d'effectuer le verse-

Digitized by Google

ment des impôts recouvrés par les régies financières.

Il convient de rappeler que, par arrêté royal du 28 avril 1913, le gouvernement belge a réglé l'emploi des chèques et des virements postaux par les administrations publiques. Les comptes sont ouverts au nom des bureaux de recette représentés par les comptables en fonctions. Les fonds disponibles sur ces comptes font partie de l'encaisse de chaque bureau au même titre que les pièces comptables. Le dépôt de garantie n'est pas exigé, mais l'avoir disponible doit s'élever au moins à la somme de 10 fr. Les comptables des établissements publics et des communes utilisent leur compte postal dans les conditions prévues à l'arrêté royal du 25 février 1913, instituant le service des chèques et virements postaux (1).

Transfert et cloture des comptes. — Le titulaire peut demander, à toute époque, le transfert ou l'apurement de son compte. Le Service des chèques peut prononcer d'office la clôture d'un compte courant, notamment lorsqu'un ou plusieurs chèques postaux ont été tirés par le titulaire sans provision suffisante.

En cas de décès, le montant net de l'avoir restant en compte, y compris le dépôt de garantie, est remboursé aux ayants droit sur le vu d'un certificat de propriété.

Opérations de crédit et de débit des comptes courants. — Les opérations enregistrées aux comptes courants sont de trois sortes : 1° les versements ; 2° les paiements ; 3° les virements.

Versements. — Les versements en numéraire sont effectués dans les bureaux de poste ou par l'intermédiaire des facteurs desservant les localités dépourvues de bureau, soit directement par le titulaire du compte, soit à son profit, par des tiers, au moyen d'un mandat-carte spécial.

Il n'est pas fixé de maximum pour les versements. Les recettes auxiliaires et les distributions auxiliaires sont seulement chargées de l'émission, au profit des titulaires de comptes, de mandats-cartes de versement ne dépassant pas 300 fr.

Les mandats et bons de poste français et les mandats internationaux sont portés, sans frais, au crédit du compte courant du bénéficiaire sur la production des titres accompagnés d'un bordereau d'envoi établi par le titulaire et adressé au bureau de chèques détenteur du compte.

Payement. — Les comptes courants sont débités au moyen de formules appelées *chèques postaux* qui portent, suivant le cas, les dénominations suivantes : *chèque nominatif*, lorsqu'il est émis par le titulaire du compte et à son profit ; *chèque d'assignation*, quand il est tiré au profit de tiers ; *chèque de virement*, lorsque son montant doit être inscrit au crédit d'autres titulaires de comptes courants.

Le chèque postal doit être signé par le tireur et indiquer la date et le lieu d'émission ainsi que la somme en toutes lettres et en chiffres pour laquelle il est tiré.

Les bureaux de chèques transforment en mandats-cartes les chèques nominatifs et les chèques d'assignation. Dans le cas où le chèque est assigné en payement au profit de plusieurs bénéficiaires, le tireur établit les mandats-cartes représentatifs du montant du chèque et les adresse en même temps que le chèque au bureau détenteur du compte à débiter.

Les chèques postaux peuvent être assignés sur un ou plusieurs établissements de poste ne participant pas au service des mandats-cartes, ainsi que sur les bureaux étrangers ; dans ces divers cas, il est fait emploi des formules de mandats ordinaires.

Le maximum des chèques nominatifs et d'assignation est de 100000 fr ; si le montant d'un chèque nominatif dépasse 10000 fr, un préavis doit être adressé au bureau de chèques, quarante-huit heures au moins avant que le chèque ne parvienne à ce bureau. Il en est de même pour un chèque postal assigné en payement au profit de plusieurs bénéficiaires, lorsque le montant des mandats-cartes payables par un même bureau est supérieur à 10 000 fr.

Le montant des mandats-cartes émis par les bureaux de chèques à destination des établissements de facteur-receveur ne doit pas excéder 5 000 fr.

Il peut être mis opposition entre les mains du chef comptable du bureau détenteur des comptes courants, au payement des sommes dues par le service des chèques.

Virements. — Le chèque de virement est revêtu par le tireur, du nom du ou des bénéficiaires, du numéro du compte et de l'indication du bureau détenteur du compte. Un bordereau annexe est établi si le chèque comporte plusieurs virements. Il n'est pas fixé de maximum pour le montant des virements.

Après examen du chèque et, le cas échéant, du bordereau de virement, les virements sont portés au crédit des comptes courants par le ou les bureaux détenteurs de ces comptes.

Le titulaire d'un compte courant peut demander par écrit que le montant des fonds excédant un minimum fixé par lui soit viré *d'office* par le bureau de chèques au compte d'un autre titulaire. Cette faculté qui permet au détenteur d'un compte courant postal de limiter à sa convenance le maximum des disponibilités à conserver, contribuera, certainement, au développement des opérations de virement.

Des dispositions qui précèdent, il résulte que le crédit des comptes courants se compose du montant des versements effectués soit par le titulaire, soit par des tiers à son profit et du montant des virements prescrits au profit des détenteurs de ces comptes par d'autres titulaires.

Au débit des comptes courants sont portés les retraits ordonnés au moyen de chèques tirés par le titulaire de compte, soit à son profit, soit au profit de tiers et les virements au crédit d'autres comptes.

En outre, le montant des taxes et redevances est inscrit au débit des comptes.

Le délai de validité du chèque postal est de dix jours : à l'expiration de ce délai, il est renvoyé au titulaire du compte. Si le chèque n'est pas suivi d'effet pour une cause quelconque, il ne peut donner lieu à protêt et est remis au tireur avec les explications utiles.

Différences entre le chèque postal et le chèque de banque. — Le chèque postal ne constitue, en réalité, qu'un ordre de payement au profit du bénéficiaire ; il n'est pas négociable et le non-payement ou le retard dans le payement n'engagent pas la responsabilité du service des chèques.

Le chèque postal, qui n'est pas soumis aux dispositions légales concernant le chèque ordinaire, en diffère essentiellement ; transmissible par endossement, le chèque de banque est payable à présentation ; de plus, l'acquit doit être exigé et toute irrégularité dans l'émission ou le paiement est passible d'une amende, sans préjudice des peines correctionnelles. Ces dispositions ne sont pas applicables au chèque postal.

D'autre part, le compte courant postal ne constitue qu'une comptabilité d'opérations de versement, payement ou vire-

(1) Voir *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, décembre 1913.

Digitized by Google

ment de fonds ; contrairement au compte en banque, il ne produit pas d'intérêt ; il n'y a donc pas à redouter une accumulation importante de capitaux. Les opérations portées aux comptes courants de banques sont diverses et comprennent des souscriptions à des émissions d'emprunts, des ordres de bourse, des escomptes de valeurs, des encaissements d'effets de commerce, des avances sur titres.

Les objections qui avaient été formulées à l'encontre de l'institution du service des comptes courants et chèques postaux ne peuvent, désormais, être retenues. Les deux organisations peuvent coexister et loin de se faire concurrence, elles contribueront, mutuellement, à leur développement particulier, ainsi que l'expérience, à l'étranger, l'a démontré.

Avis de crédit et de débit. — Le titulaire d'un compte courant est avisé, chaque jour, des opérations enregistrées à son compte, ainsi que du montant des chèques porté au débit de son compte.

Les coupons des mandats-cartes de versement et les avis notificatifs des virements passés au crédit de son compte lui sont adressés.

A l'issue de chaque quinzaine, l'avoir net du compte est notifié au titulaire, déduction faite des taxes et redevances liquidées au cours de cette période.

Des avis hebdomadaires, bi-hebdomadaires ou quotidiens ainsi que la notification à une date déterminée du solde ou une copie du compte courant peuvent être demandés moyennant les redevances mensuelles indiquées ci-dessous.

Taxes et redevances — Le prix de vente aux titulaires de comptes courants, des formules de mandats et de chèques, réunies en carnets, est fixé à 0,01 fr la formule de mandat de versement ou de mandat d'assignation et à 0,02 fr la formule de chèque de payement ou de virement.

Les formules de mandats de versement demandées en nombre supérieur à 50, dans les bureaux de poste, sont vendues à raison de 0,50 fr le cent.

Le prix de la liste des titulaires de comptes courants est fixé provisoirement à 1 fr l'exemplaire.

Les mandats-cartes du service des chèques, déposés par des tiers, sont passibles des droits ordinaires, la taxe de factage exceptée.

Les versements effectués directement par les titulaires, sur leurs comptes et au bureau de poste de leur domicile, exclusivement, les retraits au moyen de chèques nominatifs émis par les titulaires, à leur profit, et les virements donnent lieu à la perception d'une taxe fixe de 0,10 fr pour chaque opération.

Les redevances mensuelles pour communications supplémentaires sont les suivantes : 0,25 fr pour l'avis hebdomadaire, 0,75 fr pour l'avis bi-hebdomadaire, 2,50 fr pour l'avis quotidien.

La notification du solde du compte à une date déterminée est faite moyennant une redevance de 0,25 fr. La copie du compte pendant une période donne lieu à une redevance de 1 fr par 100 opérations ou fraction de 100 opérations comprises dans la copie.

Les correspondances et les diverses pièces relatives au service des chèques postaux sont admises à circuler en franchise.

Responsabilité. — Le service des chèques est responsable des sommes reçues pour être portées au crédit des comptes courants ; il n'encourt aucune responsabilité pour les retards survenus dans l'exécution du service.

Aucune réclamation n'est admise concernant les opérations ayant plus de trois ans de date.

Le service des chèques n'est pas responsable des conséquences pouvant résulter des changements dans la condition civile ou la situation du titulaire d'un compte courant qui ne lui ont pas été notifiés.

Les conséquences résultant de l'emploi abusif de la perte ou de la disparition de formules de chèques incombent au titulaire du compte. Le tireur est responsable du faux payement ayant lieu à la suite d'indications d'assignation inexactes ou incomplètes.

Service international. — Des services de comptes courants et de chèques postaux fonctionnent dans les Offices étrangers ci-après : Autriche (1883), Hongrie (1890), Suisse (1906), Allemagne (1908), Luxembourg (1911), Belgique (1913).

Des arrangements ayant pour objet un service réciproque de chèques et virements postaux avaient été conclus entre les administrations des pays précités. Ce service suspendu du 4 août au 15 décembre 1914 a été repris, sauf avec la Belgique.

Il n'est pas douteux que de nouvelles conventions relatives aux chèques internationaux interviendront dès que les circonstances le permettront. C'est, d'ailleurs, dans cette éventualité que l'appellation de « chèques postaux » usitée à l'étranger a été donnée, en France, aux formules au moyen desquelles le titulaire d'un compte courant dispose des sommes inscrites à son crédit.

La Commission interparlementaire du Commerce et la conférence économique des Alliés réunies à Paris, en avril 1916, ont émis le vœu que le chèque postal international soit généralisé.

Il est incontestable que la réalisation de ce projet, dès l'achèvement de la guerre, ne pourrait que contribuer à la renaissance économique des pays alliés.

Assemblées générales

Chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud de Paris.

Assemblée générale ordinaire du 17 juin 1918.

Depuis août 1916 la longueur commerciale du réseau exploité, qui est de 16,037 km, n'a pas varié.

Dès le début de l'exercice le service des trains avait été ralenti pendant les heures les moins chargées de la journée pour permettre aux usines productrices de l'énergie électrique d'alimenter leur autre clientèle.

Peu à peu le service fut prolongé comme heure, et à la fin de l'année les heures de départ ont été très avancées le matin et un peu retardées le soir.

Le trafic augmentant, le maximum de rames a été mis en circulation ; la Compagnie ne pouvant se faire livrer de nouvelles voitures a dû assurer l'entretien du matériel roulant

Digitized by Google

existant, malgré de sérieuses difficultés notamment dans l'entretien des pièces de rechange.

La surveillance de la voie et des ouvrages souterrains a été assurée normalement. Quelques aménagements ont dû être faits pour que certaines stations profondes restent ouvertes en permanence pour servir d'abris en cas de bombardement.

La Compagnie a poursuivi la fabrication des bombes de tranchées.

Les recettes totales d'exploitation ont atteint, en 1917, 14 740 295,62 fr et les dépenses 8 821 160,54 fr.

L'augmentation de recettes, par rapport à 1916, a été de 22,70 pour 100 et celle des dépenses de 29,28 pour 100.

La redevance de 1 centime que perçoit la Ville par voyageur transporté s'est élevée à 806 422,05 fr, chiffre auquel il faut ajouter le montant de la redevance forfaitaire de 200 000 fr, soit 1 006 422,05 fr contre 866 067,74 fr en 1916.

La plus-value des recettes a été presque entièrement absorbée par l'augmentation des dépenses d'exploitation et des redevances.

Les pourparlers avec les pouvoirs publics pour obtenir des modifications de tarifs n'ont toujours pas abouti. Plusieurs projets et contre-projets ont été envisagés, mais le changement dans le haut personnel de la Préfecture de la Seine a interrompu les négociations.

Le compte provision a été augmenté de 800 000 fr, ce qui le porte à 3 248 802,64 fr; cette somme est destinée à faire face aux dépenses de travaux et de matériel et à constituer une réserve pour les accidents ou les surcharges imprévues.

Le solde de l'exercice est de 554 311,02 fr après prélèvement de la réserve légale 5 pour 100, il est affecté 500 000 fr au fonds d'amortissement. Le report à nouveau est de 91 430,61 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Caisse et banques	6 645 159,11
Cautionnement	480 000 »
Valeurs en portefeuille (rentes sur l'Etat 5 pour 100 et 4 pour 100)	1 456 288 »
Terrains et immeubles à réaliser	583 750,46
Approvisionnements	584 832,92
Débiteurs divers	695 972,41
Infrastucture	106 638 085,89
Superstructure	20 603 442,26
Bâtiment d'administration	440 825,23
Ateliers :	
a) Terrains	1 241 567,17
b) Constructions	1 663 597,77
Matériel roulant	13 919 783,42
Outillage, petit matériel et mobilier	737 145,98
	155 690 450,62

Passif.

	fr
Capital-actions	75 000 000 »
Obligations	69 996 600 »
Réserve légale	299 465 »
Créditeurs divers	4 494 751,94
Coupons actions à payer	108 897,62
Coupons obligations à payer	1 097 818,29
Obligations à rembourser	824 968,97
Report à nouveau antérieur	64 835,14
Compte provision	3 248 802,64
Solde au 31 décembre 1917	554 311,02
	155 690 450,62

Société anonyme Westinghouse.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES ORDINAIRE ET EXTRAORDINAIRE DU 27 JUIN 1918.

Le résultat du bilan témoigne du développement général des affaires. Les établissements du Havre ont fonctionné à leur pleine capacité produisant du matériel électrique et le matériel mécanique spécialement construit par la Société; la production est à peu près toute destinée aux établissements de l'État ou aux usines travaillant pour la Défense nationale. Une partie de l'outillage a, en outre, servi à la fabrication du matériel d'artillerie créé par la filiale la Société pour l'exploitation des procédés Westinghouse-Leblanc.

La fabrication en série est de plus en plus adoptée par la Société comme plus rationnelle et plus avantageuse; toutefois, cette manière d'opérer nécessite de larges immobilisations de fonds pour l'achat des matières premières. La mise au point de plusieurs nouveaux types d'appareils est en cours.

Les travaux d'agrandissement annoncés l'année dernière ont été menés avec toute la rapidité possible. Plusieurs nouveaux lots de terrain situés dans le voisinage de l'usine actuelle du Havre ont été acquis au début de cette année.

La Société Italiana Westinghouse a porté son capital à 10 millions de lires par l'émission de 6 millions de lires d'actions.

Comme conséquence des résolutions prises par les dernières assemblées extraordinaires, l'unification des différentes catégories d'actions se trouve réalisée, et après la répartition du dividende il n'existera plus qu'une seule catégorie d'actions ayant les mêmes droits. Le Conseil n'a procédé jusqu'ici qu'à l'émission de la première tranche de 2 millions de francs d'actions sur l'augmentation totale de 6 millions autorisée par les assemblées.

Le solde créditeur du compte de profits et pertes s'élève à 2 646 326,31 fr contre 1 915 993,91 fr en 1916.

Sur ce solde il est prélevé 132 326,31 fr pour la réserve légale et un acompte de 1 500 000 fr pour les actions privilégiées. Un dividende de 2 pour 100 est réparti aux 140 000 actions, payable à partir du 1er juillet 1918.

Le solde à reporter à nouveau est de 1 773 242,73 fr sur lequel il y a lieu de prévoir un prélèvement pour impôt sur les bénéfices de guerre des exercices écoulés.

A la suite de l'assemblée générale extraordinaire, l'article 13 des statuts a été modifié, il y est ajouté : « L'une de ces signatures pourra être apposée au moyen d'une griffe ou imprimée en même temps que les titres. »

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Espèces en caisse et banques	452 472,76
Effets à recevoir et bons du Trésor	1 923 312,30
Débiteurs divers	13 237 284,61
Matériel en consignation	176 873,41
Portefeuille-titres	2 908 944,49
Opérations de change garanties	3 000 000 »
Le Havre :	
Terrains et bâtiments	3 663 063,14
Outillage, matériel et modèles	1 777 464,39
Mobilier	1 »
Magasins et travaux en cours	17 152 948,98
Marchandises en cours de route	1 859 799,94
A reporter	46 152 065,02

Digitized by Google

Report....	46 152 065,02
Paris et agences :	
Mobiliers et aménagements	1 »
Magasins	536 084,12
Brevets, droits et privilèges	250 000 »
	46 938 150,14

Passif.

	fr
Capital :	
Actions ordinaires	4 000 000 »
Actions privilégiées	10 000 000 »
Obligations 5 pour 100	6 428 500 »
Créditeurs divers	7 986 733,23
Provision pour coupons	143 302,01
Avances des clients	10 347 127,93
Opérations de change garanties	3 000 000 »
Réserve légale	123 210,90
Réserves diverses	1 223 707,03
Bénéfices de l'exercice 1917	2 646 526,31
Report de l'exercice précédent	1 039 042,73
	46 938 150,14

Compagnie générale de Distribution d'énergie électrique.

Assemblée générale ordinaire du 20 juin 1918.

Les dépenses d'exploitation ont subi, depuis 1913, une augmentation d'environ 45 pour 100 causée principalement par la valeur des charbons consommés qui était de 2 750 000 fr et s'est élevé successivement à 9 500 000 fr en 1915, 12 000 000 fr en 1916 et plus de 14 000 000 fr en 1917.

L'installation d'une importante usine à Billancourt avait été commencée avant la guerre ; au moment de la mobilisation la plus grande partie du matériel mécanique et électrique était encore chez les constructeurs dans les régions qui ont été envahies, et a disparu. D'autres machines et appareils ont été commandés qui reviennent plus cher que les commandes primitives.

Le matériel n'ayant pu être entretenu et renouvelé d'une façon régulière depuis quatre ans s'est usé plus rapidement, un remplacement s'impose.

La Société, pour faire face à toutes ces dépenses, a demandé à ses clients la modification des conditions de leurs contrats ; la loi du 21 janvier 1918 l'autorisait, du reste, à le faire. Quelques-uns ont entamé des pourparlers, d'autres n'ayant pas traité à l'amiable ont reçu des assignations.

Pour l'achèvement de l'installation de l'usine de Billancourt, l'État a consenti deux prêts d'une valeur totale de 3 500 000 fr.

Le matériel de Vitry soumis à une marche ininterrompue doit être modifié. Deux turbines de 12 000 kw tout à fait modernes sont commandées pour remplacer deux turbines de 9000 kw et tous les foyers de chaudières seront changés.

Les dépenses de l'exercice ont atteint 6 531 818,08 fr tandis que les recettes sont de 5 851 210,85 fr laissant un déficit de 680 607,23 fr.

Cette perte est amortie en prélevant le montant sur la provision spéciale pour 1917 qui se trouvera ramenée à 588 046,05 fr. Ce solde sera porté au compte provision spéciale pour 1918.

Bilan au 31 décembre 1917.

Actif.

	fr
Frais de constitution	1 »
Mobilier	1 »
Dépenses d'installations	33 168 762,04
A reporter.....	33 168 764,04

Report.....	33 168 764,04
Approvisionnements divers	555 107,72
Caisses et banques	4 477 840,42
Débiteurs divers	3 200 200,12
Droits de transmission sur actions	71 353,11
Comptes d'ordre et divers	66 524,93
Frais d'émission et primes de remboursement	1 695 193,11
Excédent du passif sur l'actif	680 607,23
	43 909 590,68

Passif.

	fr
Capital : 32 000 actions de 500 fr	16 000 000 »
Obligations 5 pour 100	20 122 500 »
Réserve légale	40 612,30
Réserve pour amortissement du capital	41 000 »
Réserve pour amortissement d'obligations	146 542,94
Provision pour grosses réparations, fonds de renouvellement et accidents	400 000 »
Créditeurs divers	5 246 057,01
Coupons d'actions et d'obligations et obligations à rembourser	447 140,72
Comptes d'ordre et divers	75 366,59
Provision spéciale pour 1917	1 268 653,27
Report de l'exercice 1913	121 717,85
	43 909 590,68

Compagnie générale des Câbles de Lyon.

Assemblée générale ordinaire du 19 juin 1918.

Les affaires de la Société ont été satisfaisantes pendant le cours de l'exercice ; toutefois les résultats bénéficiaires ne sont pas en proportion du chiffre des opérations traitées par suite des prélèvements importants effectués aussi bien pour l'impôt de guerre que pour des réserves en vue de transformations et d'agrandissements d'usine.

Les bénéfices industriels s'élèvent à 861 128,14 fr, après les amortissements et réserves il reste 311 549,40 fr auxquels il faut ajouter le reliquat de 1916, 340 630,52 fr.

Sur ce total disponible il est réparti un dividende de 50 fr aux 6000 actions et 16 666 fr au Conseil d'administration. Le report à nouveau est de 335 513,92 fr.

Bilan au 31 décembre 1917.

Actif.

	fr
Terrains	1 043 821,55
Immeubles et constructions	611 126 »
Matériel, outillage et installations diverses	1 743 251,78
Espèces en caisse et en banque	225 301,24
Cautionnements	51 661,40
Impôts à récupérer	11 012,89
Effets à recevoir et bons de la Défense nationale	504 230,95
Débiteurs divers	3 259 792,92
Produits fabriqués	1 084 225,75
Produits en cours de fabrication	1 198 799,25
Matières premières et approvisionnements divers	1 856 926,70
Portefeuille-titres	526 754,50
	12 116 904,93

Passif.

	fr
Capital actions	3 000 000 »
Réserve légale	300 000 »
Réserve pour amortissements	1 764 377,78
Obligations amorties	76 750 »
Obligations en circulation	573 250 »
Créditeurs divers, provisions et comptes d'ordre	5 714 263,54
Coupons à payer, obligations à rembourser	36 083,69
Profits et pertes :	
Reliquat de l'exercice 1916	340 630,52
Bénéfices disponibles de l'exercice 1917	311 549,40
	12 116 904,93

Digitized by Google

Compagnie Electro-Mécanique.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 21 JUIN 1918

La production des usines et les affaires de la Compagnie ont continué à progresser d'une façon satisfaisante malgré les difficultés actuelles.

Au cours de l'exercice, il a été livré ou pris en commande des moteurs électriques pour près de 80000 ch, un grand nombre de transformateurs de puissance allant jusque 5000 kv-a, 17 alternateurs hydro-électriques de puissances comprises entre 3000 et 5000 ch. Il a été livré, en outre, 35 groupes électrogènes avec turbines à vapeur, de puissances unitaires jusque 15000 ch et représentant un total de plus de 120000 ch, ce qui porte à 300000 ch la puissance des turbo-groupes livrés depuis le début de la guerre.

Parmi les plus importantes commandes figurent 4 turbo-alternateurs de 3000 ch chacun et 40 treuils d'extraction de 450 ch chacun pour la « Reconstitution des houillères envahies ».

Enfin, il a été construit un très grand nombre de turbines avec engrenages réducteurs de vitesse pour la propulsion des avisos contre submersibles.

Pour répondre aux besoins toujours croissants des fabrications, la Compagnie a entrepris, tant au Bourget qu'à Lyon, la construction de nouveaux ateliers; à Lyon, une première partie des bâtiments est terminée et en cours d'installation.

L'outillage a, dans la mesure du possible, été augmenté et amélioré.

L'émission des 20.000 actions de 500 fr qui avait été décidée à l'Assemblée générale extraordinaire du 23 novembre 1917 s'est effectuée dans de bonnes conditions.

La société « L' Etirage », dont la Compagnie possède une grande part d'actions, a déployé une grande activité et a pu distribuer un dividende de 10 pour 100. Les bénéfices nets de l'exercice s'élèvent à 1 262 158,97 fr.

L'Assemblée décide de porter à la réserve spéciale le montant de la prime à l'émission des 10000 actions nouvelles soit 1000000 fr. Le dividende est fixé à 40 fr par action pour les actions anciennes et à 28,70 pour les actions nouvelles, n°s 20001 à 30000 (impôts à déduire) contre le coupon n° 11.

Le solde à reporter à nouveau est de 65 316,87 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Actif liquide	4 781 836,15
Emprunts nationaux, Bons de la Défense nationale, Titres en portefeuille	1 471 575,65
Débiteurs divers	19 221 179,21
Marchandises en magasins	4 778 993,52
Dépenses sur affaires en cours	14 010 864,35
Brevets d'invention	1 »
Terrains	1 904 079,62
Immeubles	4 039 000 »
Machines-outils	2 202 000 »
Outillage	1 »
Mobilier	2 »
Modèles	1 »
Opérations de change à terme garanties	2 000 000 »
	54 412 533,50

Passif.

	fr
Capital social	15 000 000 »
Comptes obligations	4 584 500 »
Coupons restant à payer	138 054,11
Créditeurs divers	29 482 388,68
Opérations de change à terme garanties	2 000 000 »
Prime d'émission des actions nouvelles	1 000 000 »
Réserve légale	195 431,75
Réserve spéciale	750 000 »
Bénéfices nets de l'exercice	1 262 158,96
	54 412 533,50

ERRATA

Erratum du numéro 3 du 20 juillet 1918, t. IV, p. 67.

Un de nos lecteurs aux armées nous signale du front plusieurs erreurs d'impression qui se sont glissées dans l'article de MM. Marius Latour et Georges Viard.

Dans la préface, avant-dernière ligne, lire «... pour le calcul des lignes téléphoniques... » au lieu de : «... pour le calcul et les lignes téléphoniques... »

Page 69, 1re colonne, dans le renvoi :

lire :

$$\frac{\text{th}^2 x + \text{tg}^2 y}{1 + \text{th}^2 x \,\text{tg}^2 y} = \text{constante}$$

au lieu de :

$$\frac{\text{th}^2 x + \text{th}^2 y}{1 + \text{th}^2 x \,\text{tg}^2 y} = \text{constante};$$

lire également :

$$\frac{\text{tg}\, y}{1 + \text{tg}^2 y} \quad \frac{1 - \text{th}^2 x}{\text{th}\, x}$$

au lieu de :

$$\frac{\text{tg}\, y}{1 + \text{tg}^2 x} \quad \frac{1 - \text{th}^2 x}{\text{th}\, x}.$$

Page 69, 2e colonne, 11e ligne, lire :

$$\text{ch}\left(\alpha \pm i\frac{\pi}{2}\right) = \pm i\,\text{sh}\,\alpha,$$

au lieu de :

$$\text{ch}\left(\alpha + i\frac{\pi}{2}\right) = \pm j\,\text{sh}\,\alpha.$$

Enfin, page 71, 2e colonne, 15e et 20e ligne, lire :

$$\frac{Z_0}{Z_R}, \quad \text{au lieu de :} \quad \frac{Z_R}{Z_0}.$$

Erratum du numéro du 22 juin 1918, t. III, p. 895.

Un de nos lecteurs mobilisé nous signale du front qu'une erreur de signe s'est glissée dans l'analyse de l'article de M. Edwin H. Barton et miss. H.-M. Browning sur « les mouvements vibratoires des systèmes couplés démontrés quantitativement par des expériences simples ». Cette erreur n'est pas imputable à la rédaction de la *R. G. E.* et existait dans le texte original.

Il faut donc lire p. 895 1re colonne, dernière ligne, formule (14) :

$$Q' = \frac{A}{MC}\left(\frac{1}{\omega^2} - \frac{1}{p^2}\right)\sin(pt+\varepsilon) + \frac{B}{MC}\left(\frac{1}{\omega'^2} - \frac{1}{q^2}\right)\sin(qt+\varphi),$$

au lieu de :

$$Q' = \frac{A}{MC}\left(\frac{1}{\omega^2} - \frac{1}{p^2}\right)\sin(pt+\varepsilon) - \frac{B}{MC}\left(\frac{1}{\omega'^2} - \frac{1}{q^2}\right)\sin(qt+\varphi).$$

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR :
J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF :
Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. — TOME IV. — N° 9. — 31 AOUT 1918.

Chronique. — Sur l'utilisation des camions électriques à accumulateurs. — Arrêt de la Cour de Cassation relatif aux salaires des ouvriers mobilisés affectés aux usines travaillant pour la Défense nationale. — Institution d'une Chambre de Commerce franco-suédoise à Stockholm. — Bibliographie : La chimie raisonnée, par M. LEMARCHAND, p. 289-290.

Section scientifique et technique. — La machine asynchrone à bagues, par Marius LATOUR, p. 291. — Calcul direct de la résistance d'un nombre quelconque de conducteurs associés en parallèle, par E. HAUDIÉ, p. 297. — Note sur la mesure d'une résistance (métallique ou d'isolement) par la méthode du voltmètre, par PUGET, p. 298.

Section industrielle. — Diagrammes de production et diagrammes de consommation relatifs aux centrales électrogènes à vapeur et autres (*suite et fin*), par A. DELLA RICCIA, p. 299. — Les interrupteurs à huile et la protection contre l'incendie, par L. TORCHE, p. 311. — Prime à l'économie de charbon dans les stations centrales thermiques, par L. CONGE, p. 319. — Revues, analyses et informations : Analyses des brevets concernant les valves utilsées en télégraphie sans fil, publiés en 1917, p. 321. — Notes pratiques : Protection contre les incendies de turbo-alternateurs, p. 322.

Section économique et financière. — Revues, analyses et informations : Les ressources de la France en gisements de lignites, p. 323. — Assemblées générales : Société hydro-électrique des Basses-Pyrénées, p. 324.

Section de Législation. — Quelques points particuliers de législation électrique : Effets de la clause de tacite reconduction dans des polices d'abonnement et de certaines stipulations irrégulières dans des traités de concession, par Jean DE LA RUELLE, p. 325. — Compétence commerciale en matière de vente de courant électrique. Arrêt de la Cour d'appel de Nimes du 11 décembre 1916. Société des Mines du nord d'Alais, par Paul BOUGAULT, p. 328.

Sur l'utilisation des camions électriques à accumulateurs. — Si la question des transports joue pendant la guerre actuelle un rôle primordial, il est probable qu'il en sera de même longtemps après la cessation des hostilités, car il sera nécessaire de reconstituer une telle quantité de stocks de toute nature que tous les moyens devront être mis à contribution pour arriver à ce résultat.

Or, tandis que les camions automobiles à essence sont d'un usage général, il n'est pas sans intérêt d'appeler l'attention des chefs d'usines sur l'emploi des camions à accumulateurs.

Délaissé pendant longtemps pour lui avoir trop demandé, le véhicule électrique a cependant des qualités que n'ont pas perdues de vue nos excellents amis et alliés les Américains. Quoique à proximité de sources de pétrole nos Alliés n'ont pas hésité à faire appel aux transports par véhicules électriques, non seulement pour manutentionner des colis et marchandises à l'intérieur des usines, mais encore pour les transporter dans les gares ou pour effectuer leur livraison en ville.

Point n'est besoin pour cela de batteries d'un poids considérable comme on pourrait le croire parce que les accumulateurs peuvent être rechargés ou même remplacés entre temps. C'est ainsi que dans certaines usines américaines on dispose d'un certain nombre de batteries de rechange que l'on recharge la nuit ou pendant les heures des repas.

Un des gros avantages résultant de l'emploi de camions électriques est que leur manœuvre est des plus simples, elle peut être confiée dès lors à une femme; ensuite ils permettent d'économiser des quantités importantes d'essence tout en demandant aux stations centrales un appoint d'énergie aux heures mortes de la journée ou de la nuit.

Reste la question très importante de l'entretien des batteries, mais elle devient acceptable si l'on ne demande pas aux voitures des tours de force comme on l'a fait lors de la mise en service des premiers fiacres électriques; il ne s'agit pas en l'espèce de battre des records, mais plutôt de transporter économiquement des marchandises. Il suffira donc d'équiper la voiture avec des appareils de manœuvre évitant les débits exagérés qui fatiguent les plaques et, les progrès accomplis dans la fabrication des accumulateurs aidant, on arrivera à d'heureux résultats. — A. S.

Arrêt de la Cour de Cassation relatif aux salaires des ouvriers mobilisés affectés aux

Digitized by Google

usines travaillant pour la Défense nationale. — Pour les hommes affectés aux usines travaillant pour la Défense nationale, avec bordereau de salaires fixé par décision ministérielle, et malgré le fonctionnement du contrôle de la main-d'œuvre en cas de difficultés portant sur des cas individuels, la Cour de Cassation vient de juger par arrêt du 15 juillet 1918 qu'il y avait bien contrat de travail, et que les Conseils de prud'hommes restaient pleinement compétents, s'agissant d'un litige relatif au paiement des salaires.

Le Conseil d'Etat avait déjà jugé le 18 mai 1917, que les mobilisés affectés aux usines étaient régis par la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail, et non par la loi du 11 avril 1831 sur les pensions de l'armée de terre.

Institution d'une Chambre de Commerce franco-suédoise à Stockholm. — Une Chambre de Commerce franco-suédoise vient de se constituer à Stockholm, avec l'approbation officielle.

Aux termes de l'article 2 de ses statuts, cette Chambre a pour objet de favoriser et de développer les relations commerciales entre la France et la Suède et particulièrement l'exportation de France en Suède.

Pour cela elle se propose :

a) De mettre en relations les commerçants français et suédois et de donner aux uns et aux autres toutes indications utiles à l'effet de favoriser entre eux la conclusion des affaires.

b) De procurer tous renseignements commerciaux sur la solvabilité et l'honorabilité de la clientèle.

c) De donner aide et assistance dans le règlement des différends et des litiges qui peuvent survenir, en proposant au besoin l'arbitrage de la Chambre.

d) De procurer des emplois aux jeunes Français qui voudraient venir se placer en Suède, soit comme volontaires, soit comme employés rétribués, et vice versa.

e) De guider particulièrement les exportateurs français sur le marché suédois, en leur indiquant les débouchés qu'ils peuvent y trouver et de quelle manière ils peuvent se les assurer.

f) D'organiser des expéditions périodiques d'échantillons, afin de faciliter la pénétration des produits français sur le marché suédois.

g) De renseigner et guider, pendant leur séjour en Suède, les commerçants et les voyageurs de commerce qui viennent pour y faire des affaires, mettre à leur disposition, au siège de la Chambre, une pièce où ils peuvent faire leur correspondance et recevoir leurs acheteurs.

h) De transmettre aux commerçants et industriels suédois toutes les demandes de produits suédois provenant des consommateurs français.

i) De s'adjoindre, tant en France qu'en Suède, des représentants ou correspondants dans les principales villes, ports maritimes, centres de consommation et de production, à l'effet d'étendre le champ de son activité.

j) De prendre contact avec les pouvoirs publics, groupements financiers et commerciaux, chambres de commerce, syndicats, etc., afin d'exercer toute influence utile sur l'élaboration et l'application des lois, mesures, règlements intéressant les relations économiques des deux pays.

Le bureau de la Chambre de Commerce est composé ainsi qu'il suit :

Président d'honneur : M. le Ministre de France.

Membres d'honneur : MM. le Nice-Consul de France, l'Attaché commercial.

Membres suédois : MM. R. Dymling, de la maison J. Versteegh, Carl. Franckel, directeur de Grangesberg, Carlson, directeur des Goteborgs bank, secrétaire de l'Alliance française, Gosta Lindberg, commerce de vins, Sven Bergius, secrétaire de l'Exportforeningen.

Membres français : MM. Wolff, de la maison Pellerin et Cie; Tisseau, délégué de la Chambre de Commerce de Petrograd; Pellerin fils, à Gothembourg ou Ramonatso, négociant à Stockholm; Sébastien, Paris; P. Mouquet, Dieppe; M. Le Bourgeois, Rouen.

Bibliographie : La Chimie raisonnée, par M. Lemarchand, chef de travaux pratiques à la Faculté des sciences de Lyon (1). — Beaucoup de jeunes étudiants considèrent la chimie comme une science de mémoire, et, pour cette raison, se désintéressent de son étude. M. Lemarchand a voulu réagir contre cette opinion inexacte, et, pour le bien montrer, il a mis comme sous-titre à son ouvrage : « La chimie n'est pas une science de mémoire; comment on doit l'apprendre » Il ajoute dans son avant-propos : « J'aurai rendu, si j'ai effacé l'idée préconçue que trop souvent ils ont de la chimie, un service aux étudiants consciencieux, je leur aurai appris à la comprendre et à en trouver l'étude attrayante. »

Pour atteindre son but l'auteur commence par considérer les grandes divisions des corps simples et des corps composés : métalloïdes, métaux, oxydes métalliques, anhydrides, sels, acides et bases; puis, énonçant les propriétés caractéristiques de chacune d'elles, il montre, par quelques tableaux simples, comment on peut prévoir les réactions qui s'accompliront généralement entre deux corps quelconques. Dans une seconde partie, il esquisse la théorie des ions et expose les principes de l'établissement d'une équation chimique. La quatrième partie est consacrée à l'étude sommaire de quelques corps : chlore, acide chlorhydrique, composés oxygènes du chlore, acide hypochloreux et acide chlorique.

Comme on le voit par ce court aperçu l'ordre d'exposition adopté par l'auteur est fort différent de l'ordre classique. Il lui était imposé par le but même qu'il se proposait, mais il offre, à notre avis, l'inconvénient de se prêter mal à l'étude des notions élémentaires de la chimie; il suppose, en somme, que le lecteur a déjà acquis ces notions, et s'il lui offre le moyen de les relier entre elles par le raisonnement il ne saurait le dispenser de commencer par les acquérir.

Il n'en est pas moins vrai que cet ouvrage rendra service aux nombreux étudiants qui, ayant suivi les cours de l'enseignement secondaire, viennent se spécialiser dans les facultés. C'est d'ailleurs ce que démontre le succès de sa première édition qui, malgré les circonstances actuelles, a été rapidement épuisée. — J. R.

(1) Un volume, format 25 cm × 16 cm, 174 pages, de la « Bibliothèque de l'Elève-ingénieur »; seconde édition. Editeurs : Jules Rey à Grenoble et Gauthier Villars et Cie à Paris. Prix, broché, 6 fr + 1.20 fr de majoration temporaire + 0,50 fr de port.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

La machine asynchrone à bagues

Sous le titre ci-dessus, l'auteur présente une étude sur les différentes dispositions proposées par divers inventeurs et lui-même pour améliorer le facteur de puissance ou régler la vitesse des moteurs d'induction à bagues.

L'idée de la présente communication nous est venue à la suite d'une conversation avec M. Blondel relative à la dernière communication de M. Picou sur un « moteur asynchrone à grand facteur de puissance et à chute de vitesse réglable » (1).

Depuis une quinzaine d'années, en effet, de nombreuses dispositions ont été proposées et réalisées qui sont équivalentes à celle décrite par M. Picou et il peut être intéressant de rapporter à une classification simple ces différentes dispositions.

L'exposé que nous allons faire n'est d'ailleurs pas sans relation avec celui que nous avons déjà fait sur le compoundage des alternateurs (2); car il arrive en effet que les mêmes schémas ont été invoqués, suivant les préoccupations du moment, tantôt pour le compoundage des alternateurs ou la constitution de génératrices asynchrones, tantôt pour le relèvement du facteur de puissance des moteurs asynchrones ou le réglage de la vitesse des susdits moteurs.

Ainsi des ingénieurs ont pu se distinguer successivement sur le même objet et par les mêmes moyens. La littérature technique étrangère n'a pas toujours tenu compte d'ailleurs de l'origine souvent française des schémas primitifs.

L'exposé que nous allons faire se ramène en définitive à celui des aspects variables de la machine asynchrone à bagues, et il faut d'abord préciser ce que nous entendons par la désignation de *machine asynchrone*. On pourrait comprendre que, par opposition à la *machine synchrone usuelle* (alternateur et moteur synchrone) dont la vitesse est exactement réglée par le nombre de pôles et la fréquence du courant d'alimentation, la machine *asynchrone* est celle qui marche en dehors du synchronisme et à laquelle la marche synchrone est interdite: tout le monde a dans l'esprit la représentation du moteur d'induction ordinaire avec rotor fermé sur lui-même. Mais cette interprétation ne correspondrait pas selon nous à l'idée qu'on se fait aujourd'hui de l'asynchronisme et elle ne permettrait pas d'ailleurs de faire rentrer le fonctionnement des moteurs d'induction comportant certaines excitatrices spéciales, et dont nous parlerons plus loin, dans le fonctionnement de la machine asynchrone.

Nous définirons le caractère asynchrone du point de vue suivant. Lorsqu'une machine synchrone usuelle est branchée sur un réseau, la valeur du couple sur l'arbre est réglée par l'avance ou le retard angulaire du rotor relativement au champ tournant synchrone développé par le stator. Si la machine perd sa vitesse, son fonctionnement est compromis; en tant que machine synchrone, elle ne retrouvera pas d'elle-même, en effet, la vitesse à laquelle elle peut et doit fonctionner : la machine est décrochée. Par opposition avec ces conditions de fonctionnement de la machine synchrone, nous dirons que la machine *asynchrone* est celle dans laquelle le couple sur l'arbre est réglé par la vitesse même du rotor, et dans laquelle par conséquent seules des variations de vitesse peuvent produire les perturbations amenées dans la machine synchrone par des variations d'avance ou de retard angulaire. Le caractère asynchrone se trouve ainsi défini par un fonctionnement en courant alternatif voisin de celui de la machine à courant continu.

La définition prévue n'exclut pas de la conception de la machine asynchrone le fonctionnement au synchronisme même ; il suffira que le synchronisme s'y présente comme une vitesse susceptible d'être perdue et retrouvée sans complication spéciale.

Elle ne précise pas davantage si la machine asynchrone travaille en moteur ou en générateur à une vitesse donnée hyposynchrone ou hypersynchrone.

Cette définition étant admise, il y a deux réalisations essentielles de la machine asynchrone à facteur de puissance élevé et à vitesse réglable dans le fonctionnement en moteur.

Réalisation a). — Le rotor est fermé sur des machines auxiliaires à collecteur sans relation avec le réseau qui

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 21 juillet 1918 t. II, p. 85-90, et *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, décembre 1917.

(2) Voir *Bulletin de la Société internationale des Electriciens* mai 1917.

Digitized by Google

peuvent tourner à une vitesse indépendante du rotor.

Réalisation b). — Le rotor est alimenté par des machines spéciales en relation avec le réseau, de telle sorte qu'il y a correspondance établie entre le réseau et le rotor grâce à l'interposition en quelque endroit d'un collecteur entraîné synchroniquement avec l'arbre du rotor.

Suivant la réalisation *a*), la machine asynchrone ne peut pas marcher au synchronisme ; elle fonctionne en moteur au-dessous du synchronisme et en générateur au-dessus.

Suivant la réalisation *b*), la machine peut fonctionner au synchronisme exactement et elle peut travailler indifféremment en moteur ou en générateur au-dessous et au-dessus du synchronisme.

Machine asynchrone a). — C'est M. Maurice Leblanc qui, le premier, a proposé de fermer le rotor d'un moteur d'induction sur des machines à collecteur (1895). Rappelons tout d'abord que M. Leblanc avait primitivement proposé de disposer des capacités sur le rotor des moteurs d'induction pour améliorer le facteur de puissance. C'est en raison des difficultés industrielles qu'il y a à réaliser des capacités de grandeur suffisante que M. Leblanc s'ingénia à trouver des dispositions dynamiques susceptibles d'être substituées à des condensateurs.

Voici la disposition originale de M. Leblanc. On suppose (voir fig. 1) que le moteur d'induction S-R comporte un rotor diphasé et on monte en cascade avec le moteur deux machines monophasées dont une par phase. L'induit A et le champ E d'une même machine monophasée sont intercalés dans les circuits des deux phases différentes du rotor.

Nous avons modernisé le schéma en représentant des machines monophasées à réaction d'induit compensée qui comportent un enroulement compensateur C. On verra sans peine dans la suite que l'addition de cet enroulement est indispensable au fonctionnement recherché.

La tension développée entre balais dans chaque machine par la rotation est en quadrature avec le courant qui traverse l'induit, puisque le courant d'excitation est en quadrature avec le courant d'induit.

Pour un sens convenable de l'enroulement d'excitation, la force électromotrice entre balais prendra donc l'apparence d'une force électromotrice de self-induction négative. Étant donnés la faible fréquence des courants de glissement, l'entrefer réduit et la grande vitesse périphérique que l'on peut admettre pour les induits A, il arrivera facilement que cette force électromotrice de self-induction négative sera beaucoup plus grande que la force électromotrice de self-induction effective développée tant dans les enroulements E, par la production même du champ des machines, que dans les enroulements C par suite des fuites. Dans ces conditions, l'ensemble se comportera bien comme une self-induction négative.

Les courants de glissement étant de faible fréquence, la commutation ne sera pas troublée.

Le dispositif tel que représenté sur la figure 1 serait aujourd'hui parfaitement opérant.

Cependant, après que nous eûmes démontré qu'un induit à collecteur alimenté par des courants polyphasés et considéré isolément fonctionne comme une capacité lorsqu'il est entraîné à une vitesse au-dessus du synchronisme (dans le sens du champ tournant développé) et après que nous eûmes d'ailleurs attiré expressément l'attention des inventeurs sur la possibilité de substituer à des capacités un induit à collecteur placé dans ces conditions de fonctionnement (1), M. Leblanc proposa de préférence le schéma de la figure 2.

Le rotor du moteur d'induction, que nous supposons triphasé, est fermé cette fois sur un simple anneau à collecteur par 3 balais calés à 120°. Cet induit est entraîné dans le sens du champ tournant développé par les courants de glissement et fonctionne comme une capacité.

Cet appareil est assez souvent désigné aujourd'hui sous le nom d'avanceur de phase ; des auteurs étrangers ont associé mon nom à celui de M. Leblanc à cette occasion.

En réalité, un tel appareil ne donne pas des résultats supérieurs à ceux donnés par les deux machines monophasées de la figure 1. Il a seulement l'avantage d'être plus économique.

Par contre, il présente théoriquement des difficultés de commutation plus grandes puisque les balais y sont, en quelque sorte, calés en plein champ. Cependant, on peut faire facilement en sorte que la tension entre lames sous les balais soit très faible. En effet, la tension entre balais correspond à la tension entre bagues du moteur d'induction qui travaille près du synchronisme : elle est donc très faible.

Un sectionnement élevé du collecteur permettra facilement de ne pas dépasser entre lames une tension de l'ordre du volt. Dans un tel appareil à basse tension, le collecteur est nécessairement volumineux par rapport à l'induit.

En même temps qu'il introduisait un induit à collecteur isolé dans le rotor des moteurs d'induction, M. Leblanc proposait, dans le brevet français n° 329154 (1903), de mettre en série avec cet induit un enroulement bobiné sur le stator qui l'environnait, de façon à développer une force contre-électromotrice wattée capable d'introduire un glissement. Ce faisant, M. Leblanc mettait en cascade avec le rotor du moteur d'induction un véritable moteur à collecteur conformément au schéma de la figure 3.

Postérieurement à cette indication de M. Leblanc, les brevets allemands n° 169453 (1905) et n° 179525 (1905) furent accordés à M. Kraemer et à M. Scherbius.

Ces deux brevets visent la mise en cascade d'un moteur à collecteur avec un moteur d'induction. Le but est de faire travailler le moteur à vitesse variable en agissant sur le moteur à collecteur. Suivant M. Kraemer, le moteur à collecteur est placé sur l'arbre du moteur d'induction (voir fig. 4) ; suivant M. Scherbius, on

(1) *L'Eclairage électrique*, 26 novembre 1901.

Digitized by Google

constitue un groupe séparé (voir fig. 5). Les brevets ne contiennent pas d'explication théorique spéciale et il y s'agit essentiellement de l'utilisation de machines à collecteur du type connu, série ou shunt. Plus récemment, nous avons proposé de placer le moteur à collecteur sur l'arbre de l'alternateur qui alimente le moteur d'induction S-R, lorsque cet alternateur est à proximité du moteur (par exemple dans le cas de la propulsion électrique des bateaux).

M. Maurice Leblanc en disposant des machines à collecteur dans le rotor des moteurs d'induction s'était plutôt intéressé à la question du facteur de puissance, mais nous reconnaîtrons tous volontiers que la lecture des brevets cités plus haut n'a pas pu l'instruire spécialement.

Nous ajouterons ici notre contribution à la question. Dans le brevet français n° 417 190 (1909) nous avons considéré la mise en cascade du moteur d'induction avec une machine à excitation composite par le stator qui comporte essentiellement l'utilisation d'un transformateur série et nous avons donné en même temps le principe de fonctionnement du système.

La machine à collecteur que nous mettons en cascade avec le moteur d'induction est représentée par la figure 6.

Dans la figure 6 on suppose la machine à collecteur auto-excitatrice par son stator. Le stator comporte un premier enroulement c_1, c_2, c_3 tendant à annuler la réaction du rotor. Le deuxième enroulement e_1, e_2, e_3 est alimenté en dérivation sur la machine même et sert à exciter le champ magnétique. On intercale dans le circuit triphasé e_1, e_2, e_3 les secondaires d'un transformateur triphasé t_1, t_2, t_3 dont les primaires sont traversés par les courants rotoriques.

En réalité, on doit, en toute généralité, se représenter que sur chaque phase de l'enroulement d'excitation e_1, e_2, e_3, on fait agir par induction mutuelle une ou plusieurs phases quelconques du rotor dans le but d'obtenir, dans chaque circuit d'excitation e_1, e_2, e_3, toute phase et toute grandeur de force électromotrice série jugées convenables. On conçoit, en particulier, que le transformateur triphasé t_1, t_2, t_3, fût un transformateur à champ tournant dans lequel les prises sur le secondaire se feraient en des points variables et convenablement situés. On réglera généralement le fonctionnement de l'ensemble constitué par la machine d'induction et la machine à collecteur de la façon suivante.

A vide, soit que la machine fonctionne au-dessus ou au-dessous du synchronisme, la machine à collecteur développe par auto-excitation en dérivation, une tension entre balais correspondant à celle induite dans le rotor par le glissement de la machine d'induction. Sous ce régime, on peut admettre que l'excitation de la machine d'induction est fournie soit par le réseau dans le stator, soit par la machine à collecteur dans le rotor même, soit des deux manières à la fois. C'est le deuxième mode d'excitation qu'il y aura cependant lieu de rechercher par une surexcitation de la machine à collecteur pour avoir un bon facteur de puissance.

La machine d'induction étant mise en charge, les courants développés dans le rotor de la machine d'induction vont traverser la machine à collecteur. Au point de vue de ces courants, la machine se comportera, en raison du mode d'excitation série prévu, comme ayant une certaine inductance et une certaine résistance; chacun de ces deux termes (inductance et résistance), pouvant être positif ou négatif. On réglera la compensation de la

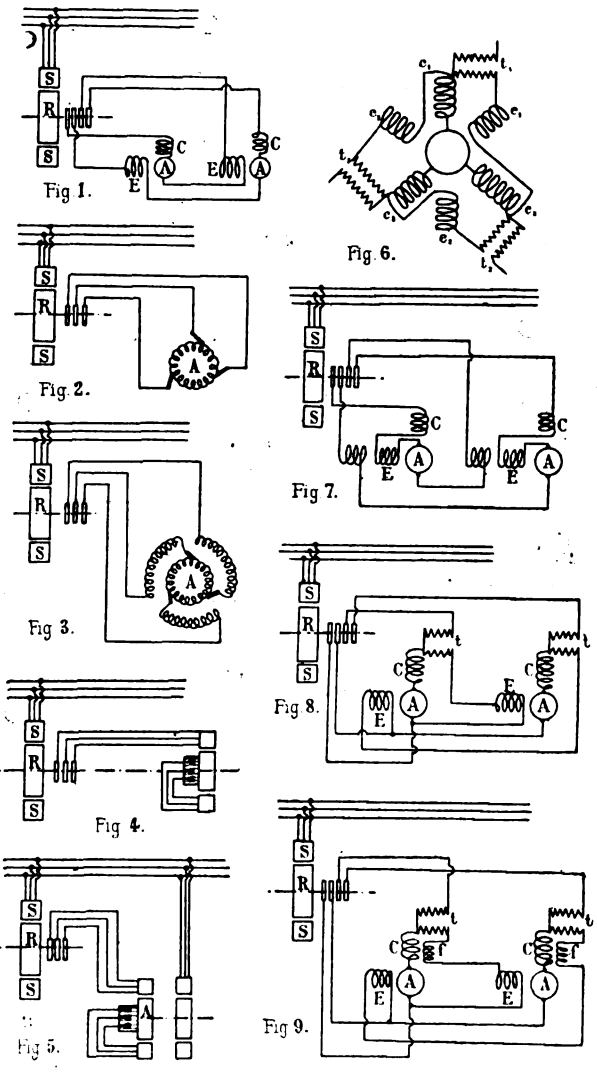


Fig. 1 à 9. — Divers montages de la machine asynchrone, type a.

réaction du rotor de la machine à collecteur et l'excitation série du champ de façon à réduire cette inductance et à lui donner de préférence une certaine valeur négative capable de contrebalancer l'effet des fuites de la machine d'induction. On réglera d'autre part, l'effet de la résistance de façon à donner à la machine d'induction la caractéristique que l'on juge convenable. On vérifie que pour obtenir un fonctionnement stable, il faut travailler en moteur au-dessous du synchronisme et réaliser une résistance positive. Pour travailler en moteur au-dessus du synchronisme, il faudrait réaliser une résistance

Digitized by Google

négative et le couple alors augmenterait avec la vitesse.

On conçoit que l'excitation série pourrait être faite indépendamment de l'excitation shunt par des enroulements distincts, mais il faudrait toujours avoir recours à des transformateurs série pour contrebalancer l'induction mutuelle inévitable qui se produirait, dans le stator même, entre les enroulements série et les enroulements shunt. Dans le cas où la compensation de la réaction du rotor n'est pas telle que le flux produit par le rotor soit annulé exactement dans le stator, il y a même une induction mutuelle entre le rotor et l'enroulement de compensation d'une part et l'enroulement shunt d'autre part qu'il convient d'annuler par le transformateur série. Il serait possible, bien entendu, de disposer un seul enroulement sur le stator et de produire la compensation même avec l'enroulement shunt en augmentant l'importance du transformateur série.

Nous avions proposé antérieurement (brevet n° 401 515, 1908) d'employer deux machines monophasées série à réaction d'induit compensée avec réglage du champ au lieu et place d'une machine polyphasée, ainsi que le représente la figure 7. Nous avons dans la figure 7 superposé à l'excitation série normale une excitation par la phase rotorique opposée de façon à obtenir un facteur de puissance élevé suivant le principe de la figure 1.

On a proposé par ailleurs (brevet anglais Siemens-Schuckert 29 090, 1909) d'employer deux machines monophasées excitées en dérivation l'une aux bornes de l'autre. Mais pour obtenir des caractéristiques vraiment shunt en même temps que pour obtenir un facteur de puissance élevé il y a lieu d'ajouter dans ce schéma suivant nos indications un transformateur série t comme représenté sur la figure 8. L'application de ce transformateur dans les machines monophasées à collecteur excitées séparément fait l'objet de notre brevet allemand n° 211 690 (1906). Pour obtenir une caractéristique compound chaque transformateur t devrait permettre en sus une auto-excitation de chaque machine par son propre courant ; à cet effet, chaque transformateur t devra comporter un primaire supplémentaire traversé par le courant de la machine opposée qu'il doit exciter.

La disposition de deux machines monophasées au lieu d'une machine polyphasée unique peut apparaître comme une simple complication. Tel n'est pas notre avis. Cette disposition est plus rationnelle parce qu'on peut ici prétendre obtenir une commutation parfaite sur chaque machine grâce au fait qu'il n'y a pas de balais calés en plein champ et grâce à l'emploi de pôles de commutations excités par du courant déphasé (brevets Erlikon et brevets de l'auteur, 1904) comme dans le cas du moteur série. On alimente simplement l'enroulement du pôle de commutation f d'une machine par le courant d'excitation du champ principal de l'autre ainsi que le représente la figure 9.

La surface frottante et le volume des deux collecteurs des deux machines monophasées pourraient être plus faibles que ceux du collecteur unique de la machine polyphasée.

Machine asynchrone b). — On peut mettre le rotor d'une machine d'induction en relation avec une source donnant par elle-même des tensions ayant la fréquence correspondant au glissement. Ce mode de fonctionnement remonte au brevet américain Tesla n° 390 701 (1888) et au brevet allemand Siemens n° 109 308 (1898).

Pour obtenir la fréquence des courants de glissement on utilise des appareils dits changeurs de fréquence.

Ces appareils sont constitués par un induit à courant continu A comportant des bagues et un collecteur comme une commutatrice (fig. 10). Les courants du réseau de pulsation ω sont amenés aux bagues par le transformateur t. Si le changeur de fréquence est entraîné à la vitesse ω_1 du rotor du moteur d'induction, les tensions triphasées développées entre les trois balais à 120° du collecteur ont la pulsation $(\omega - \omega_1)$. On peut donc établir une relation directe entre le changeur de fréquence et le rotor R comme représenté sur la figure 10.

Le changeur de fréquence peut être excité lui-même par le stator en série ou en dérivation comme le représente la figure 11. Une description détaillée de ce changeur de fréquence et de son fonctionnement sous cette forme est faite dans le brevet français de M. Blondel n° 317989 (1902). M. Blondel, suivant les préoccupations des ingénieurs français en ce temps, réalisait par l'utilisation de ce changeur de fréquence comme excitatrice une génératrice asynchrone compound et ne s'inquiétait pas spécialement de la régulation de la vitesse.

M Blondel a cependant considéré dans le brevet français n° 317989 le fonctionnement en moteur pur et simple de l'appareil représenté par la figure 11. En réalité, on peut dire que, dans un pareil moteur, c'est la partie mobile alimentée par le réseau qui joue le rôle du stator S du moteur d'induction de la figure 10, et la partie fixe qui joue le rôle du rotor R du moteur d'induction alimenté par des courants à basse fréquence. Il arrive que le moteur se sert à lui-même de changeur de fréquence pour l'alimentation de son rotor.

La commutation dans un pareil moteur ne peut jamais être parfaite puisqu'il y a toujours une tension induite entre lames sous les balais. Mais pour des moteurs de faible puissance la commutation peut être acceptable.

L'avantage capital du moteur de la figure 11 est qu'on peut le réaliser à vitesse variable et à caractéristiques shunt sans autre appareil auxiliaire en alimentant simplement les enroulements S_1, S_2, S_3 de la partie fixe (fig. 12) par des tensions variables prélevées sur le collecteur même de la partie mobile. On dispose à cet effet deux balais par phase à écartement réglable, $b_1b'_1$, $b_2b'_2$, $b_3b'_3$ (voir brevet français n° 438 090 de l'Allmanna Svenska Elektriska Aktiebolaget). C'est le collecteur même du moteur qui sert en quelque sorte de contrôleur de réglage (1).

(1) L'obtention d'une tension variable sur le collecteur d'un changeur de fréquence, grâce à la disposition de deux jeux de balais à écartement réglable, a été déjà présentée sous une autre forme par Osnos (voir *E. T. Z.*, 1902, p. 1078-1079).

Digitized by Google

Dans le cas de la figure 10, le changeur de fréquence doit tourner synchroniquement avec le rotor du moteur d'induction S-R dont il doit assurer le réglage de la vitesse. A cet effet, si on ne l'entraîne pas mécaniquement par l'arbre du rotor, on doit l'entraîner par un petit moteur d'induction dont le stator et le rotor sont branchés en parallèle sur le stator et le rotor du moteur d'induction principal, comme représenté sur la figure 13. Cette disposition a été donnée par la maison Siemens-Schuckert, mais on pourrait peut-être déjà trouver une indication de cette disposition dans le brevet de M. Blondel.

En réalité, le changeur de fréquence de la figure 11 avec alimentation de la partie fixe, peut tourner synchroniquement avec l'arbre du rotor sans qu'il lui soit adjoint de moteur spécial. Nous reviendrons plus tard sur ce sujet.

Il est facile de se rendre compte que, à commutation semblable et à vitesse périphérique égale au collecteur, le collecteur du changeur de fréquence de la figure 10 doit avoir exactement l'importance du collecteur qu'il faudrait disposer sur le rotor de la machine d'induction pour effectuer un réglage direct de la vitesse. Substituer au réglage direct par collecteur disposé sur la machine d'induction, un réglage indirect par l'excitatrice de la figure 1 est donc, en un certain sens, parfaitement illusoire.

Il en serait autrement si l'on pouvait obtenir la fréquence du glissement sur un collecteur tournant à une périodicité propre (nombre de tours par seconde multiplié par nombre de paire de pôles) inférieure à celle à laquelle tourne la machine d'induction. A vitesse périphérique égale, pour une même tension entre balais, on aurait une tension entre lames plus faible.

Nous sommes arrivés à ce résultat suivant les procédés suivants (brevet français n° 436266).

Premier mode d'exécution. — Dans ce mode d'exécution (fig. 14), le changeur de fréquence comprend une machine d'induction auxiliaire A montée en cascade avec une machine B analogue à celle de la figure 11 et rappelle le convertisseur en cascade Leblanc La Cour utilisé aux lieu et place des commutatrices pour la fréquence de 50 ou 60 p : sec.

Si l'on admet que les deux machines A et B ont même nombre de pôles et qu'elles tournent sous une périodicité moitié moindre que celle de la machine d'induction principale, on vérifiera que les tensions engendrées entre balais sur le collecteur ont la fréquence du glissement de la machine d'induction principale, bien que le collecteur travaille à une périodicité moitié moindre que cette machine d'induction.

Si l'on admet que les deux machines A et B tournant à la même vitesse ont des nombres de pôles dans le rapport de 2 à 1 et que la périodicité propre de la machine A est les 2/3 de celle de la machine d'induction principale, on vérifiera que l'on recueille toujours sur le collecteur des tensions ayant la fréquence du glissement de la machine d'induction principale, tandis que le collecteur travaille sous une périodicité qui est les 1/3 de la périodicité correspondant à la vitesse de rotation de cette machine d'induction principale.

On peut faire ainsi des combinaisons variées qui permettent toujours d'obtenir pour le collecteur une périodicité propre moindre que celle de la machine d'induction.

La machine B travaille à la fois comme commutatrice d'une part, et comme réceptrice d'autre part, dans une

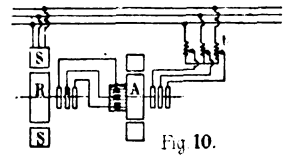


Fig. 10.

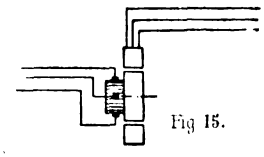


Fig. 15.

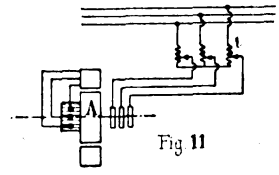


Fig. 11

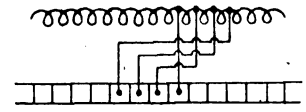


Fig. 16.

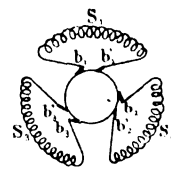


Fig. 12.

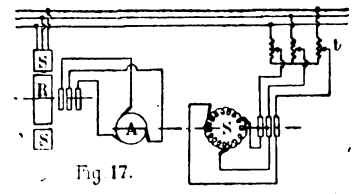


Fig. 17.

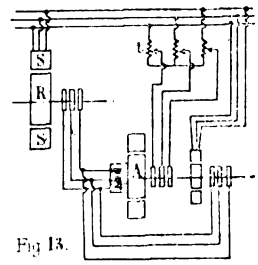


Fig. 13.

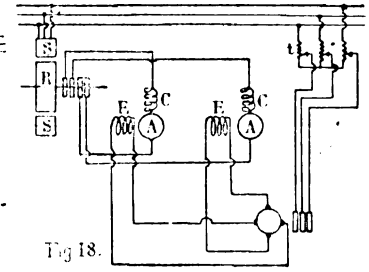


Fig. 18.

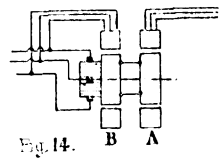


Fig. 14.

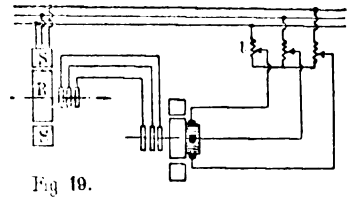


Fig. 19.

Fig. 10 à 19. — Divers montages de la machine asynchrone, type b.

proportion qui dépend de l'abaissement de fréquence obtenu sur le collecteur. C'est dire que, rationnellement, elle doit porter sur le stator un enroulement de compensation destiné à contrebalancer la réaction provenant du fait qu'elle travaille en partie comme génératrice ou réceptrice.

Deuxième mode d'exécution. — Dans ce mode d'exécution le changeur de fréquence est réalisé par une seule machine auxiliaire (fig. 15) dont le rotor porte un collecteur avec des connexions au bobinage faites en

Digitized by Google

sens inverse, ainsi qu'il est représenté sur la figure 16. Cette disposition des connexions au collecteur a été imaginée par M. Maurice Lebanc pour son excitatrice compoundeuse. Les connexions inversées permettent de supprimer la machine B de la figure 14. Elles ne représentent pas une complication aussi grande qu'il pourrait sembler au premier abord.

Si l'on admet que la machine d'induction de la figure 15 tourne à la demi-périodicité de la machine d'induction principale, on vérifiera que les tensions recueillies entre balais ont la fréquence du glissement de la machine d'induction principale, bien que la périodicité sur le collecteur soit moitié moindre que celle de cette machine.

Si l'on admet que la machine d'induction auxiliaire tourne aux 2/3 de la périodicité de la machine d'induction principale et que le nombre de pôles du collecteur est moitié moindre que celui du bobinage, on vérifiera que les tensions entre balais ont toujours la périodicité du glissement de la machine d'induction principale, bien que la périodicité propre du collecteur soit le 1/3 de la périodicité de cette machine d'induction principale.

Si l'on admet que la machine d'induction auxiliaire tourne aux 4/3 de la périodicité de la machine d'induction principale et que le nombre de pôles du collecteur est réduit au 1/4 du nombre de pôles du bobinage, on vérifiera que la périodicité sur le collecteur est le 1/3 de la périodicité de la machine principale, etc.

Troisième mode d'exécution. — On adopte des enroulements sinusoïdaux sur le rotor de la machine d'induction auxiliaire de la figure 15 comme dans le cas de l'excitatrice compoundeuse de M. Boucherot.

On peut enfin songer à utiliser simplement un changeur de fréquence pour exciter une machine à collecteur ayant une périodicité propre au collecteur aussi faible qu'on le désire. Dans cet ordre d'idées nous avons proposé en 1902 (voir brevet allemand n° 154131) une machine asynchrone excitée suivant la disposition de la figure 17.

La machine à collecteur ou excitatrice A comporte un système inducteur fixe S auquel se trouve également adapté un collecteur. Des balais tournants entraînés par l'arbre du moteur d'induction sont alimentés par le réseau et réalisent l'excitation directe de la machine à collecteur par le réseau. Les balais tournants peuvent être évités avec l'appareil dit « commuteur » (voir notre brevet français n° 327986 (1902) dont nous avons parlé dans notre dernière communication sur le compoundage des alternateurs (1). Le collecteur du stator de l'excitatrice de la figure 17 peut, en réalité, être reporté sur un petit changeur de fréquence spécial et l'excitation du stator est alors faite par les courants à basse fréquence provenant du changeur de fréquence. Il est possible d'utiliser ce changeur de fréquence non pas pour exciter une seule machine polyphasée mais deux machines monophasées. C'est ce que représente la figure 18.

Cette disposition est analogue à celle décrite par M. Boucherot pour le compoundage des génératrices asynchrones fait en combinaison avec son excitatrice à enroulements sinusoïdaux au lieu d'un changeur de fréquence usuel (addition n° 1695 au brevet français n° 285083 (1903).

Les deux machines monophasées de la figure 18 peuvent avoir un champ de commutation comme les machines monophasées de la figure 9. Cette disposition de deux machines monophasées au lieu d'une machine polyphasée sera d'autant plus intéressante que le réglage de la vitesse devra prévoir des glissements élevés.

Le changeur de fréquence peut encore être réalisé sous une forme inversée. Les tensions de basse fréquence sont développées entre les bagues et les tensions de la fréquence normale du réseau sont appliquées au collecteur. Cette forme anciennement connue est représentée par la figure 19. L'adoption du changeur de fréquence sous cette forme revient en quelque sorte à détacher le collecteur du rotor d'un moteur à collecteur grâce à l'interposition de bagues ainsi que nous l'avons indiqué dans notre addition de janvier 1902 à notre brevet 306229.

Cette disposition est encore intéressante dans les gros moteurs à collecteur à grande vitesse et à grande puissance par pôle. Le sectionnement extrême du collecteur correspondant à une spire par section donne encore dans ce cas, en effet, une tension trop grande entre lames. La largeur de fer pouvant être plus faible dans le changeur de fréquence que dans le moteur même il en résulte qu'une spire par section dans le changeur de fréquence peut y donner lieu à une tension moins élevée.

L'alimentation du collecteur de ce changeur de fréquence par le réseau se fera de préférence, ainsi que nous l'avons indiqué en multipliant le nombre de phases des courants introduits comme dans le cas des machines à collecteur usuelles et le démarrage pourra se faire en faisant usage de la connexion étoile triangle comme nous l'avons prévu pour les moteurs série à collecteur.

Si on cale le changeur de fréquence sur l'arbre du moteur d'induction, les bagues du changeur de fréquence disparaissent, cette fois avec celles du moteur d'induction.

Marius LATOUR.

(1) *Bulletin de la Société Internationale des Electriciens*, juin 1917, et *R. G. E.*, 16 juin 1917, t. 1, p. 913.

Digitized by Google

Calcul direct de la résistance d'un nombre quelconque de conducteurs associés en parallèle

L'abaque indiqué par M. Castex dans la « R. G. E. » du 23 mars pour le calcul de la résistance d'un ensemble de conducteurs en parallèle a donné lieu à la publication, dans le numéro du 29 juin, de deux notes de M. Zoretti et de M. Bethenod. Nous recevons sur le même sujet la note ci-dessous.

Les trois méthodes, indiquées par MM. Castex, Zoretti et Bethenod [1] ne permettent d'obtenir la résistance réduite d'une série de conducteurs en parallèle qu'en procédant d'abord pour deux, puis de proche en proche.

A ce titre, il peut être utile de rappeler un autre mode de représentation simple des résistances, dont j'ai déjà [2] signalé l'intérêt pour obtenir le diagramme du partage de la puissance dans un réseau de circuits et qui conduit directement à la valeur de la résistance réduite d'un nombre quelconque de conducteurs ramifiés.

Prenons le cas de trois ramifications, dont la résistance réduite est R.

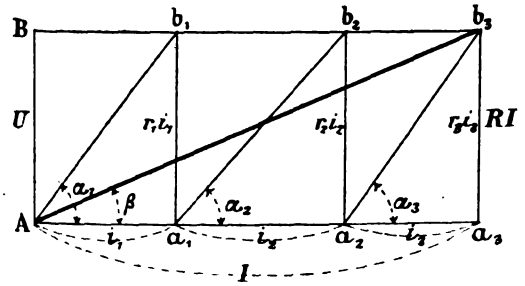


Fig. 1.

Soient Aa_1, a_1a_2, a_2a_3 des longueurs représentant les intensités respectives i_1, i_2, i_3 dans les trois branches; l'intensité totale I est Aa_3.

D'autre part, portons à la même échelle et sur la direction perpendiculaire une longueur A B représentant la chute de potentiel commune dans ces trois conducteurs.

Les aires des rectangles juxtaposés et du rectangle total représentent les puissances respectives consommées Ui_1, Ui_2, Ui_3, UI.

Mais

$$U = a_1 b_1 = r_1 i_1 = i_1 \operatorname{tg} \alpha_1$$
$$U = a_2 b_2 = r_2 i_2 = i_2 \operatorname{tg} \alpha_2$$
$$U = a_3 b_3 = r_3 i_3 = i_3 \operatorname{tg} \alpha_3 = RI = I \operatorname{tg} \beta$$

c'est-à-dire

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = r_1, \quad \operatorname{tg} \alpha_2 = r_2, \quad \operatorname{tg} \alpha_3 = r_3, \text{ et aussi } \operatorname{tg} \beta = R.$$

Ainsi la représentation des résistances par des tangentes trigonométriques conduit immédiatement à la résistance réduite d'un nombre quelconque de dérivations.

Pour cette construction, la distance des deux parallèles AM et BN peut évidemment être quelconque.

La figure 2 résume les seuls tracés à effectuer.

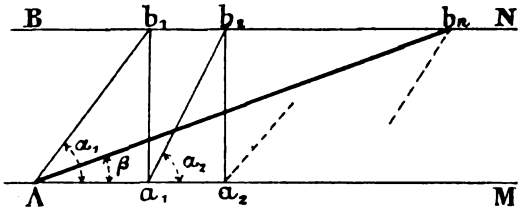


Fig. 2

Si, partant de A, on arrive en b_n après avoir représenté les résistances de toutes les branches, la diagonale totale Ab_n donne la résistance réduite par $\operatorname{tg} \beta = R$.

Les tables usuelles de lignes naturelles, de minute en minute (celle de Friocourt, par exemple) fournissent les éléments nécessaires à la construction au moyen du rapporteur.

Il est à peine besoin de faire remarquer que, si on multiplie les diverses résistances r_1, r_2 ... par un même facteur n, c'est-à-dire si on considère les résistances nr_1, nr_2 ..., la résistance réduite devient de même nR. De sorte que si, comme très généralement en pratique, les résistances à composer sont très faibles, il sera avantageux de les multiplier par un facteur simple 10, 100, 1000 ... convenablement choisi; il suffira alors de diviser par le même facteur la résistance réduite obtenue.

E. Haudié,
Professeur à l'Ecole navale.

[1] *R. G. E.*, 23 mars et 29 juin 1918, t. III, p. 424 et p. 933 et 934.

[2] *Journal de Physique*, août 1910 et *Bull. de l'Union des Physiciens*, mars 1911.

Digitized by Google

Note sur la mesure d'une résistance (métallique ou d'isolement) par la méthode du voltmètre

Dans la courte note ci-dessous, l'auteur indique deux méthodes de mesure des isolements, pouvant être facilement employées par le personnel ouvrier d'une compagnie de distribution. Dans l'une, il se sert d'un abaque convenablement gradué; dans l'autre, il préconise l'emploi d'un voltmètre à échelle logarithmique.

Soit R la résistance du voltmètre, E et u les déviations obtenues successivement : 1° en fermant la pile sur le voltmètre ; 2° en la fermant sur le circuit résistance-voltmètre; la résistance x est donnée par la formule classique

$$x = R\,\frac{E-u}{u}.$$

La méthode, bien que très simple, exige cependant trois calculs, soustraction, division et multiplication, ce qui, en réalité, la rend peu pratique pour un personnel ouvrier. Peut-on la rendre plus pratique? Deux méthodes semblent possibles.

1° *Traduction de la formule en abaque à points alignés.* — Les deux échelles E et u étant disposées comme

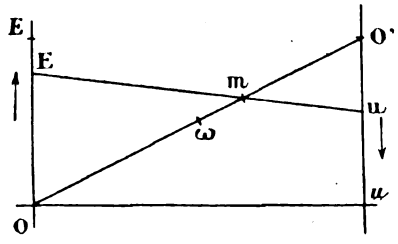


Fig. 1.

l'indique la figure, la cote du point m, point de rencontre des droites Eu et OO' donnera la résistance cherchée.

Pour construire et graduer l'abaque, considérons le milieu ω de OO' ; on a

$$\frac{mO}{mO'} = \frac{E}{u}, \qquad \frac{mO - mO'}{mO'} = \frac{E-u}{u},$$

car $\quad mO = O\omega + \omega m, \qquad mO' = O\omega - \omega m,$

d'où

$$\frac{E-u}{u} = 2\,\frac{\omega m}{mO'}.$$

Le rapport $\dfrac{m\omega}{mO'}$, est donc égale à $\dfrac{1}{2}\,\dfrac{x}{R}$.

La graduation de l'abaque suit immédiatement : à une échelle convenable portons $O'R = 2R$. Si m correspond à x, à la même échelle, $\omega X = x$. (Les droites ωX et O'R sont parallèles.)

Pour graduer l'axe ωO', il suffira donc de joindre les

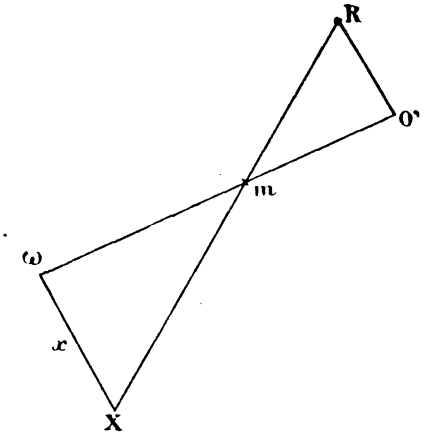


Fig. 2.

points de l'échelle X au point R ; les cotes des points m seront les mêmes que celles des points X.

2° *Emploi de voltmètre à échelle logarithmique.* — Soit $m = \dfrac{E}{u}$, $\quad x = R\,(m-1)$. Si l'on connaît m, une table à simple entrée, ou une échelle simple donnera de suite x. La connaissance de m revient à celle de log m. Si l'échelle du voltmètre donne des valeurs de log V, une simple soustraction suivie d'une lecture de la table donnera x.

Soit

$$e' = \log E \qquad e' - u' = \log m.$$
$$u' = \log u.$$

D'ailleurs l'échelle du voltmètre peut être graduée de façon à donner K log V, la valeur de log m sera multipliée par K, K sera choisi de telle sorte que l'échelle ne comporte que des cotes entières.

PUGET,
Ingénieur des Télégraphes.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Diagrammes de production et diagrammes de consommation relatifs aux centrales électrogènes à vapeur et autres (*Suite et fin*)

Poursuivant l'étude commencée dans le numéro précédent de la « R. G. E », M. Della Riccia s'occupe surtout dans l'article ci-dessous des diagrammes de consommation des chaudières, et, pour la clarté de son exposé, il considère des exemples numériques qu'on pourra facilement utiliser avec des données quelconques ; il en tire des déductions précieuses relatives à l'économie de charbon. Il signale, pour terminer, que ses méthodes, outre la détermination d'ordres de grandeurs relatifs à un cas quelconque, peuvent servir à une comparaison aisée des résultats relatifs à deux cas différents, ce qui en rehausse l'intérêt.

13. — **Diagramme de consommation d'un groupe de turbo-alternateurs.** — Le diagramme caractéristique de la consommation totale d'un groupe d'alternateurs tous pareils a, comme nous l'avons vu, une allure à gradins, chaque montée brusque ayant la valeur de la consommation à vide A, et chaque segment oblique rectiligne présentant une pente égale au gradient a de la consommation, A et a se rapportant à un quelconque des turbo-alternateurs.

Mais l'exploitation d'un groupe de turbo-alternateurs donne lieu à différentes consommations supplémentaires, telles que celles nécessitées pour le chauffage des groupes et pour l'entretien de leur température avant la mise en marche, telles que celles nécessitées pour leur mise en vitesse et pour l'entretien de leur mouvement (condensation comprise) avant leur mise en service, telles que celle nécessitée pour leur mise en service à vide (excitation comprise) avant leur mise en service en charge.

Ces différentes opérations sont entreprises, en pratique, sur un turbo-alternateur que l'on veut mettre en service, quand les turbo-alternateurs fonctionnant déjà passent par certaines fractions de leur charge normale. Ordinairement, les opérations de chauffage et d'entretien de la température commencent sur un turbo-alternateur presque aussitôt que l'alternateur précédent est mis en service. Les opérations de mise en vitesse et d'entretien du mouvement commencent sur le turbo-alternateur chauffé lorsque le turbo-alternateur précédent est plus ou moins à mi-charge (en supposant les autres à pleine charge). L'opération de mise en service à vide commence sur le turbo-alternateur en vitesse lorsque le turbo-alternateur précédent est plus ou moins à trois quarts de charge (les autres turbo-alternateurs étant supposés à pleine charge). Ceci tout au moins lorsque la charge de l'usine semble devoir dépasser, au cours de la journée, la puissance normale de l'ensemble des turbo-alternateurs déjà raccordés aux barres.

Les consommations de vapeur dues à ces différentes opérations viennent donc fatalement se loger au-dessus des segments obliques successifs et contre les montées brusques du diagramme caractéristique de la consommation du groupe de turbo-alternateurs ; en outre, elles augmentent d'importance au fur et à mesure qu'on se rapproche de ces montées brusques qui correspondent précisément à des mises en service en charge.

On ne commet pas une erreur bien importante en supposant que ces consommations supplémentaires remplissent exactement le creux triangulaire compris entre le segment oblique relatif au groupe précédent et la montée brusque relative au groupe suivant. On peut donc remplacer, pour tenir compte de ces consommations supplémentaires, le diagramme à gradins, par un diagramme rectiligne unique correspondant à la formule

$$C = A + \left(a + \frac{A}{P}\right) p,$$

où p, exprimé en milliers de kilowatts, peut varier maintenant non plus de zéro à la charge normale P d'un des turbo-alternateurs, mais de zéro à la demande de puissance totale Q faite au groupe de turbo-alternateurs. Comme on ne met pas toujours un nouveau turbo-alternateur en marche, quand on peut prévoir que la demande maximum journalière de puissance ne dépassera pas la capacité globale des turbo-alternateurs déjà en fonctionnement, cette expression (qui augmente la valeur de la consommation maximum de l'année de la valeur de la consommation à vide d'une machine) pèche par excès ; et cet excès est évidemment d'autant plus sensible que la capacité des unités est plus grande — (la formule est donc au désavantage des grandes unités) — et que le diagramme est plus nourri vers les hautes productions.

Le nouveau gradient $a + \frac{A}{P}$ relatif à la consommation d'ensemble de l'usine, coïncide avec le chiffre α donnant la consommation unitaire à pleine charge des

Digitized by Google

groupes employés supposés tous égaux entre eux.

Dans les conditions que nous venons de dire le passage du diagramme monotone relatif au débit (en milliers de kilowatts) pour une période donnée quelconque, au diagramme monotone relatif à la consommation de vapeur par heure (en tonnes) pour la même période, se fait très aisément de la manière indiquée au paragraphe 11 et à la figure 13. Il s'agit de changer l'échelle des ordonnées de manière que le segment qui représente *un* millier de kilowatts vienne à représenter $a + \frac{A}{P}$ tonnes de vapeur par heure, et d'ajouter au-dessous de l'axe des abscisses une tranche représentant, à la nouvelle échelle, A tonnes de vapeur par heure.

Alors que le diagramme monotone de la production a pour ordonnée maximum Q (milliers de kilowatts), le diagramme monotone de la consommation a pour ordonnée maximum $C = \left(a + \frac{A}{P}\right) Q + A$ (tonnes de vapeur par heure). Si au premier diagramme correspond une durée d'utilisation annuelle de la puissance Q de U heures, et si ce diagramme s'étend sur 8760 (ou sur $365 \times 21 = 7665$ heures), au deuxième diagramme correspond un coefficient analogue

$$U' = \frac{\left(a + \frac{A}{P}\right) QU + A\ (8\,760 \text{ ou } 7\,665)}{\left(a + \frac{A}{P}\right) Q + A},$$

évidemment plus élevé que U, et d'autant plus élevé que U est plus réduit et que la durée T de fonctionnement de l'usine (8760 heures pour l'éclairage ou 7665 heures pour la traction) est plus grande.

Quant à la consommation unitaire moyenne $\frac{CU'}{QU}$, pour toute l'année à laquelle se rapporte le diagramme monotone de la production, elle peut être exprimée par

$$\beta = a + \frac{A}{P} + \frac{AT}{QU}.$$

Mais $\frac{QU}{T} = \frac{E}{T} = \Pi$ puissance moyenne de l'année pendant les T heures effectives de service; donc

$$\beta = a + \frac{A}{P} + \frac{A}{\Pi} = a + \frac{A}{\Pi}.$$

La figure 19 donne la courbe des valeurs de A_p (un peu trop réduites comme nous avons déjà dit), celle des valeurs a_p et celle des valeurs de $\beta_{P\Pi} = \frac{A_p}{\Pi} + a_P$ pour $\Pi = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8; 9$ (pointillée); 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 entre $P = 4$ (ou autre) et 24; mais les valeurs pour P compris entre 20 et 24 ne doivent être considérées que comme des résultats entièrement d'extrapolation.

On voit que les courbes β_{P_1}, β_{P_2}, β_{P_3}, β_{P_4}, β_{P_5}, s'élèvent toujours au fur et à mesure que P augmente; que les courbes suivantes descendent d'abord pour s'élever ensuite; elles présentent donc un minimum $\beta_{P_m\Pi}$ qui correspond à une valeur de P d'autant plus grande que Π est plus élevé.

Il faut en conclure que pour $\Pi < 5$ il convient d'adopter P le plus petit possible; et que pour $\Pi > 5$ il existe une puissance normale optima d'autant plus élevée que la charge moyenne Π est elle-même plus élevée.

Si l'on se rapporte aux relations empiriques

$$A_P = M(1 - B^P) \quad (\text{où } M = 11{,}6;\ B = 0{,}94),$$

$$a_P = m_0 + m b^P \quad (\text{où } m_0 = 4{,}639;\ m = 0{,}911;\ b = 0{,}82),$$

on peut écrire

$$\beta_P = a_P + A_P \left(\frac{1}{P} + \frac{1}{\pi}\right)$$
$$= m_0 + m b_P + M(1 - B^P)\left(\frac{1}{P} + \frac{1}{\pi}\right).$$

La valeur de P rendant β_p minimum sera fournie par la relation

$$\frac{d\beta}{dP} = mb^P \log b - M(1 - B^P)\frac{1}{P^2} - MB^P \log B\left(\frac{1}{P} + \frac{1}{\Pi}\right) = 0,$$

qui donne

$$\frac{1}{\Pi} = \frac{\frac{m}{M} \log b . P^2 . b^P + B^P - 1}{\log B . P^2 . B^P} - \frac{1}{P}.$$

On trouve ainsi pour

$$P = 4 - 8 - 12 - 16 - 20 - 24,$$

$$\Pi = 5{,}60 - 8{,}33 - 11{,}30 - 13{,}70 - 15{,}25 - 15{,}75,$$

et ces résultats permettent de tracer la courbe figurant au bas de la figure 19.

Entre $P = 3$ et $P = 15$ cette courbe s'écarte peu de la droite

$$\Pi = 2{,}7 + 0{,}7\ P \quad \text{ou} \quad P = 1{,}43\ \Pi - 3{,}86,$$

à laquelle on pourra se rapporter pour Π compris entre

$$\Pi = 5 \quad \text{et} \quad \Pi = 13$$

La courbe au bas de la figure 19 indique que pour

$$\Pi = 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15,$$

on a

$$P = 4{,}7 - 6{,}0 - 7{,}5 - 8.8 - 10{,}3 - 11{,}7 - 13{,}1 - 14{,}6 - 16{,}6 - 19.$$

Les minima correspondants de $\beta_{P\Pi}$ sont indiqués par des petits cercles sur les différents diagrammes $\beta_{P\Pi}$. —

Digitized by Google

En réalité, en raison de la réduction des valeurs assignées aux coefficients A, les différences entre les valeurs des coefficients β seront plus grandes que celles représentées dans la figure 19,

14. — **Quelques résultats empiriques.** — Si l'on considère $Q = 30$ milliers de kilowatts et si l'on fait d'abord (éclairage) :

$T = 8\,760$; $U = 1\,800$ — $2\,100$ — $2\,400$ — $2\,700$ et ensuite — $3\,000$ (traction) :

$T = 7\,665$; $U = 3\,000$ — $3\,600$ — $4\,200$ — $4\,800$ — $5\,400$, on trouve d'abord :

$\Pi = 6{,}25$ — $7{,}30$ — $8{,}35$ — $9{,}40$ et ensuite — $10{,}40$;

$\Pi = 11{,}7$ — $14{,}1$ — $16{,}4$ — $18{,}80$ — $21{,}10$.

Un simple rapprochement permet de constater :

1° Qu'une centrale destinée à livrer 30 000 kw à un réseau d'éclairage devrait disposer :

Pour $U = 1\,800$, de 6 unités de 5 000 kw (30 000 kw installés) (1) ;

Pour $U = 2\,100$, de 5 unités de 6 500 kw (32 500 kw installés) ;

Pour $U = 2\,400$, de 4 unités de 8 000 kw (32 000 kw installés) ;

Pour $U = 2\,700$, de 3 ou 4 unités de 9 500 kw (28 500 ou 38 000 kw installés),

Pour $U = 3\,000$, de 3 unités de 11 000 kw (33 000 kw installés).

Il est juste de remarquer toutefois que, par exemple, 6 unités de 5 000 kw consomment ensemble, au moment de la pointe de 30 000 kw, une quantité de vapeur plus élevée que celle consommée, dans le même cas, par 3 unités de 10 000 kw ; et que la solution la plus économique, pour une valeur de U déterminée, peut exiger l'installation d'un plus grand nombre de chaudières qu'une solution moins économique. Mais en général cette différence se réduit, pour les puissances maxima de 30 000 kw, à une chaudière ou deux seulement.

2° Qu'une centrale destinée à livrer 30 000 kw à un réseau de traction devrait disposer :

Pour $U = 3\,000$, de 3 unités de 12 500 kw (37 500 kw installés) ;.

Pour $U = 3\,600$ et au delà, de 2 unités de 16 750 kw (33 500 kw installés).

Sous le point de vue de la consommation de vapeur, les avantages deviennent insignifiants pour P dépassant

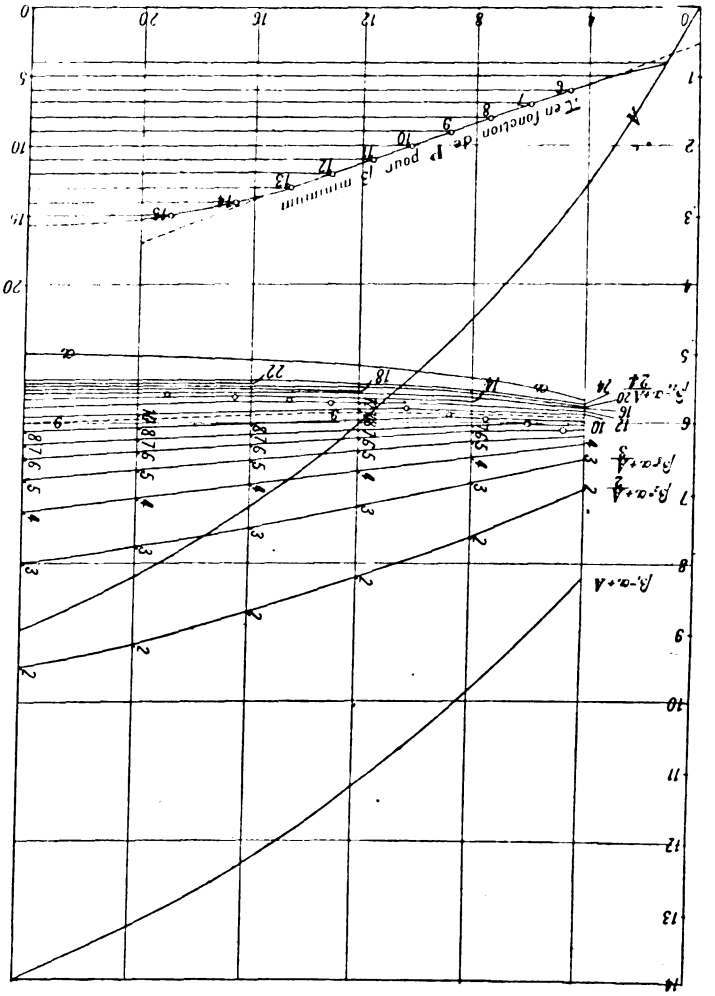


Fig. 19.

19 milliers de kilowatts et pour Π dépassant même 15 milliers de kilowatts il n'y a pas lieu d'adopter d'unités plus puissantes.

Pour une usine devant livrer 50 000 kw à la pointe et fournir 100 000 000 kw-h par an, on trouve

$$\Pi = 100\,000\,000 : 8\,760 = 11{,}41 \text{ mégawatts}$$

et

$$P = 1{,}43 \times 11{,}4 - 3{,}86 = 12{,}45 \text{ mégawatts.}$$

Elle est donc à pourvoir de quatre groupes de 12 500 kw actifs, plus deux de réserve.

Nous avons considéré jusqu'ici une période d'une année, et déterminé la puissance normale P des groupes

(1) Ainsi une usine qui serait amenée à entreprendre une fourniture normale d'éclairage et de force motrice de

22 000 kw × 2 700 h par an = 59 400 000 kw-h par an

et une fourniture de pointe, au secours d'une autre centrale de

14 000 kw × 300 h par an = 4 200 000 kw-h par an

c'est-à-dire à réaliser un diagramme de (59 400 000 + 4 200 000) : (22 000 + 14 000) = 1 767 h par an correspondant à $\Pi = 63\,600\,000 : 8\,760 = 7\,270$ kw, consommerait plus de vapeur si elle était pourvue de 3 groupes de 12 000 kw plutôt que de 6 groupes de 6 500 kw (présentant même un excès de puissance).

Il est vrai que la demande de vapeur maxima serait plus petite dans le premier cas que dans le second ; mais la différence correspond, on peut dire, à la production d'une seule chaudière de la capacité convenant à ladite usine.

Digitized by Google

à adopter pour réduire au minimum la consommation de vapeur, H étant le débit moyen à réaliser au cours de l'année considérée. Mais, dans la pratique, comme le débit d'une usine augmente d'année en année, il convient de faire des prévisions pour un certain nombre d'années, que nous serions volontiers disposés à fixer à 8, autant que possible.

Admettons, à titre d'exemple, que l'on ait des raisons pour supposer qu'une usine ait à débiter, en 1919, 18 000 kw et 45 millions de kilowatts-heures, et puisse atteindre, en 1926, un débit de 32 000 kw et 87 millions de kilowatts-heures (augmentation de 2 000 kw et 5 millions de kilowatts-heures par an) ; c'est-à-dire à débiter, au cours des 8 années 528 millions de kilowatts-heures, soit 66 millions de kilowatts-heures par an en moyenne ; il faudra déterminer P en supposant $H = 8,250$ kw. Comme $P = 1,43 \times 8,25 - 3,86 = 7,94$, il faudra adopter des unités de 8 000 kw et il faudra en tenir trois actives de 1919 à 1922 et quatre de 1923 à 1926.

Bien entendu, ces résultats ne sont pas à considérer comme mathématiquement rigoureux, puisqu'ils dérivent de diagrammes moyens ne correspondant à aucune réalité absolue. En effet l'étude, analogue à celle que nous venons d'exposer, faite sur trois séries de diagrammes correspondant à trois séries de turbo-alternateurs réels, nous a fourni des résultats ne concordant pas toujours avec les précédents. Néanmoins ces résultats empiriques peuvent servir de guide pour des déterminations plus exactes. Nous les avons exposés surtout pour rappeler l'attention des techniciens sur un ordre de considérations que nous considérons comme ayant une certaine importance dans la pratique, et que l'ingénieur qui fait le projet d'une centrale à vapeur ne doit pas se dispenser d'aborder.

Nous nous sommes basé, dans ce qui précède, sur les diagrammes de la production utile, ou, pour mieux dire, vendue de l'usine ; mais l'usine a encore à produire l'énergie nécessaire à ses services intérieurs (autres que l'excitation et la condensation dont nous avons supposé les consommations englobées dans les valeurs adoptées pour Ap et ap). Ces services comprennent : l'éclairage et la ventilation des locaux, la manutention des combustibles et des cendres, le fonctionnement des grilles automatiques, l'alimentation des chaudières, le tirage ou le soufflage des foyers, etc., etc. Ces services, avec leurs demandes d'énergie, ne modifient pas très sensiblement l'allure générale des diagrammes monotones de production et de consommation. On peut supposer, sans grands inconvénients, que ces demandes viennent augmenter uniformément d'un petit pourcentage toutes les ordonnées de ces diagrammes, ce qui ne modifie pas la valeur de l'utilisation $U = \frac{E}{P_M}$. Pour en tenir compte il suffira de supposer légèrement modifiée l'échelle des ordonnées, le segment représentant, sans cela, un mégawatt ou une tonne, venant représenter 1,02 ou 1,03 mégawatt ou 1,02 ou 1,03 t.

Nous devons remarquer encore que, dans l'exploitation courante, plusieurs circonstances viennent modifier, soit la pression et la température de la vapeur aux vannes d'admission aux turbines, soit le degré de vide à l'entrée des condenseurs. Il s'ensuit que, même si les turbines sont parfaitement entretenues, leur consommation est sujette à des variations continuelles.

Selon la nature et les proportions des surfaces des grilles, des bouilleurs, des surchauffeurs, des réchauffeurs, selon la méthode d'alimentation des foyers en air, etc., etc , la surchauffe peut varier plus ou moins avec la charge ; selon la nature et les dimensions des appareils de condensation, selon la température et le degré de propreté de l'eau de circulation, le degré de vide peut varier également avec l'heure de la journée.

Il est en outre assez difficile de suivre toujours la charge et de mettre en fonctionnement le nombre d'unités lui convenant le mieux. Il faut compter encore avec toutes sortes de fausses manœuvres. Des accidents frappant certains groupes peuvent nuire au bon entretien d'autres groupes.

Très nombreuses sont donc les circonstances de nature à déterminer des écarts entre la consommation que l'on devrait atteindre et celle qu'on atteint réellement. Et ces écarts se révèlent être, en pratique, de l'ordre de 20 à 25 pour 100 en plus. Mais ces écarts ne diminuent en rien la valeur des considérations développées dans les paragraphes précédents ; au contraire, comme ces écarts persistent naturellement, vu la nature de leurs causes, quel que soit le choix des unités, ils augmentent, en même temps que les consommations, les différences à prévoir entre ces consommations.

15. — **Diagrammes de consommation des chaudières.** — Le diagramme caractéristique de la consommation totale d'une bonne chaudière, munie d'économiseur et de surchauffeur, est, comme nous avons déjà eu l'occasion de le dire, sensiblement concave.

La consommation c, en tonnes de charbon par heure, peut être exprimée en fonction de la production p, en tonnes de vapeur par heure, par une expression de la forme $c = c_0 + \sum_1^n c_n p^n$ où c_0 est la consommation par heure, la chaudière étant sous pression et prête à débiter sa production normale P, mais ne recevant actuellement aucune demande de vapeur.

Mais il convient généralement de subdiviser la caractéristique en deux parties, la première rectiligne $c' = c'_0 + c' p$, pour p compris entre 0 et 0,5 P, et la deuxième curviligne $c'' = c''_0 + c_1'' p + c_2'' p^2 + c''_3 p^3 + c''_4 p^4$, pour p compris entre 0,5 P et 1,5 P. Dans ces conditions on trouve encore que $c_0'', c_1'', c_2'', c_3'', c_4$ ont des signes alternés (le dernier signe étant positif) et des valeurs absolues décroissantes ; quant à la consommation à vide elle coïncide avec c'_0, c''_0 étant beaucoup plus élevé.

Pour un ensemble comprenant 240 m² de réchauffeur, 420 m² de chauffe et 120 m² de surchauffeur, avec 13,5 m² de grille environ, brûlant du charbon approprié à cette

Digitized by Google

grille de 7500 calories par kg, et produisant jusqu'à 12 t de vapeur par heure, à 14 kg : cm² et à 350° C, l'eau étant livrée au réchauffeur dans les environs de 25° C, nous avons trouvé :

$c' = 0{,}100 + 0{,}100\ p$ (pour P compris entre 0 et 4);

$c'' = 0{,}690 - 0{,}134\ p + 0{,}0208\ p^2 - 0{,}00219\ p^3 + 0{,}000104\ p^4$ (pour P compris entre 4 et 12).

Un pareil ensemble, désigné pour une production normale $P = 8$ t de vapeur par heure, présente une consommation unitaire $\frac{c''}{p}$ minimum pour $p = 6$ à 7 t de vapeur par heure (de 8,27 à 8,28 kg de vapeur par kg de charbon — 0,1208 à 0,1207 kg de charbon par kg de vapeur — de 0,799 à 0,800 de rendement thermique).

Dans les environs de sa production maximum, c'est-à-dire pour $p = 11$ à 12 t de vapeur par heure, cet ensemble est naturellement beaucoup moins économique (de 7,35 à 6,86 kg de vapeur par kg de charbon — de 0,1359 à 0,1458 kg de charbon par kg de vapeur — de 0,710 à 0,653 de rendement thermique).

Ces renseignements ne se rapportent pas à des périodes d'essais, mais à une bonne marche courante. Le tirage naturel devenant insuffisant à partir d'une production de 8 t de vapeur par heure, on a recours à des moyens artificiels pour augmenter la production horaire jusqu'à 12 t de vapeur.

Si l'on suppose que la production d'un kilowatt-heure entraîne la consommation de 6 kg de vapeur, un pareil ensemble correspond à une puissance de 1100 kw en marche économique et à une puissance de 1920 kw en marche poussée.

Une rangée de 8 ensemble, pareils, subdivisés en deux groupes de 4, des deux côtés d'une cheminée commune aux 8, peut donc desservir — si l'on suppose 6 chaudières en fonctionnement et 2 en revision (nettoyage ou réparation) — environ 6600 kw en allure économique et environ 11500 kw en allure poussée.

Les chiffres que nous venons de donner, de même que les rapports numériques 6 à 7 : 8 : 11 à 12 = 81 : 100 : 144 n'ont rien de fatidique. Non seulement ils dépendent de l'organisation de l'ensemble, mais ils sont susceptibles de varier, dans une large mesure, avec la nature du charbon employé.

Quelquefois, l'écart entre la charge économique et la charge maximum, de même que l'écart entre la consommation unitaire minimum et la consommation unitaire correspondant à la production limite, sont moins élevés que ceux que nous venons d'indiquer; mais nous nous en tiendrons dans ce qui va suivre, aux rapports indiqués, afin de donner plus de certitude aux conclusions auxquelles nous serons amené.

Nous avons admis pour la vapeur produite par les chaudières la pression de 14 kg : cm² et la température de 350° C, alors que nous avons assumé pour la vapeur consommée par les turbines la pression de 13 kg : cm² et la température de 325° C. Ces données se rapportent assez bien les unes aux autres, quoique les pertes de pression et de température le long des tuyauteries de vapeur soient assez variables avec la quantité de fluide qui les parcourt et d'autres circonstances. Mais on se met à l'abri de toute méprise en exagérant, comme nous avons eu soin de le faire, les pertes moyennes.

16. — **Diagramme de consommation d'un groupe de chaudières.** — Le diagramme caractéristique de la consommation totale d'un groupe de chaudières toutes pareilles a, comme nous avons vu, une allure à gradins, chaque montée brusque ayant la valeur de la consommation à vide du sous-groupe (ou rangée) ou de l'unité, et chaque segment oblique curviligne résultant concave — ou bien une allure dentelée composée de seuls segments concaves — selon que l'on raccorde aux tuyauteries de distribution de la vapeur aux machines le sous-groupe (ou rangée) ou l'unité complémentaire, lorsque les précédents sous-groupes (ou rangées) ou unités ont déjà atteint leur pleine charge et vont la garder — ou bien ont dépassé la charge économique et vont y être ramenés ou à peu près (revoir fig. 11). Pour ce que nous avons remarqué au paragraphe 9, c'est le deuxième cas qui nous intéresse.

Traitons un exemple en nous rapportant d'abord à des unités.

On peut mettre en marche la deuxième chaudière, quand la première a atteint une production de 8,6 t de vapeur par heure. Le partage de la charge amène les deux chaudières à une production de 4,3 t de vapeur par heure chacune.

Ensuite, on ajoute une troisième chaudière quand les deux premières ont atteint une production globale de $8{,}6 + 7{,}0 = 15{,}6$ t : h, soit 7,8 t : h chacune. Le partage de la charge amène les trois chaudières à une production de 5,2 t : h chacune.

Ensuite on ajoute une quatrième chaudière quand les trois premières ont atteint une production globale de $8{,}6 + 7{,}0 \times 2 = 22{,}6$ t : h, soit 7,53 t : h chacune. Le partage de la charge amène les quatre chaudières à une production de 5,65 t : h chacune.

En général, on ajoutera une $n^{ième}$ chaudière quand les $n - 1$ précédentes auront atteint une production globale de

$$8{,}6 + 7\ (n - 2) = 1{,}6 + 7\ (n - 1)\ \text{t : h},$$

soit $\frac{1{,}6}{n-1} + 7$ t : h chacune. Le partage de la charge amènera le n chaudières à une production de

$$\frac{1{,}6}{n} + 7\,\frac{n-1}{n} = 7 - \frac{5{,}4}{n}\ \text{t : h chacune.}$$

Ces n chaudières resteront seules en service jusqu'au moment où la production globale sera de

$$8{,}6 + 7\ n - 1) = 1{,}6 + 7\ n\ \text{t : h},$$

Digitized by Google

moment où les n chaudières produiront $\frac{1,6}{n} + 7$ t : h chacune. La charge unitaire des n chaudières varie donc entre deux limites

$$7 - \frac{5,4}{n} \quad \text{et} \quad 7 + \frac{1,6}{n},$$

qui se rapprochent de 7 d'autant plus que n est plus grand.

En exploitant selon le procédé exposé on peut donc se rapprocher de la consommation unitaire minimum. Mais, comme il est difficile de suivre de très près les variations de la charge totale p, des n chaudières, et comme la caractéristique est influencée par de nombreuses circonstances que l'on ne peut ni prévoir, ni éviter, il est prudent de supposer que la consommation unitaire dépassera celle correspondant à $\frac{p}{n} = 7$, et sera par exemple égale à celle correspondant en même temps à $\frac{p}{n} = 4,09$ et à $\frac{p}{n} = 9$, soit $\left(\frac{c}{n}\right) = 0,1244 \left(\frac{p}{n}\right)$ au lieu de $\left(\frac{c}{n}\right) = 0,1207 \left(\frac{p}{n}\right)$. Comme $4,09 < 4,3$ et $9 > 8,6$ (4,3 et 8,6 étant les limites extrêmes entre lesquelles le procédé exposé fait varier la production p), cette détermination $c = 0,12444\, p$ paraît bien être en tout temps

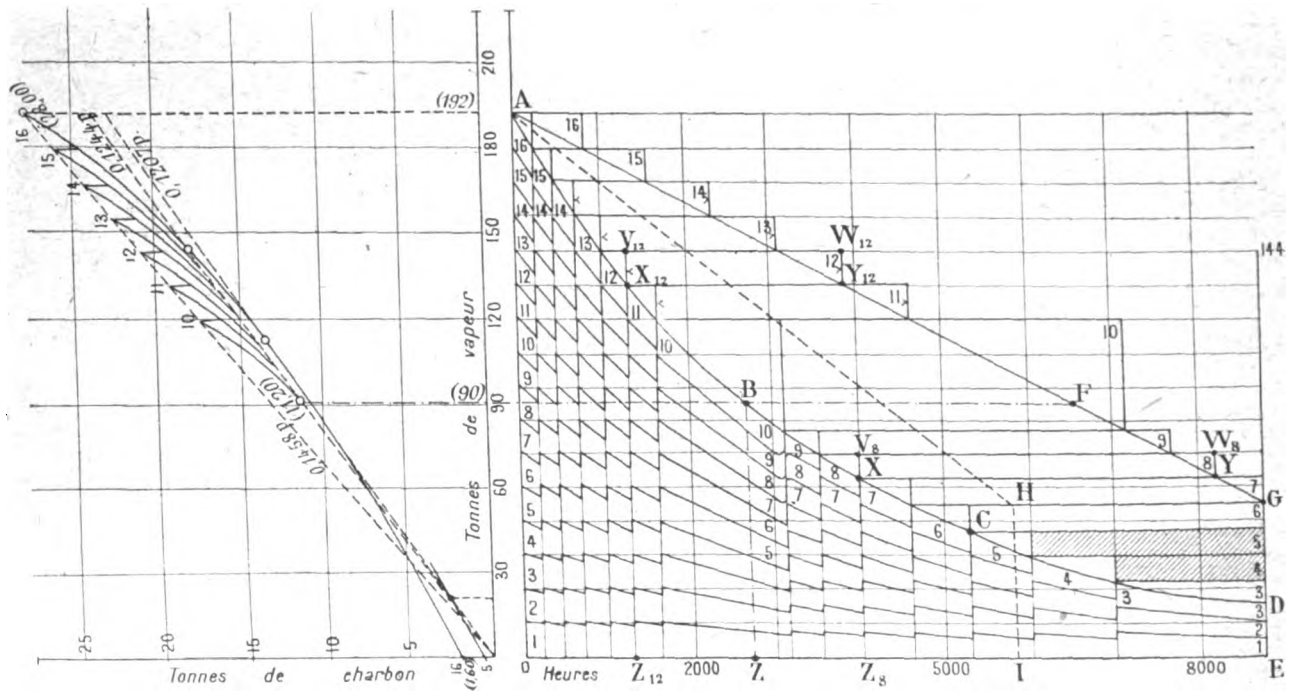


Fig. 20.

acceptable, en dehors du fonctionnement correspondant à la formule $\left(\frac{c}{n}\right) = 0,100 + 0,100 \left(\frac{p}{n}\right)$. Quant au fonctionnement correspondant à $\frac{p}{n} > 9$, on pourrait remplacer l'arc de la caractéristique par sa corde qui a pour formule $\left(\frac{c}{n}\right) = -0,770 + 0,210 \left(\frac{p}{n}\right)$, mais nous verrons que, en pratique, il y a lieu de considérer d'autres éléments.

Fixons notre attention sur les figures 20 et 21, où OABCDE est le diagramme de la demande instantanée de vapeur par heure et où OAFGE est le diagramme des demandes maxima journalières de vapeur par heure.

La demande maxima maximorum de vapeur est de $192 = 16 \times 12$ t : h; elle exige le fonctionnement de 16 chaudières donnant chacune 12 t : h. La demande minima minimorum de vapeur est de 18 t : h, mais il s'agit d'une limite toujours dépassée; elle exige donc le fonctionnement de trois chaudières donnant chacune 6 t : h. Comme $6 > 4,09$ la formule

$$\left(\frac{c}{n}\right) = 0,100 + 0,100 \left(\frac{p}{n}\right)$$

n'a pas à être appliquée; il y a lieu d'appliquer la formule $\left(\frac{c}{n}\right) = 0,1244 \left(\frac{p}{n}\right)$ et le procédé exposé plus haut, c'est-à-dire que pour $p = 3 \times 9$ t : h on passe de $n = 3$ à $n = 4$, pour $p = 4 \times 9$ t : h, on passe de $n = 4$ à $n = 5$, et ainsi de suite. Comme l'installation comprend

Digitized by Google

certainement au moins une vingtaine de chaudières, et comme le jour le moins chargé de l'année comporte une demande maximum de 54 t : h seulement, l'économie veut qu'on ne surcharge pas les chaudières jusqu'à ce que la demande instantanée ne dépasse pas une certaine limite.

Dans la figure 20 on a supposé de surcharger les chaudières pour $p > 90$ t : h, et dans la figure 21 on a supposé de le faire pour $p > 126$ t : h.

Dans le premier cas, on se sert d'abord de ... 7, 8, 9 chaudières pour produire jusqu'à ... 63, 72, 81 t : h et de 10, 11, 12 ... chaudières pour produire jusqu'à 120, 132, 144 ... t : h.

Dans le deuxième cas, on se sert d'abord de ... 11, 12, 13 chaudières pour produire jusqu'à ... 99, 108, 117 t : h et de 14, 15, 16 chaudières pour produire jusqu'à ... 168, 180, 192 t : h.

Si l'on trace, dans le premier cas, des parallèles à l'axe OE, ayant pour ordonnées $(7-1)9 = 54$, $(8-1)9 = 63$, $(9-1)9 = 72$ t : h, de manière à couper A,B,C,D en X_7, X_8, X_9 et A,F,G en Y_7, Y_8, Y_9, les abscisses des points X_7, X_8, X_9 donneront les temps t_8', t_9', t_{10}' d'activité des septième, huitième, neuvième chaudières, et les abscisses des points Y_7, Y_8, Y_9 donneront les temps T_8', T_9', T_{10}' de présence nécessaires (activité plus attente) des septième, huitième, neuvième chaudières; et les différences $T_8' - t_8' = \theta_8'$, $T_9' - t_9' = \theta_9'$, $T_{10}' - t_{10}' = \theta_{10}'$ donneront les heures d'attente des chaudières, en vue de leur emploi aux moments des pointes journalières.

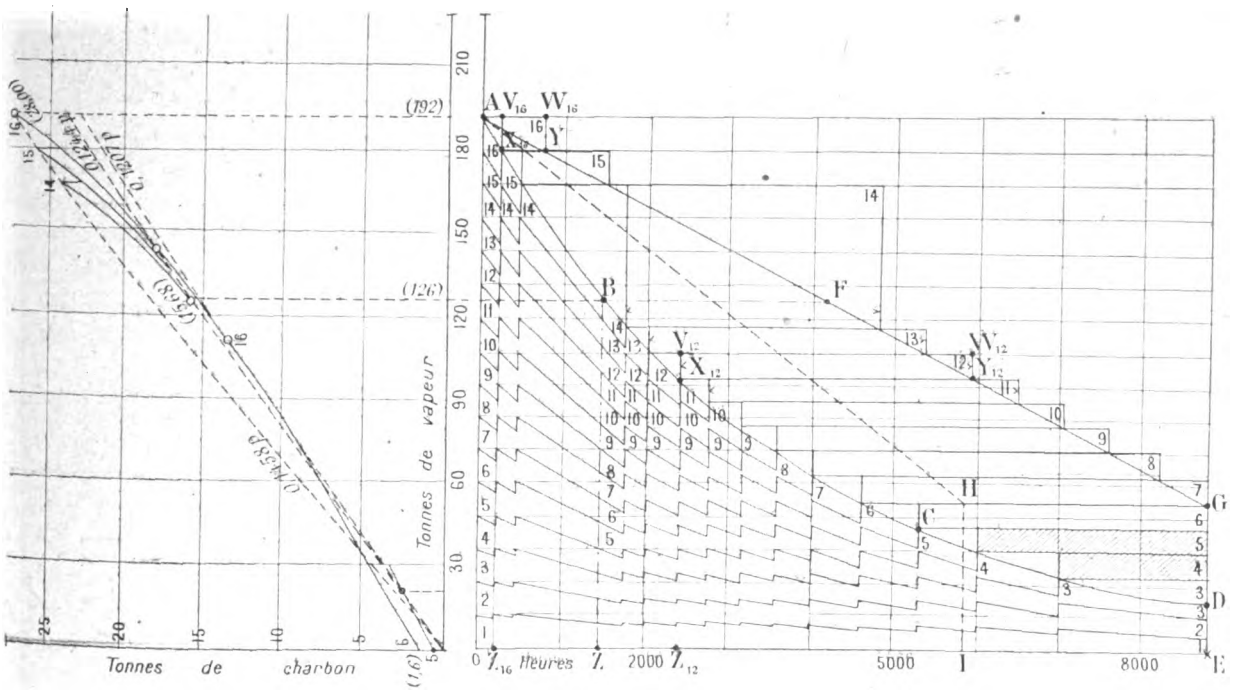


Fig. 21.

D'une manière analogue, si l'on trace, toujours dans le premier cas, des parallèles à l'axe OE, ayant pour ordonnées $(10-1)12 = 108$, $(11-1)12 = 120$, $(12-1)12 = 132$ t : h de manière à couper A,B,C,D en X_{10}, X_{11}, X_{12} et A,F,G en Y_{10}, Y_{11}, Y_{12}, les abscisses des points X_{10}, X_{11}, X_{12} donneront les temps $t_{10}'', t_{11}'', t_{12}''$ d'activité des dixième, onzième, douzième chaudières, et les abscisses des points Y_{10}, Y_{11}, Y_{12} donneront les temps $T_{10}'', T_{11}'', T_{12}''$ de présence nécessaires (activité plus attente) des dixième, onzième, douzième chaudières ; et les différences $T_{10}'' - t_{10}'' = \theta_{10}''$, $T_{11}'' - t_{11}'' = \theta_{11}''$, $T_{12}'' - t_{12}'' = \theta_{12}''$ donneront les heures d'attente des chaudières, en vue toujours de leur emploi aux moments des pointes journalières.

Si on laisse tomber la pression des chaudières pendant les heures d'attente, il faudra ensuite la faire remonter avant la mise en activité. Ceci arrivera une fois par jour de présence nécessaire, c'est-à-dire ... $T_7'/_{24}$, $T_8'/_{24}$, $T_9'/_{24}$, $T_{10}''/_{24}$, $T_{11}''/_{24}$, $T_{12}''/_{24}$ ... fois par an pour les ... septième, huitième, neuvième, dixième, onzième, douzième ... chaudières.

En changeant 7, 8, 9, 10, 11, 12 en 11, 12, 13, 14, 15, 16 on passe facilement du premier cas (fig. 20) au deuxième cas (fig. 21).

Toute la production de vapeur correspondant à une abscisse comprise entre Z et E, Z étant l'abscisse du point B qui a sur le diagramme ABCD, dans le premier cas l'ordonnée $10 \times 9 = 90$ et dans le deuxième cas l'ordonnée $14 \times 9 = 126$, correspond à la formule de consommation $c = 0{,}12444\ p$, les chaudières restant toujours dans les limites de production de 4,1 à 9 t : h chacune.

Mais toute la production de vapeur correspondant à

Digitized by Google

une abscisse comprise entre A et Z, Z étant définie comme nous venons de dire, correspond à une surcharge des chaudières.

Dans le premier cas, cette production se décompose en sept parties correspondant au fonctionnement en surcharge de 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 chaudières, dont le débit atteint chaque fois la production maximum de 12 t:h, d'après la figure 20 ; dans le deuxième cas elle se décompose en trois parties correspondant en fonctionnement en surcharge de 14, 15, 16 chaudières, dont le débit atteint chaque fois la même production maximum, d'après la figure 21.

Dans ces conditions la caractéristique de l'ensemble des chaudières ne serait pas monotone, mais aurait un profil à dents de scie, toutes les pointes des dents atteignant la droite $c = \frac{1,75}{12} p$.

Il y a lieu toutefois de faire une remarque. Considérons sur le diagramme ABCD des demandes instantanées un point X (d'abscisse égale à h heures) et sur le diagramme AFG des demandes maxima journalières un point Y (d'abscisse égale à $24\ j$ heures) de même ordonnée ZX. Il est facile de comprendre que toutes les demandes instantanées plus fortes de ZX jusqu'à OA, demande instantanée maximum, appartiennent certainement à quelqu'une des journées correspondant aux demandes maxima journalières comprises entre Y_0Y et et OA, demande maxima maximorum ; mais qu'au cours

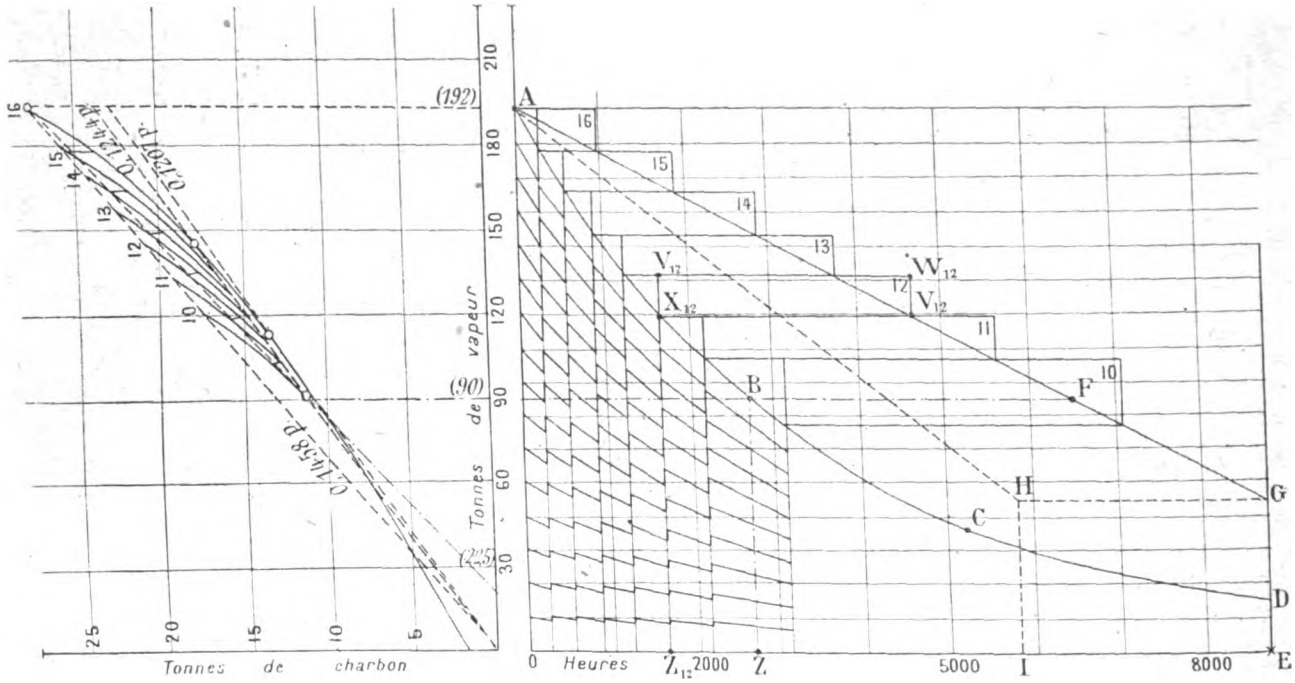


Fig. 22.

de ces mêmes journées se sont produites aussi d'autres demandes instantanées comprises entre ZX et la demande minima minimorum ED.

Il s'ensuit qu'il se peut bien, dans le premier cas, que quelques-unes des demandes qui, d'après la figure 20, seraient à satisfaire par des ensembles de 11, 12, 13 chaudières, se produisent, au contraire, quand se trouvent en fonctionnement des ensembles de 14, 15 chaudières ; de même il se peut bien, dans le deuxième cas, que quelques-unes des demandes qui, d'après la figure 21, seraient à satisfaire par 14 chaudières marchant ensemble, se produisent, au contraire, quand il y a 16 chaudières en parallèle.

Cette circonstance est de nature à faire descendre vers la droite $c = 0,1214\ p$ les points d'utilisation des tronçons courbes des caractéristiques.

D'autre part, il y a lieu de ne pas pousser à la limite supérieure la charge des chaudières aussi longtemps qu'il n'y a pas lieu d'en mettre simultanément en marche le nombre maximum ; mais de passer progressivement à des charges s'avançant de 9 t:h vers 12 t:h au fur et à mesure qu'il est nécessaire d'augmenter le nombre des chaudières lui-même. Les figures 22 et 23 donnent une idée de ce procédé qu'il convient d'adopter en vue de l'économie.

Dans ces conditions, la caractéristique de l'ensemble des chaudières a encore un profil à dents de scie, mais les pointes des dents s'éloignent progressivement de la droite $c = \frac{1,12}{9} p$, pour se rapprocher progressivement de la droite $c = \frac{1,75}{12} p$.

On peut alors, dans un but de simplification, remplacer ce diagramme compliqué par un diagramme recti-

Digitized by Google

ligne, allant dans le premier cas, du point ($p = 10 \times 9$ $c = 10 \times 1{,}12$) au point ($p = 16 \times 12, c = 16 \times 1{,}75$) et dans le deuxième cas du point ($p = 14 \times 9$, $c = 14 \times 1{,}12$) au point ($p = 16 \times 12, c = 16 \times 1{,}75$).

Si l'on appelle m le nombre maximum de chaudières à mettre en fonctionnement pour satisfaire à la charge $12\,m$ t : h, et n le nombre minimum de chaudières avec lequel on entend faire face à une demande dépassant $9\,n$ t : h ($m = 16$ et $n = 10$ dans le cas des figures 20 et 22 ; $m = 16$ et $n = 14$ dans le cas des figures 21 et 23), la caractéristique rectiligne remplaçant le faisceau des $m - n + 1$ tronçons concaves peut être exprimée par $c = -a + bp$ où

$$b = \frac{1{,}75\,m - 1{,}12\,n}{12\,m - 9\,n},$$

et

$$a = 1{,}75\,m - b.\,12\,m = 1{,}12\,n - b.\,9\,n.$$

Cette droite coupe l'axe des productions en un point d'abscisse a/b.

Il est facile, avec ces données, d'appliquer la construction de la figure 16, expliquée au paragraphe 11, à

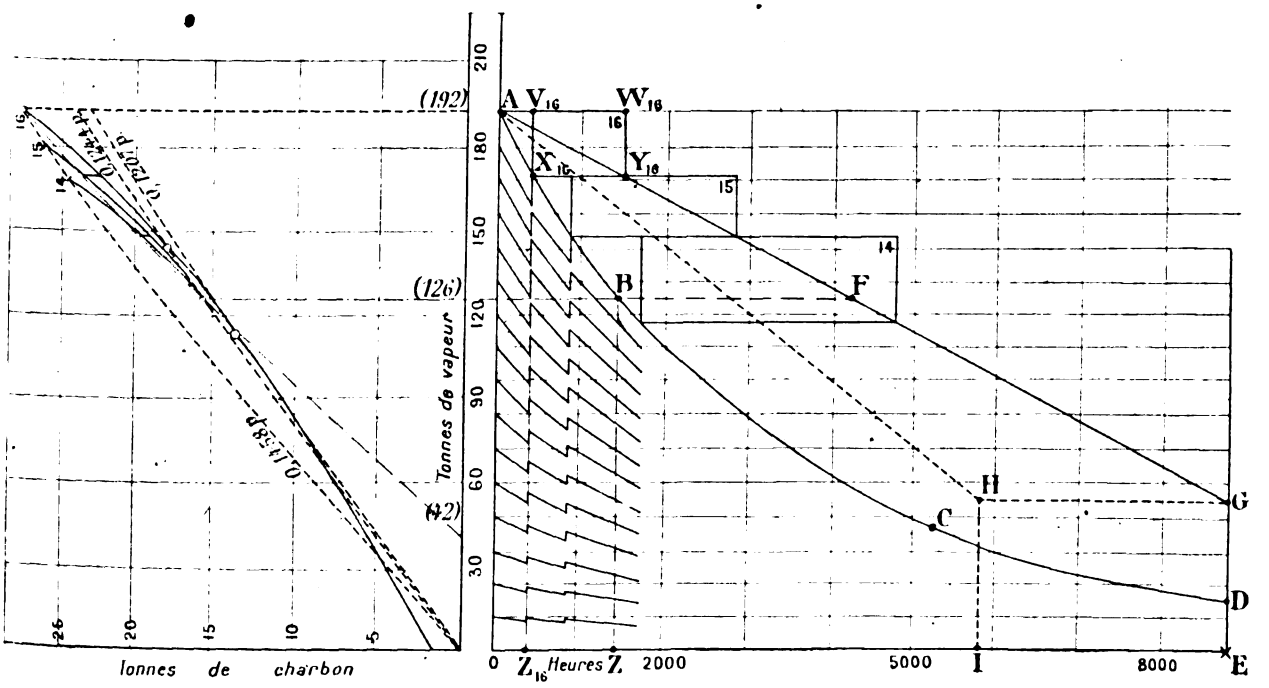


Fig. 23.

la transformation du diagramme de production de vapeur en un diagramme de la consommation de charbon, qui résultera monotone.

Il est facile également, avec ces mêmes données, de faire le calcul de la consommation en remarquant que de $c = -a + bp$, on tire

$$\int_0^T c\,dt = C = -a\int_0^T dt + b\int_0^T p\,dt = -aT + bQ.$$

Notons en passant que Q n'est pas à confondre avec l'intégrale $\int_0^P t\,dP$ considéré ailleurs.

17. — **Application numérique.** — Faisons une application numérique aux diagrammes OABCDE et OAFGE des figures 22, 23.

La demande maxima maximorum étant de 192 t : h et la minima minimorum de 18 t : h, alors que la plus petite des demandes maxima journalières est de 45 t : h, la demande totale de l'année est de 624 000 t de vapeur.

Remarquons que $624\,000 : 192 = 3\,250$ heures par an et que $624\,000 : 8760 = 71{,}2$ t : h e. moyenne.

Les quantités de vapeur OABZ et ZBCDE de la figure 22 sont de 358 250 et 265 750 t et correspondent à 2680 et 6080 heures de service respectivement ; les quantités OABZ et ZBCDE de la figure 23 sont de 225 000 et 399 000 t et correspondent à 1440 et 7320 heures respectivement.

Dans le premier cas on a $m = 16$ et $n = 10$, ce qui donne $b = 0{,}1648$, $a = 3{,}7$, $\frac{a}{b} = 22{,}50$.

Dans le deuxième cas on a $m = 16$ et $n = 14$ ce qui donne $b = 0{,}1868$, $a = 7{,}8$, $\frac{a}{b} = 41{,}75$.

Dans le premier cas la consommation de charbon sera

Digitized by Google

de $358250 \times 0{,}1648 - 2680 \times 3{,}7 + 265750 \times 0{,}12444 = 59200 - 9900 + 33100 = 49300 + 33100 = 82400$ t soit environ 0,132 t de charbon par tonne de vapeur.

Dans le deuxième cas la consommation de charbon sera de $225000 \times 0{,}1868 - 1440 \times 7{,}8 + 399000 \times 0{,}12444 = 42000 - 11200 + 49700 = 30800 + 49700 = 80500$ t soit environ 0,129 t de charbon par tonne de vapeur. Il y a donc, de ce chef un avantage de 1900 t à limiter de 7 sur 16 à 3 sur 16 les chaudières à faire marcher en surcharge de la manière indiquée.

Les figures 22 et 23 (complétées par les figures 20 et 21) nous permettent de dresser le tableau suivant relatif aux nombres des heures et des jours de fonctionnement des différentes chaudières dans les deux cas à examiner.

Tableau I.

	($m = 16$, $n = 10$)				($m = 16$, $n = 14$)			
	Heures d'activité t	Heures d'attente θ	Heures de service T	Jours de service j	Heures d'activité t	Heures de service θ	Heures d'attente T	Jours de service j
1 à 5	8 760	000	8 760	365	8 760	000	8 760	365
6	5 280	3 480	8 760	365	5 280	3 480	8 760	365
7	4 580	4 180	8 760	365	4 580	4 180	8 760	365
8	3 980	4 780	8 760	365	3 980	4 780	8 760	365
9	3 550	4 100	7 650	318	3 550	4 100	7 650	318
10	3 150	3 950	7 100	296	3 150	3 950	7 100	296
11	2 200	3 450	5 650	236	2 750	3 750	6 500	271
12	1 650	3 000	4 650	194	2 400	3 550	5 950	248
13	1 250	2 500	3 750	156	2 000	3 400	5 400	225
14	900	1 950	2 850	119	1 700	3 050	4 750	198
15	550	1 300	1 850	77	850	1 950	2 800	117
16	250	700	950	40	400	1 100	1 500	62
de 1 à 5	43 800	000	43 800	1 825	43 800	000	43 800	1 825
de 6 à 8	13 840	12 440	26 280	1 095	13 840	12 440	26 280	1 095
de 9 à 16	13 500	20 950	34 450	1 436	16 800	24 850	41 650	1 735
de 6 à 16	27 340	33 390	60 730	2 531	30 640	37 290	67 930	2 830

Remarquons que

$$\frac{33\,390}{43\,800 + 61\,730} = \frac{32}{100},$$

et que

$$\frac{37\,290}{43\,800 + 67\,930} = \frac{33{,}5}{100}.$$

Si l'on suppose que, pour maintenir une chaudière aux deux tiers de sa pression normale, il faut brûler 0,025 t : h de charbon et que, pour remonter ensuite la pression à sa valeur normale, il faut consommer 0,600 t de charbon, on trouve que les heures d'attente des chaudières 6 à 16 coûtent dans le premier cas

$$33\,390 + 0{,}025 + 2531 \times 0{,}600 = 835 + 1519 = 2354 \text{ t},$$

et dans le deuxième cas

$$37\,290 \times 0{,}025 + 2830 \times 0{,}600 = 932 + 2298 = 3230 \text{ t},$$

Il y a donc de ce chef un désavantage de 876 t à limiter de 7 sur 16 à 4 sur 16 les chaudières à faire marcher en surcharge de la manière indiquée.

En somme l'économie que l'on réalise en passant de la première à la deuxième manière d'exploitation se réduit à $1900 - 876 = 1024$ t (soit à environ 1,20 pour 100 de la consommation totale).

Dans ce qui précède nous avons fait une place spéciale aux chaudières 1 à 5.

En effet, si l'on suppose que pour maintenir une chaudière à sa pression normale et toujours prête à débiter éventuellement sa production normale de vapeur, il faut brûler 0,100 t : h, comme sa caractéristique l'indique, on peut se demander à quel moment cesse l'avantage de laisser tomber la pression, quitte à la remonter. Dans le premier cas la consommation de charbon est 0,100 × nombre d'heures d'attente, dans le deuxième cas elle est 0,025 × nombre d'heures d'attente plus 0,600 × nombre de remontages de pression (un par jour). La relation

Digitized by Google

$0{,}100\,h \leqslant 0{,}025\,h + 0{,}600\,j$ donne $\frac{h}{j} \geqslant 8$. Il n'y a donc pas d'avantage à laisser tomber la pression par une suspension de service moindre de huit heures par jour (1).

C'est ce qui se produit pour les chaudières 1 à 5 des figures 20, 21, 22, 23 où nous avons tracé la ligne brisée AHI qui se trouve reculée vers AO par rapport à la ligne brisée AGE, quelle que soit la forme de cette dernière, de manière à partager les heures de service des chaudières données par ce dernier diagramme en 16 fois à gauche, et 8 fois, à droite, les jours de service.

Toutes les chaudières dont les points X (analogues aux points X_8, X_{12}, X_{16} marqués dans les figures) tombent à droite de la ligne brisée AHI sont à maintenir sous pression.

La chaudière 4 est donc à maintenir sous pression pendant 1800 heures et la chaudière 5 pendant 2800 heures par an. De ce fait il y aura, aussi bien dans le premier cas ($n = 10$) que dans le deuxième ($n = 14$) une consommation supplémentaire de $(1800 + 2800) \times 0{,}100 = 460$ t de charbon.

Sans tenir compte des consommations éventuelles qu'entraînent les remplacements des unités qui sont restées longtemps en fonctionnement et qu'il convient de reviser périodiquement, les essais des chaudières après réfection de quelque partie endommagée, les fausses manœuvres, les accidents d'exploitation, l'impossibilité de prévoir toujours assez exactement la demande maximum journalière, etc., on peut dire que la consommation annuelle sera donc : dans un cas ($n = 10$) de

$$82\,400 + 2\,354 + 460 = 85\,214 \text{ t de charbon,}$$

soit de 0,1365 kg de charbon par kilogramme de vapeur ($= 0{,}114 + 3{,}4$ pour 100) et dans l'autre ($n = 14$) de

$$89\,500 + 3\,230 + 460 = 84\,190 \text{ t de charbon,}$$

soit de 0,1349 kg de charbon de vapeur ($= 0{,}129 + 4{,}6$ pour 100).

En d'autres termes, la production, dans le premier cas, est de 7,33 kg de vapeur par kilogramme de charbon et dans le second cas de 7,42 kg de vapeur par kilogramme de charbon.

(1) Les coefficients adoptés ci-dessus de 0,100, 0,025 t : h et de 0,600 t : j n'ont qu'une valeur relative, et les calculs ci-dessus ne sont à considérer que comme approximatifs. En pratique, le dernier coefficient n'est pas constant, et il faudrait le représenter lui-même par une expression de la forme $r + s\frac{h}{j}$, car la quantité de charbon nécessaire au remontage de la pression et de la température est d'autant plus élevée que les heures d'attente écoulées pendant la journée ont été plus nombreuses. Mais comme $r + s\frac{h}{j}$ pour $\frac{h}{j} = 8$ ne s'écarte pas beaucoup de 0,600 t : j, la conclusion indiquée peut être considérée comme valable dans l'exemple traité.

Ces résultats numériques découlent de la courbe caractéristique que nous avons supposée pour une chaudière et des coefficients tels que ceux de 0,100, 0,600, 0,025 définis plus haut; toutes données qui n'ont rien d'absolu.

Mais notre intention était d'exposer une méthode dont chacun peut se servir en se basant sur des renseignements recueillis dans les exploitations qui l'intéressent.

Remarquons seulement que 0,1207 étant la consommation unitaire minimum de la chaudière prise séparément, et 0,1244 étant la consommation unitaire admise comme minimum pour l'ensemble des chaudières, on a

0,1365 = 0,1207 + 13 pour 100 = 0,1244 + 9,5 pour 100,

0,1349 = 0,1207 + 12 pour 100 = 0,1244 + 8,5 pour 100.

Sans compter les consommations accidentelles, on trouve donc que la consommation courante dépasse la consommation minimum de la chaudière de 12 à 13 pour 100.

Mais les heures d'activité et les heures d'attente pour l'ensemble des 16 chaudières étant 71140 et 33390 dans le premier cas, 74440 et 37290 dans le second, pour la même production de 624000 t de vapeur, les frais de conduite et d'entretien diffèrent aussi dans les deux cas.

Si l'on admet pour les frais de conduite une expression de la forme : $m = m_0 + m_1 h_1 + m_2 h_2 + m_3 j$, et pour les frais d'entretien une expression de la forme : $e = e_0 + e_1 h_1 + e_2 h_2$, où h_1 est le nombre des heures d'activité, h_2 celui des heures d'attente, j celui des remontages de pression, et où m_0, m_1, m_2, m_3, e_0, e_1, e_2, des coefficients à établir par la pratique, on pourra compléter la comparaison.

Il est facile de voir que le résultat de cette comparaison dépend, en plus des valeurs que l'on attribue à n, de la forme du diagramme de débit des chaudières ; et de se rendre compte que deux procédés correspondant à deux valeurs données de n donnent lieu à des écarts d'autant plus considérables que la durée d'utilisation du débit maximum demandé est plus élevée (voir fig. 24).

Dans cette figure :

OAUCNH'KE est un diagramme monotone représentant la demande de puissance d'un réseau d'éclairage à 2100 heures d'utilisation;

OAEGXYH"L est un diagramme monotone représentant la demande de puissance d'un réseau de traction à 4200 heures d'utilisation.

Les mêmes diagrammes rehaussés de OO' = LL' = EE' pourront représenter le diagramme de la demande de vapeur, si OO' représente, à l'échelle voulue, la consommation à vide, excitation et condensation comprises, du type de turbines employé. Dans un but de simplification nous avons supposé que ce type est le même dans les deux cas et que sa consommation à vide coïncide avec la production maximum d'une dix-septième chaudière (de manière que la figure 24 peut-être rapprochée des quatre précédentes).

En appliquant la construction indiquée au paragraphe

Digitized by Google

11 on trouve dans le premier cas que le diagramme de la consommation prend pour $n = 10$ la forme O'OAPDVH'KEE' et pour $n = 14$ la forme O'OAPUCV H'KEE'; et dans le second cas que le diagramme de la consommation prend pour $n = 10$, la forme O'OAPFY H"LL' et pour $n = 14$ la forme O'OAPHXYH"LL'.

On peut porter au-dessus de la droite AZ parallèle à OE les différences d'ordonnées entre chaque diagramme de production et les deux diagrammes de consommation qui s'y rapportent ; on a alors une idée plus claire des rapports entre les consommations avec $n = 10$ et $n = 14$ dans les deux cas. Cette différence est proportionnelle à l'aire $U_1PD_1V_1$ dans le cas du diagramme d'éclairage à 2 400 heures d'utilisation, et proportionnelle à l'aire $X_1H_1PF_1Y_1$ dans le cas du diagramme de traction à 4 200 heures d'utilisation par an. Or cette dernière surface est environ 12 fois plus étendue que la précédente.

Il convient donc de restreindre l'usage de la surcharge des chaudières d'autant plus que le diagramme de la demande est plus nourri.

18. — **Remarques finales**. — Nous nous sommes attaché à démontrer comment la connaissance des dia-

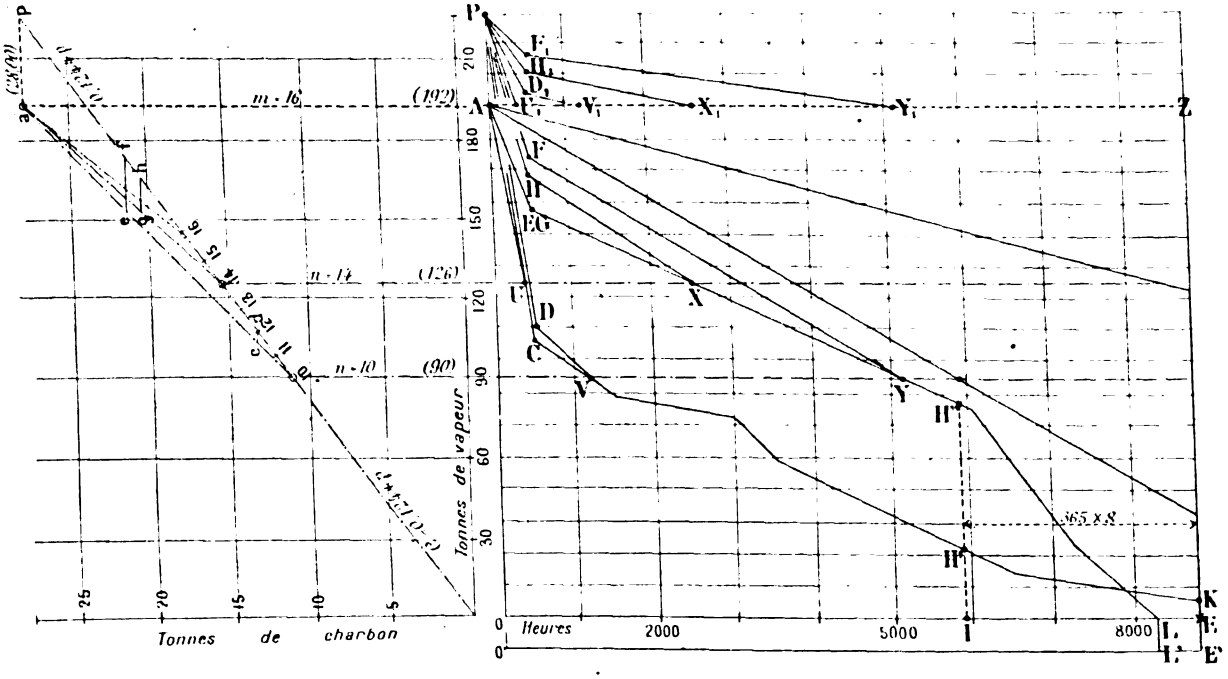


Fig. 24.

grammes monotones que nous avons indiqués peut servir à la solution approximative de problèmes de natures très différentes que l'on résoudrait certainement moins bien sans cette connaissance.

Nous nous sommes étendu sur certaines recherches concernant les turbo-alternateurs, et en nous basant sur des données en notre possession, nous avons indiqué quelques conséquences relatives au choix de la capacité des unités du point de vue de l'économie de consommation de vapeur.

Nous avons fait ensuite quelques applications à l'emploi des chaudières et en nous basant encore sur certaines données particulières, nous avons tiré quelques déductions relatives à l'économie de consommation de charbon.

Les résultats numériques que nous avons trouvés ne sont pas à considérer comme absolus. Avec d'autres données ils auraient été différents.

Les méthodes que nous avons indiquées donnent des ordres de grandeur; mais plus qu'à la détermination des valeurs relatives à un cas quelconque, elles peuvent servir à la comparaison des résultats relatifs à deux cas différents. Elles ne sont donc tout de même pas dénuées d'intérêt.

A. Della Riccia

Digitized by Google

Les interrupteurs à huile et la protection contre l'incendie

L'Association suisse des Electriciens (A. S. E.), stimulée par de nombreux accidents survenus dans quelques centrales et sous-stations, a, il y a quelques années, créé une Commission chargée d'étudier la protection des usines contre les incendies. A cause du rôle joué par les interrupteurs à huile dans tous les accidents, cette Commission considéra comme l'un de ses devoirs principaux l'étude du fonctionnement de ces appareils, la détermination des lois du déclanchement et, si possible, l'établissement des règles d'ordre général à observer pour leur construction, leur emploi et leur installation. Le travail qu'a entrepris la Commission de l'A. S. E. touche à l'un des plus importants parmi les problèmes que les électriciens cherchent encore à résoudre; il a dû être poursuivi avec méthode et persévérance, il a nécessité un nombre considérable d'essais, répétés avec patience dans différentes conditions. Des résultats sérieux n'ont pu être obtenus que grâce à la complaisance des usines suisses, qui mirent gracieusement leurs installations et leur matériel à la disposition de l'Association et au labeur consciencieux et dévoué des personnes qui furent chargées de ces travaux, et parmi lesquelles se trouve, au premier rang, M. Bruno Bauer, docteur-ingénieur, qui dirigea les essais, et sous les ordres duquel j'ai eu le plaisir d'y prendre une part active. Les premiers résultats obtenus ont été réunis dans différents rapports publiés dans le « Bulletin de l'A. S. E. » nos 8 et 11, 1915, et n° 4, 1916, et reproduits dans « La Revue électrique » des 1er et 15 septembre 1916. Actuellement, l'A. S. E. vient de publier dans son bulletin, nos 9 et 10, 1917, les derniers résultats atteints. Nous en donnons ici une analyse après un résumé des premières publications.

La question des interrupteurs à huile est encore trop peu connue.

Il n'est pas possible de calculer un interrupteur comme on calcule une machine. On peut déterminer la grandeur des pièces conductrices du courant pour qu'elles puissent supporter, sans échauffement visible, une intensité donnée en régime continu; on peut déterminer les dimensions et les qualités que devront posséder les isolants pour tenir, avec une sécurité connue, une certaine tension; mais on ne peut pas encore déterminer la grandeur, la forme, la vitesse de fonctionnement, etc., etc... des interrupteurs à huile pour qu'ils puissent absorber sans échauffement nuisible ou seulement sans explosion, toute l'énergie transformée en chaleur pendant le déclanchement.

Donner les moyens de pouvoir faire cette détermination est justement le but poursuivi par l'A. S. E. Si les résultats obtenus ne résolvent pas complètement le problème, ils permettent cependant d'approcher de la solution, et ils donnent une foule d'indications d'un grand intérêt pratique.

Ils sont la conclusion d'une étude théorique menée parallèlement à des essais méthodiques. Plusieurs milliers de ruptures, enregistrées au moyen de l'oscillographe ont été effectuées, et ont permis de contrôler l'influence de la tension, de l'intensité, du déphasage du courant, de même l'influence de la vitesse de déclanchement, de la forme des contacts, de leur grandeur, de leur nombre, de la matière dont ils sont constitués, de l'huile, de sa pression, etc...

Les essais ont été effectués de telle façon que, dans une même série, une seule des conditions, celle dont on voulait connaître l'influence, pouvait varier.

Les résultats ont toujours concordé avec ceux que donnait l'étude théorique des phénomènes, et ils ont permis de pousser cette étude assez loin.

On a admis que l'arc de rupture se développait dans un mélange gazeux. L'étude théorique ayant été confirmée en tous points par les essais, cette hypothèse peut être considérée comme juste. Puis les résultats des études sur l'arc électrique, spécialement les travaux des Ayrton ont servi de base. De nombreux résultats apparaîtront paradoxaux, cependant les ingénieurs qui se sont intéressés à la théorie corpusculaire de l'électricité, aux travaux de Thomson entre autres, au sujet du passage de l'électricité à travers les gaz, trouveront là de nombreuses analogies avec les résultats obtenus par l'A. S. E.

Le travail de rupture. — Les premiers travaux ont été effectués dans le but de déterminer la valeur du travail de rupture, qui a été défini ainsi:

Le travail de rupture est l'énergie électrique équivalente à la quantité de chaleur produite dans l'interrupteur à huile, pendant le phénomène de déclanchement, par la rupture d'une certaine puissance.

Il ne faut pas confondre le travail de rupture avec la puissance rompue.

Ce travail est déterminé par l'équation

$$A = (I_0 . E) . c . t_c .$$

Dans cette expression :

A est le travail de rupture;

L'expression $(I_0 . E)$ c correspond à la puissance de l'arc, t_c en est la durée:

I_0 est l'intensité de courant passant par les contacts immédiatement avant la rupture;

E est la tension à vide aux bornes de l'interrupteur. Ce n'est pas la tension de régime parce que l'arc à courant alternatif n'est pas continu ; à chaque demi-période du courant correspond une période d'existence et une période d'extinction de l'arc. Aucun courant ne circule pendant ces périodes d'extinction, c'est donc la tension à vide qui règne entre les contacts pendant ce temps-là, et c'est sous l'influence de cette tension à vide que l'arc

Digitized by Google

se rallume à chaque demi-période; c doit être considéré comme une constante de l'interrupteur et indique quelle fraction de l'énergie coupée est convertie en chaleur dans l'interrupteur. La valeur de c varie entre 0,01 et 0,03, suivant la forme et la grandeur des contacts pour des déclanchements normaux, et entre 0,05 et 0,07 dans le cas de déclanchements de puissance en court-circuit. La valeur de c varie également avec la durée du déclanchement, mais ces variations se maintiennent toujours entre d'étroites limites; c a été appelé : le développement spécifique de chaleur dans l'interrupteur. C'est un des facteurs permettant de juger de la sécurité de l'emploi d'un appareil.

t_e, le temps, varie avec la tension, avec la puissance, avec le déphasage entre le courant et la tension, avec le nombre de contacts, avec la vitesse de fonctionnement de l'interrupteur, avec la pression de l'huile dans l'appareil, etc...

Nous allons voir dans quelles proportions t_e peut varier avec chacun de ces facteurs.

Influence de la vitesse de déclanchement. — On a trouvé, dans des conditions normales, que la durée de l'arc, et, par suite, le travail de rupture pour une puissance à rompre donnée, décroissent avec l'augmentation de vitesse de déclanchement v suivant une courbe hyperbolique [1] conformément à la loi $t_e = \frac{s}{v}$ (s étant la longueur de l'arc). La longueur de l'arc croît à partir d'une certaine vitesse, en sorte qu'une plus grande augmentation de celle-ci n'a qu'une faible influence sur la durée de l'arc.

Les vitesses les plus favorables sont comprises entre 60 et 120 cm : sec. Des vitesses supérieures ou inférieures sont désavantageuses, d'autres conditions que celles des essais restant réservées.

Influence du déphasage entre la tension a vide et le courant I_0. — On a trouvé théoriquement que si l'on appelle

t_L, la durée de l'arc sous charge inductive;

t_r, la durée de l'arc sous charge ohmique;

φ, l'angle de déphasage entre le courant I_0 et la tension E;

on aura :

$$t_L = t_r (1 + K_1 \operatorname{tg} \varphi_1 + K_2 \operatorname{tg} \varphi_2 + \ldots).$$

L'expression entre parenthèses a été appelée facteur d'augmentation.

La loi suivant laquelle ce facteur varie n'a pas pu être établie. Cependant sa valeur a été déterminée par les essais dans quelques cas particuliers.

Pour $E = 8000$ v et un cos $\varphi = 0,8$ on a trouvé que la valeur de ce facteur était de 1,8. Pour un déphasage de 90° dans un circuit n'ayant donc que de l'inductance et pas de résistance ohmique, le facteur d'augmentation devient infini.

[1] Voir *La Revue électrique*, 15 septembre 1916, t. XXVI, p. 176.

Influence de la tension a vide et de la charge. — Cette influence a été déterminée sous charge ohmique.

On a trouvé que, pour une tension donnée, la durée « t_e » augmente d'abord avec la charge, puis tend vers une valeur finie, suivant une courbe hyperbolique, dont l'asymptote détermine la valeur limite de t_e pour la tension donnée, quelle que soit la charge rompue.

Des courbes ont été tracées qui donnent cette valeur de t_e pour différentes tensions [1].

Pour 8000 v, 30 p : sec, une rupture unique unipolaire et une vitesse de déclanchement de 55 cm : sec, la courbe donne pour « t_e » limite une valeur de 0,0455 sec.

Influence des différentes constructions ou formes des interrupteurs et des contacts, de l'huile, etc. — On n'a, pour ainsi dire, pas obtenu de résultats différents entre des interrupteurs de diverses provenances.

On a établi que le métal le plus avantageux pour la constitution des contacts est exclusivement le cuivre.

On a constaté le grand avantage des ruptures multiples en série. Voici, à ce sujet, quelques valeurs obtenues aux essais, à la vitesse de déclanchement de 55 cm : sec pour chaque contact.

Tableau I.

NOMBRE DE RUPTURES EN SÉRIE	t_e EN SECONDES	c EN CENTIÈMES	$A = I_0 E . c . t_e$ EN KW : SEC	A EN CENTIÈMES DE LA VALEUR NORMALE
1	0,048	2,6	1,095	100
2	0,034	2,0	0,596	54,5
3	0,030	1,5	0,394	36,0
4	0,027	1,1	0,257	23,5
6	0,015	1,0	0,131	12,0

On voit que le travail de rupture diminue proportionnellement à l'augmentation du nombre de ruptures en série.

Enfin, en faisant des essais avec un interrupteur à huile sous pression, on a trouvé qu'il était avantageux d'utiliser une pression égale ou légèrement supérieure à la pression atmosphérique (entre 1 à 2 kg : cm² absolue environ). Sous des pressions supérieures, la durée de l'arc et, par suite, le travail de rupture augmentent

[1] Voir *La Revue électrique*, 15 septembre 1916, t. XXVI, p. 171.

Digitized by Google

presque proportionnellement avec la pression. Ils augmentent aussi pour des pressions inférieures.

Influence des résistances et des réactances auxiliaires. — De ces premiers résultats, ainsi que de l'examen théorique de cette question, on a pu déduire la valeur des réactances et des résistances auxiliaires utilisées pour protéger les interrupteurs à huile (et non pas pour protéger les machines ou les transformateurs).

On a trouvé que, quelle que soit l'influence du déphasage (retard du courant) dans le circuit sur la durée de l'arc de rupture, la somme minimum du travail de rupture entre les différentes paires de contacts (celles simplement ouvertes ou court-circuitées et celles shuntées ou court-circuitées suivant l'état de l'interrupteur ouvert ou fermé) sera obtenue, en cas de déclanchement d'un court-circuit, lorsque la valeur ohmique de la résistance auxiliaire (shuntant certaines paires de contacts) sera égale à l'inductance totale du circuit court-circuité.

On a trouvé également que le travail de rupture dans un interrupteur avec résistance auxiliaire de valeur égale à l'inductance du circuit sera d'autant plus faible que l'inductance totale sera plus grande.

Il faut donc utiliser des bobines de réactance pour limiter l'intensité du courant de court-circuit, mais utiliser en même temps des résistances auxiliaires *ohmiques* pour protéger les interrupteurs à huile, en limitant le déphasage. La valeur ohmique de ces résistances devra être égale à l'inductance pour la plus grande puissance en court-circuit que l'interrupteur peut être appelé à couper. Pratiquement la résistance pourra être une à deux fois plus grande que l'inductance.

Enfin, toutes les considérations qui ont été faites permettent d'établir la valeur du travail de rupture en fonction du travail total, que chaque paire de contacts d'un interrupteur avec résistance auxiliaire aura à supporter. Ceci est assez important à considérer dans la construction des interrupteurs avec résistance de choc, utilisés pour protéger les transformateurs à l'enclenchement parce que la valeur ohmique de ces résistances est généralement assez élevée, en sorte que le nombre des paires de contacts shuntées doit être plus faible que le nombre des paires de contacts ouvertes pour que, à la rupture, une bonne répartition du travail s'établisse entre tous les contacts.

***

Tels sont, en résumé, les résultats ayant fait l'objet des premières publications.

Ils ont été partiellement contestés, mais un examen plus approfondi des essais sur lesquels se sont basés les contradicteurs a permis, au contraire, de confirmer tous ces résultats.

Des essais effectués par la maison Brown-Boveri, avec des puissances plus grandes que celles dont l'A. S. E. disposait, les ont confirmés également.

Le nouveau rapport de l'A. S. E., qui vient de paraître, traite des phénomènes thermodynamiques et chimiques qui se produisent pendant le déclanchement dans l'interrupteur à huile, de l'apparition des explosions et des perfectionnements dans la construction des appareils pour en augmenter leur sécurité.

Les essais furent effectués à l'aide de deux interrupteurs construits spécialement à cet effet. L'un, pour 200 A et 35 000 V, pouvait supporter une pression intérieure de 20 kg : cm². Il était à rupture unique et la vitesse de déclanchement pouvait être réglée entre 30 et 100 cm : sec. On pouvait, avec cet appareil, effectuer les mêmes essais que ceux ayant fait l'objet des précédents rapports ; en plus, deux manomètres enregistreurs, dont l'un électrique, donnèrent d'intéressants renseignements, que l'on trouvera ci-après.

Le manomètre électrique permit en particulier d'enregistrer à l'oscillographe les variations de la pression de l'huile pendant le déclanchement, avec des garanties suffisantes d'exactitude, quoique l'appareil ait été construit avec des moyens primitifs.

Certains essais ne pouvant être faits sans danger pour cet interrupteur et pour l'observateur, on construisit alors le second interrupteur à huile pour 100 A et 250 V, et une vitesse de déclanchement extrêmement réduite. Sur ce petit appareil, qui fut alimenté par du courant continu, on ne fit que peu de mesures mais surtout des observations. Malgré sa petite puissance, grâce à la faible vitesse de déclanchement, on put obtenir, dans certaines conditions, de violentes explosions.

Ces deux appareils ont été construits avec un même soin pour laisser à la sphère gazeuse produite par l'arc électrique la plus grande liberté de se développer sans être soumise à aucune influence étrangère qui aurait pu troubler les mesures ou les observations. Pour cela, l'arc de rupture ne pouvait se produire que dans la partie la plus centrale de l'appareil, les pièces mécaniques en mouvement ont été placées autant que possible en dehors du récipient à huile, etc.

Enfin, une installation spéciale permettait de recueillir les gaz produits par la décomposition de l'huile par l'arc de rupture, et d'en mesurer la quantité.

Les phénomènes thermodynamiques et chimiques qui se produisent pendant le déclanchement. — On sait, par ce qui précède, déterminer la valeur du travail de rupture. Quel est l'équivalent thermique de ce travail ? Quels sont d'abord les effets causés par la quantité de chaleur développée par l'arc de rupture ?

Si l'on observe un interrupteur à huile pendant le déclanchement, immédiatement après, on remarque ceci :

Les contacts pare-étincelles portent des traces de brûlures, la matière est en partie fondue, volatilisée.

L'huile, dans le voisinage du chemin parcouru par l'arc, est troublée par suite de sa désagrégation et de la séparation du carbone. Une certaine quantité de gaz, provenant de cette décomposition de l'huile, s'est amassée sous le couvercle de l'interrupteur.

Pendant la rupture, on peut observer un ébranlement

Digitized by Google

de la masse d'huile, causé par une pression intérieure. Dans certaines conditions, cette pression chasse l'huile, la fait même jaillir hors de l'interrupteur. Un échauffement de l'huile ne peut se constater qu'après de nombreuses ruptures successives, ce qui permet d'admettre que la quantité de chaleur transmise à la partie inactive de l'huile, n'atteint qu'une très faible valeur par déclanchement.

L'équivalent thermique du travail de rupture peut donc se répartir ainsi :

1° Une partie Q_c servant à échauffer, fondre et volatiliser une partie de la matière dont sont faits les contacts ;

2° Une partie Q_i utilisée pour la décomposition de l'huile ;

3° Une dernière partie AL correspondant à l'énergie emmagasinée dans les gaz produits. A signifie ici l'équivalent calorique de l'unité de travail.

Cette dernière partie de l'énergie développée par l'arc de rupture n'est qu'un travail mécanique, causant l'ébranlement de la masse d'huile. Si l'on appelle p la pression spécifique et v le volume de la sphère gazeuse entourant l'arc, on pourra remplacer AL par $A.\int p.dv$.

L'équivalent thermique du travail de rupture peut donc s'exprimer par

$$Q = Q_c + Q_i + A.\int p.dv.$$

La grandeur relative de chacune de ces trois énergies composantes n'a pas pu être déterminée séparément. Par contre, les effets causés par elles ont été étudiés d'assez près.

Les effets de la chaleur sur les contacts ne se font sentir que dans l'entourage immédiat des points d'application de l'arc de rupture. Ceci est dû à la durée extrêmement faible de l'arc.

Ainsi des ruptures effectuées dans les mêmes conditions avec des contacts de différentes largeurs ont donné les résultats suivants : de 5 à 25 mm de largeur, les traces de brûlures sont identiques ; par contre, par suite de la trop faible transmission de la chaleur, un contact de 0,5 mm de largeur est détruit très rapidement. Tout ceci est relatif, car les points d'application de l'arc sur les contacts auront une plus ou moins grande surface suivant la plus ou moins grande intensité de courant de l'arc. On pourrait donc déterminer pour une certaine énergie à rompre une grandeur minimum des contacts pare-étincelles pour laquelle les brûlures resteraient dans des limites admissibles. Mais, sauf peut-être pour les interrupteurs à forte intensité, cette grandeur limite est toujours dépassée, pour des raisons simplement mécaniques.

Ces essais ont également confirmé l'expérience pratique des constructeurs d'appareillage sur bien des points. Ainsi, l'usure ou la brûlure causée par l'arc est moins forte sur une surface bien arrondie des contacts pare-étincelles, parce que les points d'application des arcs, pour un certain nombre de rupture se répartissent plus régulièrement sur une surface de ce genre.

Des pointes, des arêtes vives, des parties brûlées des surfaces de contact sont les points d'application préférés des arcs de rupture. Dans le but d'augmenter la difficulté de l'amorçage de l'arc, j'avais imaginé de remplacer les doigts de contact ordinaires par une poulie animée d'un mouvement de rotation rapide pendant le déclanchement. Ce dispositif a donné d'assez bons résultats en ce qui concerne le développement de chaleur dans l'interrupteur.

La matière à employer pour les contacts est le cuivre, à l'exclusion de tout autre métal, tel que le laiton, bronze ou fer. D'après d'autres expériences, certains bronzes paraissent ne pas se comporter beaucoup plus mal que le cuivre.

Il n'a pas pu être déterminé si la quantité de chaleur Q_c croissait proportionnellement au travail de rupture. Il est probable que ce n'est pas le cas. Il semble plutôt que, pour un même travail de rupture, la quantité de chaleur absorbée par les contacts sera plus grande pour un interrupteur à forte intensité que pour un interrupteur à tension élevée.

La quantité de chaleur utilisée pour la *décomposition de l'huile* n'a pu être déterminée, même approximativement. Mais il est probable que cette quantité Q_i est faible par rapport à la chaleur Q_c absorbée par les contacts. Par une série de ruptures effectuées avec le plus grand des deux interrupteurs sous différentes conditions, on a cherché à déterminer la quantité de gaz produite par l'arc de rupture. Ces mesures ne sont exactes qu'à 3 pour 100 près. Cependant, la moyenne d'un assez grand nombre d'essais a démontré que la *quantité de gaz produite croît à peu près proportionnellement avec le travail de rupture*, celui-ci étant déterminé par la relation $A = I_0.E.c.t_e$.

La quantité de gaz produite pour un travail de rupture de 1 kw : sec est en moyenne de 46,5 cm³.

Les essais ont été faits avec de l'huile usagée de la Vacuum Oil C°. Les résultats obtenus auraient été les mêmes avec de l'huile neuve, parce que les qualités chimiques de l'huile ne changent pas par l'usage ; par contre, il est possible qu'une huile d'une autre provenance aurait donné des résultats légèrement différents.

Pratiquement, c'est *la quantité de gaz produite par l'unité d'énergie rompue* qui offre le plus d'intérêt et plus spécialement la quantité de gaz produite par le déclanchement d'un court-circuit, c'est-à-dire la rupture la plus dangereuse pour un interrupteur. Dans ce cas, la durée de l'arc pour de grandes puissances à rompre ($I_0.E > 5000$ kv-A) dépend essentiellement de la tension et du déphasage et non pas de la puissance. Cette considération a permis de dresser le tableau suivant qui donne les valeurs approximatives du travail de rupture et de la quantité de gaz produite par 1 000 kv-A pour une rupture se faisant entre une unique paire de contacts.

La vitesse de déclanchement admise est de 100 cm : sec. Le travail de rupture a été déterminé par la relation

Digitized by Google

$A = I_0 . E . c . t_e$, dans laquelle on a pris $I_0 . E = 1000$ kv-a. En outre, on a prévu que l'interrupteur déclanchait le court-circuit directement sans l'intermédiaire de résistances auxiliaires. Les valeurs sont approximatives.

Tableau II. — *Travail de rupture et quantité de gaz produits par 1000 kv-a, par le déclanchement d'une grande puissance, en court-circuit, entre une seule paire de contacts.*

Vitesse de déclanchement : 100 cm par seconde (valeurs approximatives).

TENSION E EN VOLTS	DURÉE DE L'ARC t_e EN SECONDES	CONSTANTE c	TRAVAIL DE RUPTURE A PAR 1 000 KV-A en kw : sec	VOLUME DE GAZ PAR 1 000 K-VA en cm^3
10 000	0,120	0,07	8,4	390
15 000	0,175	0,07	12,2	570
20 000	0,211	0,07	14,8	690
30 000	0,332	0,07	23,1	1 080

La quantité de gaz produite est donc relativement faible. Elle peut cependant suffire pour former avec l'air contenu sous le couvercle de l'interrupteur un dangereux mélange explosible.

Quelle est la *nature des gaz de l'interrupteur?* Sont-ils explosibles par eux-mêmes? Ou dans quelles proportions doivent-ils être mélangés à l'air?

Pour répondre à ces questions, de nombreuses analyses chimiques ont été faites avec les gaz recueillis sur les deux interrupteurs d'essai. Ces analyses ont été faites avec les garanties maxima d'exactitude. Elles ont donné les résultats suivants :

A la température ambiante (environ 20° C.), les gaz d'interrupteur ne contiennent ni vapeurs d'huile, ni hydrocarbures volatils.

Qualitativement, les gaz d'interrupteur sont composés d'hydrogène, de méthane, d'hydrocarbures lourds (éthylène), d'acide carbonique, d'oxygène et d'azote.

Quantitativement, chacun des éléments entre dans une proportion plus ou moins grande suivant la nature de l'huile et suivant la *nature des ruptures*.

Parmi les éléments inflammables, l'hydrogène prédomine (60 à 70 pour 100) tandis que les hydrocarbures (méthane, éthylène) ne sont qu'à quantité plus faible (30 à 40 pour 100).

Le gaz provenant de ruptures sous courant alternatif, pour de mêmes puissances rompues, mais un moindre travail de rupture que les autres gaz essayés, contient le plus d'éthylène et le moins d'hydrogène. Les gaz provenant de ruptures sous courant continu (travail de rupture d'environ 20 pour 100 plus élevé que sous courant alternatif) contiennent environ 10 pour 100 de moins d'éthylène et 10 pour 100 de plus d'hydrogène que les premiers. Ces gaz proviennent de ruptures effectuées avec le petit interrupteur. Le gaz obtenu dans le grand interrupteur, sous 8 000 v et 200 a, courant alternatif est le plus riche en hydrogène et le plus pauvre en éthylène. Ces observations permettent de croire que le travail de rupture a une certaine influence sur la composition quantitative des gaz et précisément *que la teneur en hydrogène augmente d'après une loi encore inconnue avec le travail de rupture*. Qualitativement, la composition des gaz ne change pas. Cette hypothèse est émise sous toutes réserves.

Les essais ont démontré que *des ruptures dans des conditions identiques produisent des gaz de même composition*. Même la nature de l'huile minérale ne paraît pas avoir beaucoup d'influence. Cependant, un plus grand nombre d'essais serait nécessaire pour qu'on puisse se prononcer avec certitude à ce sujet. *Mais, d'une façon certaine*, les gaz d'interrupteur provenant de la décomposition d'huile *minérale* par l'arc de rupture sont toujours très riches en hydrogène; et plus ils sont riches en hydrogène, plus la quantité de carbone séparée dans l'huile augmente et plus la teneur des gaz en hydrocarbures diminue.

Quels sont les changements à l'état de l'huile provoqués par l'arc électrique?

En plus de la production de gaz, l'arc sépare des molécules d'huile le carbone qui reste à l'état amorphe, en suspension dans l'huile. Celle-ci en est troublée, elle prend une couleur plus foncée.

Ces particules de carbone peuvent être séparées par filtration. Si celle-ci est faite très soigneusement, on arrive à rendre à l'huile son ancienne couleur claire,

L'arc ne modifie pas la composition chimique de l'huile.

Par la filtration et le séchage, l'huile regagne toutes ses qualités diélectriques. C'est ce que de nombreux essais et analyses ont démontré.

Donc, en très peu de mots, l'arc électrique consomme une très faible quantité d'huile qui est seule décomposée; le reste, troublé, reprend toutes ses qualités après un traitement purement mécanique de filtrage et de séchage. Comme on le verra, ceci ne se rapporte pas aux *huiles ininflammables*.

Les effets mécaniques de l'énergie emmagasinée dans les gaz produits par l'arc ont une influence décisive sur la marche du déclanchement. Ces effets mécaniques se traduisent par des mouvements plus ou moins violents de l'huile qui, dans certains cas défavorables, peuvent avoir des suites très dangereuses.

Parfois, la pression intérieure des gaz peut être assez élevée pour amener la déformation du bac à huile. D'autres fois, les gaz à haute température atteignent le niveau supérieur de l'huile, forment avec l'air contenu sous le couvercle de l'interrupteur un mélange explosible que l'arc de rupture allume quand il dure assez longtemps pour cela.

Ces manifestations de l'énergie contenue dans les gaz sont, en fait, les explosions proprement dites des interrupteurs.

Digitized by Google

Elles montrent le grand intérêt qu'il y aurait à connaître la valeur de cette énergie. Mais soit expérimentalement, soit par déduction, on n'a pu y parvenir.

Par contre, les essais ont donné des renseignements intéressants sur la pression intérieure des gaz, ainsi que sur leur action dans certains cas anormaux.

Dès le début de cette étude, on a indiqué qu'elle était basée sur l'hypothèse que l'arc électrique de rupture se développait dans un mélange gazeux. Les résultats des essais ainsi que l'observation directe ont, depuis, démontré le bien fondé de cette hypothèse. L'opinion, qui se rencontre encore parfois, que, à chaque demi-période, donc à chaque rallumage, l'arc électrique de rupture doit traverser, percer la couche d'huile séparant les contacts, est erronée; elle ne peut concorder avec les conditions physiques nécessaires à l'existence de l'arc électrique.

Lorsque, au commencement du déclanchement, les contacts viennent de se séparer et que la tension atteint entre eux la plus petite valeur nécessaire à la formation d'un arc, cela implique immédiatement l'existence d'un cratère négatif incandescent, dont la position passe alternativement, à chaque demi-période, d'un contact à l'autre.

Cette source de chaleur vaporise et désagrège (séparation en gaz et carbone) la couche d'huile, extrêmement mince d'ailleurs, qui pourrait exister d'abord entre les contacts, en sorte que dès le début, l'arc se développe dans une atmosphère gazeuse qui forme comme une boule autour de lui. En s'allongeant, l'arc donne de la chaleur au gaz qui l'entoure, augmente sa température, provoque son expansion en même temps que la vaporisation ou décomposition de nouvelles quantités d'huile. Donc, le volume de la boule gazeuse s'augmente sans cesse pendant la durée de l'arc et aussi celui-ci se développe depuis son amorçage jusqu'à son extinction définitive, dans un milieu libre d'huile.

L'action de certaines forces extérieures tendant à déformer ou déplacer cette boule gazeuse, comme la force ascensionnelle en particulier, est trop faible et trop lente pour avoir une influence sur la marche du phénomène de rupture qui ne dépend que des conditions électriques du circuit. On arrive cependant, dans certaines conditions, à diminuer la durée de l'arc de rupture par un mouvement artificiel de l'huile.

Si l'on appelle :

p la pression spécifique moyenne à l'intérieur de la boule gazeuse;

V le volume;

G_t le poids de la masse gazeuse, au temps t;

R la constante du gaz;

T la température absolue moyenne de la masse gazeuse;

On pourra écrire pour l'énergie contenue dans la masse au temps t

$$(p.V)_t = G_t.R.T.$$

Comme la quantité de gaz G est proportionnelle au travail de rupture A, l'équation ci-dessus pourra s'écrire.

$$(p.V)_t = k.A_t.R.T.$$

On sait que la température de l'arc est à peu près indépendante de la tension et de l'intensité de courant; si l'on admet que ceci soit vrai aussi pour la température de la masse gazeuse, on déduit de la dernière équation que *l'énergie emmagasinée dans la boule gazeuse à chaque moment de la rupture est en rapport avec le travail de rupture développé en ce moment dans l'interrupteur, et croit avec lui.*

La pression maximum de la boule gazeuse, c'est-à-dire la différence maximum entre la pression absolue interne de la masse gazeuse et la pression du milieu extérieur (l'huile) n'a pas pu être déterminée exactement.

Cette pression est influencée, dans les interrupteurs avec petits récipients à huile (les interrupteurs à pot ou à piston répandus surtout en Amérique), surtout par le volume d'air ou de gaz contenu sous le couvercle de l'appareil, au-dessus du niveau de l'huile. Plus ce volume sera réduit, plus la différence des pressions sera grande.

On pourrait donc s'attendre à ce que des ruptures dans des appareils avec grands bacs à l'huile, comme on les rencontre communément en Europe (volume d'air sous le couvercle 20 000 à 100 000 cm³) ne provoqueraient, même dans le cas de déclanchement d'un violent court circuit, que de faibles différences de pression. Ce n'est pas ce qui se produit.

Le plus grand des deux interrupteurs d'essai était équipé d'un manomètre enregistreur ordinaire et d'un manomètre électrique.

Lors des essais, on pouvait rompre des charges jusqu'à 1 000 kw sans que le manomètre enregistreur indique la moindre augmentation de pression intérieure si la vanne mettant en communication l'intérieur de l'appareil avec l'ambiance, était ouverte. Mais, si cette vanne était fermée, et si l'huile contenue dans l'interrupteur était mise sous une pression statique (jusqu'à 12 kg : cm² on enregistrait, au moment des ruptures, des augmentations de pression jusqu'à 8 kg : cm², malgré que l'espace d'air sous le couvercle soit de 10 000 cm³ environ. Ces augmentations de pression parurent être en rapport avec la pression statique du milieu dans lequel se faisait la rupture. Cependant, les indications du manomètre enregistreur étaient trop imprécises. C'est ce qui provoqua la construction d'un manomètre électrique avec lequel on pouvait enregistrer, à l'oscillographe, les variations de la pression, en même temps que la valeur du travail de rupture dans l'interrupteur.

Les figures 1 et 2 ci-après reproduisent deux des oscillogrammes relevés.

La figure 1 représente les variations de la pression, pendant une rupture dans l'interrupteur ouvert, c'est-à-dire maintenu en libre communication avec l'ambiance extérieure.

En même temps que la courbe de la pression, on a

Digitized by Google

relevé la courbe de la tension « e_l » entre les contacts, pendant la rupture.

On voit que la pression est oscillatoire.

L'amplitude des oscillations est faible et la fréquence

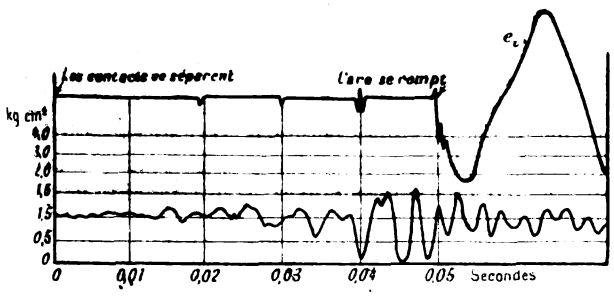


Fig. 1. — Variations de la pression à l'intérieur d'un interrupteur à huile. Pression statique de l'huile. Pression atmosphérique.

est élevée (300 à 400 p : sec). Ceci explique pourquoi le manomètre enregistreur ne donnait aucune indication lors des ruptures dans les mêmes conditions.

La figure 2 représente les variations de la pression pendant une rupture dans l'interrupteur fermé, l'huile

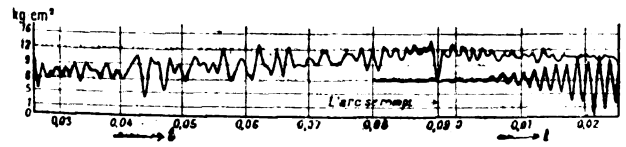


Fig. 2. — Variations de la pression à l'intérieur d'un interrupteur à huile fermé.

Pression statique intérieure = 6 kg : cm² absolus.

N. B. — La courbe se suit de gauche à droite. Elle commence en bas à droite et se continue en haut à gauche.

étant placée sous une pression statique absolue de 6 kg : cm².

Cette courbe présente le même caractère que celle de la figure 1, avec cette différence cependant, qu'aux ondulations primaires dont on a parlé, s'ajoute une seconde ondulation de plus faible fréquence, qui provoque dans l'exemple choisi une augmentation de pression de 7 à 8 kg : cm² (la pression absolue atteint 13 à 14 kg : cm²).

Une période de ces ondulations dure $\frac{14}{100}$ de seconde. Ce temps est suffisant pour provoquer le mouvement du système mobile du manomètre enregistreur. C'était évidemment cette lente ondulation qui se manifestait dans les augmentations de pression que l'on constatait au manomètre, lors des ruptures dans les mêmes conditions.

Dans l'interrupteur ouvert, la dilatation de la boule gazeuse, par suite de la quantité de chaleur qui lui est transmise, provoque un mouvement, une accélération de la masse d'huile, en plus de l'augmentation de pression de la masse gazeuse.

Il est probable que c'est par suite de l'influence des forces d'accélération de la masse d'huile que l'augmentation de pression est ondulatoire et non pas continue. Il est probable aussi que le volume de la masse gazeuse s'accroît de la même façon.

Quant à l'ondulation de faible fréquence, qui paraît, pour un travail de rupture donné, croître avec la pression statique de l'huile, on est en droit de supposer qu'il s'agit d'ondulation des gaz contenus sous pression, sous le couvercle de l'interrupteur. Elle n'est pas due au mouvement des pièces de contact dans l'interrupteur, ce mouvement entraînant, à la rupture, une diminution de la pression statique.

Lors de déclanchements lents, probablement à cause d'une plus grande production de gaz, la surpression est plus prononcée. Par suite, on peut supposer que les oscillations des gaz contenus sous le couvercle de l'interrupteur se produisent sous l'impulsion des mouvements oscillatoires de la pression des nouveaux gaz produits.

Ces recherches n'ont pas pu être poussées plus loin. Mais il suffit de savoir que le *coup de bélier auquel on peut s'attendre au moment de la rupture peut être, par suite de mouvements oscillatoires, plus fort que l'augmentation de pression qui serait simplement proportionnelle à la nouvelle quantité de gaz produits. Ceci s'applique spécialement aux interrupteurs maintenus sous une pression statique.*

Des interrupteurs de construction complètement fermée augmentent donc le danger de formation de coups de bélier à très haute pression au moment de la rupture.

Il se produira un *déclanchement anormal*, quand l'énergie emmagasinée dans tous les gaz de rupture atteindra des valeurs si élevées que les pressions ou forces explosibles ne se développeront plus d'une manière ondulatoire. Cela arrivera si le travail de rupture atteint des valeurs trop grandes par rapport à la capacité de l'interrupteur, soit par suite de l'augmentation de la puissance à rompre, soit par suite de la diminution de la vitesse de déclanchement. Alors, l'augmentation de la pression de la boule gazeuse pourra être, dès le début, assez forte pour soulever une colonne d'huile et former une *cheminée* par laquelle les gaz incandescents monteront au-dessus du niveau de l'huile s'enflammer au contact de l'air. Au cas de formation d'un mélange explosif, auquel il faudra s'attendre dans les appareils modernes, à cause du grand volume d'air contenu sous le couvercle au-dessus du niveau de l'huile, l'explosion de l'interrupteur sera la suite naturelle d'une rupture trop forte.

Pour un interrupteur ayant une hauteur d'huile déterminée au-dessus des contacts, la limite de sa puissance de rupture sera fixée par la valeur critique du travail de rupture, qui provoque la formation de cette cheminée ou colonne de gaz.

Une rupture au delà de cette limite provoquera pres-

Digitized by Google

que sûrement la destruction de l'interrupteur. On a pu remarquer, en effet, que, lorsqu'il y avait formation bien nette d'une cheminée, l'arc suivait ce chemin et se comportait comme l'arc de rupture d'un interrupteur aérien, et comme le refroidissement des électrodes par l'huile ne se faisait presque plus, la durée de l'arc dépassait plusieurs fois sa valeur normale, l'arc se maintenait.

Dès l'instant où une cheminée a pu se produire dans l'interrupteur, les qualités protectrices de l'huile se retournent contre lui et en font le plus dangereux appareil incendiaire.

La formation des cheminées par le gaz de rupture a été observée très en détail sur le petit interrupteur d'essai.

On a trouvé que, dans un interrupteur, correspondait à chaque hauteur d'huile en dessus des contacts, un travail de rupture critique, ou une puissance de rupture limite, laquelle provoquait la formation de cheminée. Par suite, on chercha à déterminer pour une puissance de rupture, donnée, la hauteur critique de l'huile en dessus des contacts. Cette hauteur critique croît avec la puissance à rompre, respectivement avec le travail de rupture puisqu'une augmentation de celui-ci provoque une augmentation correspondante de l'énergie de la boule de gaz.

Le rapport entre la puissance à rompre ou le travail de rupture et la hauteur d'huile est représenté sur la figure 3.

Sur cette même figure une courbe indique, pour quelle puissance et quelle hauteur d'huile, l'arc de rupture se maintient, c'est-à-dire se comporte comme s'il se développait dans l'air.

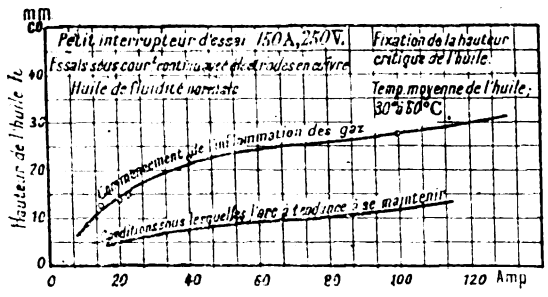


Fig. 3.

Ces courbes sont le résultat d'observations faites sur le petit interrupteur d'essai. Les différentes sortes d'huile, à moins d'être de viscosité différente, se comportent de la même façon en ce qui concerne la formation des cheminées. Par contre, la viscosité favorise cette formation.

Ainsi la figure 4 montre la différence des résultats observés entre une huile à 40° et à 60°, la fluidité de l'huile ayant été augmentée par échauffement. Cette influence de la viscosité est assez importante.

Des huiles épaisses, visqueuses, rendent la rupture dangereuse parce qu'elles favorisent la formation des cheminées.

Les résultats obtenus par les essais effectués sur le petit interrupteur ne permettent pas de déterminer les hauteurs d'huile à adopter dans la construction des appareils industriels. Mais, d'après les essais effectués précédemment par l'A. S. E. avec d'autres appareils ainsi que des essais effectués avec de grandes puissances en court-circuit par la maison Brown-Boveri, il semble que les hauteurs d'huile indiquées dans les prescriptions allemandes correspondent bien aux puissances maxima prévues pour les interrupteurs. Tout l'imprévu qui peut

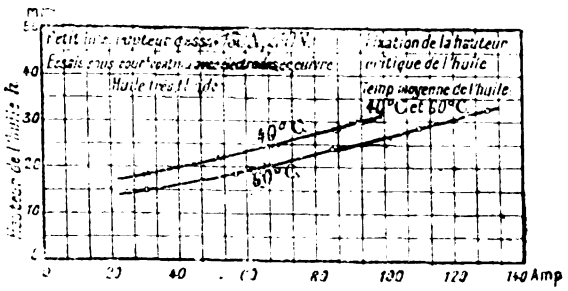


Fig. 4.

se produire pendant un déclanchement ne permet pas de garantir qu'en observant ces hauteurs on évitera des explosions.

Pour d'autres raisons, l'arc de rupture peut s'amorcer contre une paroi de l'interrupteur, reliée à la terre ou, par exemple, par une perturbation du mouvement de déclanchement, l'arc peut se maintenir et développer une quantité de chaleur dépassant de beaucoup celle produite par la rupture de la puissance maximum.

On pourrait aussi, même dans ces conditions, empêcher les gaz de former une cheminée, en prévoyant une assez grande hauteur d'huile au-dessus des contacts. Mais, les interrupteurs modernes contiennent déjà des quantités importantes et en grande partie inutilisées d'huile qui augmentent les dangers créés par l'appareil en cas d'accident. Il est donc préférable de chercher à augmenter la sécurité de l'interrupteur par d'autres moyens. Même, le constructeur doit s'efforcer à créer des appareils ayant la plus petite quantité d'huile possible, mais dont la plus grande partie sera utilisée pour l'isolement et pour le refroidissement de l'arc. Ce but sera atteint en augmentant le nombre des ruptures en série. On obtiendra ainsi double avantage: on diminuera la valeur totale du travail de rupture et on diminuera le danger de formation des cheminées par les gaz de rupture.

La disposition des ruptures en série devra être choisie judicieusement de façon à donner à l'interrupteur un encombrement minimum, pourtant sans entasser les contacts trop près les uns des autres.

L'interrupteur à pot ou à piston est celui qui utilise le moins d'huile, mais aussi celui dont l'huile est le plus

Digitized by Google

vite carbonisée, à cause justement de la faible quantité que contient chaque pot et parce que la rupture s'y produit entre une unique paire de contacts.

D'après des essais effectués en Amérique, il apparaîtrait que les gaz de rupture provoqueraient la formation de cheminées à chaque déclanchement. Si malgré cela il ne se produit jamais une explosion, ni même simplement inflammation de l'huile (on ne trouve dans la littérature technique aucune indication d'accidents de ce genre avec les appareils de cette construction) cela est dû probablement à la très faible quantité d'air maintenue sous le couvercle de l'interrupteur qui est insuffisante pour former avec les gaz, surtout lors de fortes ruptures, un mélange explosible.

Si l'on pouvait arriver à créer des conditions analogues pour les interrupteurs usuels, le danger de la formation des cheminées perdrait de son importance. Dès l'instant que les hauteurs d'huile indiquées par les prescriptions allemandes ont paru donner de bons résultats, l'étude de cette question n'a pas été poussée plus loin.

P. TORCHE.

Prime à l'économie de charbon dans les stations centrales thermiques

Dans cette courte note, l'auteur établit la base d'un système de prime à l'économie de combustible et considérant la somme des salaires journaliers du personnel, il calcule le nombre de calories qu'il faudrait économiser par jour pour que la demi-économie résultante atteigne la somme établie; autrement dit, il s'agit, pour le personnel, de descendre, par exemple, à une consommation de 6 400 calories par kilowatt-heure, chiffre à partir duquel on l'intéressera à l'économie de combustible.

Le gros facteur « Dépense » dans l'exploitation d'une centrale thermique est, sans aucun doute, la consommation de charbon, et c'est là qu'on doit rechercher, par tous les moyens, à économiser même quelques millièmes qui se traduisent en fin d'exercice par de grosses sommes.

Tout le personnel, depuis l'ingénieur chef d'usine jusqu'au soutier, doit s'appliquer à ce qu'aucune parcelle de combustible ne soit pas utilisée avec son maximum de rendement.

Ce résultat sera naturellement obtenu par l'établissement d'une prime a l'économie de charbon, car, comme a si bien conclu M. Girardeau dans son rapport au Congrès du Génie civil sur une de nos grandes administrations [1], dans une exploitation industrielle l'intérêt est la principale sinon la seule sanction de notre travail et de la manifestation de notre responsabilité.

Dans le cas qui nous occupe, l'assiette de cette prime sera particulièrement facile à établir, puisque nous avons très exactement : d'une part, le poids de charbon brûlé, en kilogrammes, et, d'autre part, la quantité d'énergie électrique distribuée par la centrale en kilowatts-heure.

En multipliant le quotient de ces deux grandeurs par le pouvoir calorifique inférieur moyen du combustible brûlé, on obtiendra le nombre de calories consommées par kilowatt-heure distribué. C'est vers la réduction de ce chiffre que doivent tendre tous nos efforts.

Etablissement de la base. — Les garanties des constructeurs, les essais de réception, des essais très rigoureux effectués en cours de marche avec la charge ordinaire de l'usine et le matériel en parfait état d'entretien permettront de déterminer la consommation vers laquelle on doit tendre dans une usine bien conduite.

Dans certains cas d'excellente utilisation du matériel, de vigilance soutenue par du personnel soigneux et bien entraîné, on pourra même obtenir mieux. J'estime que lorsque ce chiffre est atteint, le personnel a droit, par le jeu de la prime, à toucher des appointements doubles des salaires de base donnés dans la région aux ouvriers de même catégorie, ou fixés par les statuts collectifs ou particuliers.

Ceci conduit à répartir la prime proportionnellement aux salaires d'affûtage du personnel.

Comme l'obtention des résultats permettant d'arriver à la consommation primée dépendra beaucoup des modifications, améliorations, etc., apportées à l'installation suivant les enseignements des entreprises similaires, des laboratoires d'études, ou des propositions du personnel de l'usine, mais qui toutes seront dispendieuses pour l'entreprise, l'économie de charbon sera partagée par moitié : une part à l'entreprise, une part comme prime au personnel.

Il en résulte que le total des salaires d'affûtage du personnel de la centrale représente la moitié du prix du charbon économisé dans la même période, quand on arrive à amener la consommation au chiffre déterminé comme nous l'avons indiqué plus haut.

Connaissant la consommation moyenne de charbon, on en déduit le nombre de calories par kilowatt-heure à partir duquel commence à jouer la prime qui consistera à attribuer à l'ensemble du personnel la moitié de l'économie réalisée au dessous de ce chiffre et à répartir cette somme au prorata des salaires d'affûtage.

[1] GIRARD AV. (Emile). Sur les communications téléphoniques, télégraphiques, radiographiques et postales. *R. G. E.*, 6 avril 1918, t. III, p. 523-527.

Digitized by Google

Examinons, par exemple, le cas d'une centrale débitant comme pointe 25 000 kw et dont la courbe de débit soit représentée par le diagramme de la figure 1. Cette centrale est constituée par deux groupes turbo-alternateurs de 6000 kw et deux groupes de 12 000 kw. La consommation de vapeur à la pression de 14 kg : cm², surchauffée à 325°, est de 5,500 kg à pleine charge,

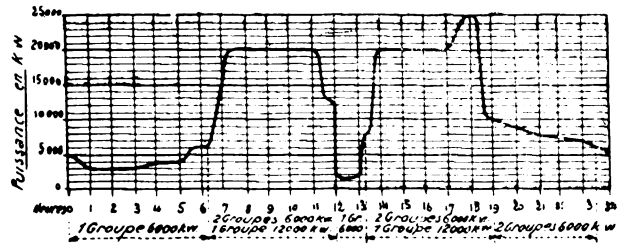


Fig. 1.

5,750 kg à trois quarts de charge et 6 kg à demi-charge, excitation comprise, mais non compris la condensation.

D'après le diagramme, le coefficient de charge des groupes est d'au moins 75 pour 100, de sorte que l'on peut admettre une consommation de vapeur de 5,750 kg : kw-h.

Cette vapeur sera fournie par des chaudières pouvant vaporiser 17 500 kg : h (2 en service et une en visite, nettoyage ou réserve, par tranche de 6000 kw). Le rendement de ces chaudières en allure normale et en bon état d'entretien est de 82 pour 100 (chaudières munies d'économiseurs suffisamment importants et de réchauffeurs d'air, de manière à avoir à la cheminée une température de 150°).

Les services auxiliaires : manutention de charbon, alimentation, ventilateurs, condensation, atelier, éclairage, etc., absorbent 5 pour 100 de la vapeur produite, c'est-à-dire que nous devons produire 6 kg de vapeur par kilowatt-heure distribué qui, avec les rendements indiqués plus haut, exigeraient 5 100 calories.

J'ai dit que, lorsque ce chiffre sera atteint, le personnel aura droit à une prime égale à son salaire d'affûtage.

Dans l'usine considérée, ce personnel comprendra :

1 ingénieur, chef d'usine, avec un salaire journalier de	33 fr
1 ingénieur-adjoint, avec un salaire journalier de	25 fr
4 chefs de service avec un salaire journalier de	80 fr
3 chefs de chauffe et 1 chef d'entretien, avec un salaire journalier de	60 fr
30 conducteurs, chaufferie, turbo, tableau et entretien	360 fr
15 manœuvres et divers, avec un salaire journalier de	120 fr
Total	678 fr

soit environ 700 fr.

Si on admet 30 fr (chiffre que nous espérons revoir après-guerre alors que la production et la concurrence se seront normalisées) pour prix de la tonne de charbon à 7500 calories, il faudra économiser journellement 46 t ou 350 millions de calories pour que la demi-économie puisse permettre de distribuer une prime de 700 fr.

La consommation journalière pour 275 000 kw-h distribués à 5100 calories par kilowatt-heure sera de 1 400 000 000,
et avec l'économie primée de 350 000 000,
on obtient la consommation de base de. 1 750 000 000,
soit par kilowatt-heure 6400 calories, ou environ 0,850 kg de charbon.

C'est à partir de ce chiffre de 6400 calories par kilowatt-heure que l'on intéressera le personnel à l'économie de combustible.

Application du système. — Une fois ces bases bien établies et bien expliquées au personnel, j'estime qu'il y a grand intérêt à les conserver pendant les périodes les plus longues possible, et à ne les reviser que si des modifications importantes dans le programme de l'usine ou dans le matériel, ou autres, n'amenaient des changements considérables dans les conditions premières d'établissement de cette base.

Naturellement, le calcul de la prime et sa répartition se feront mensuellement.

Dans certains cas, il y aura lieu de faire intervenir quelques coefficients tenant compte de conditions particulières de l'exploitation; par exemple, il pourra être plus intéressant de brûler des lignites, des poussiers de charbon ou de coke, alors même que le nombre de calories par kilowatt-heure soit plus élevé qu'avec d'autres combustibles plus riches. Il faudra modifier en conséquence les chiffres de base.

Un des avantages indirects de ce système est qu'il stimule l'activité du personnel en même temps que sa vigilance, car il aura tout intérêt à être le moins nombreux possible, les parts de prime étant d'autant plus grandes qu'il y a moins de partageants.

L'examen des diagrammes des appareils de contrôle de la combustion permettra, en cas de marche défectueuse, de pénaliser les équipes ayant manqué de vigilance, mais cela naturellement en reportant le montant de ces pénalités sur les équipes plus appliquées, de sorte que le total de la prime gagnée soit toujours intégralement distribué au personnel.

L. Conge,
Ingénieur électricien, chef du service électrique de la Poudrerie de Saint-Médard

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Analyse des brevets concernant les valves utilisées en télégraphie sans fil, publiés en 1917 (1).

Un certain nombre d'abonnés nous ayant demandé, à plusieurs reprises, des détails concernant les tubes thermo-ioniques, il nous a paru utile de donner un extrait des brevets parus en 1917 sur cette importante question. — Ils sont simplement rangés par ordre numérique, une classification étant très difficile à établir, attendu qu'un même brevet a trait souvent à plusieurs applications du même appareil.

Brevet anglais n° 100959. — Lee de Forest. — Valve génératrice, en métal au lieu du verre habituellement employé; ceci pour rendre l'appareil assez robuste pour subir les grandes quantités de chaleur développées pendant le fonctionnement à pleine charge. La porosité du métal aux hautes températures, qui pourrait nuire au vide élevé nécessaire, est annihilée par l'emploi d'une double paroi avec interposition de mercure. (Voir figure dans l'ouvrage mentionné.)

N° 101415. — Lee de Forest. — Décrit une méthode de contrôle de l'amplitude des ondes produites dans l'antenne par une valve, en vue de la téléphonie sans fil. (Voir le schéma complet, *loc. cit.*)

N° 101540. — M. I. Pupin. — Compensateur à résistance. — Ce brevet ne concerne aucun type de valve ; mais comme la même méthode est appliquée dans d'autres brevets à des circuits comprenant des valves, il est intéressant de le signaler. La méthode peut servir à éliminer les ondes atmosphériques parasites. (*Id.*)

N° 101541. — M. I. Pupin et E. H. Armstrong. — Principe identique à celui du brevet précédent ; emploi d'une valve au lieu d'un moteur d'induction. Même application. (*Id.*)

N° 101702. — M. I. Pupin et E. H. Armstrong. — Méthode d'introduction dans l'antenne de la résistance additionnelle élevée, nécessaire à l'application du principe de la compensation décrit dans les deux brevets précédents. (*Id.*)

N° 102500. — B. W. Kendall et The Western Electric Co. —. Dispositif amplificateur des signaux reçus. La méthode généralement employée pour la réception de signaux transmis par des ondes entretenues consiste dans la combinaison des oscillations reçues, de fréquence N, avec les ondes produites par le poste récepteur, de fréquence légèrement différente N_1 ; cette combinaison provoque des battements de fréquence audible $N - N_1$ d'une part, et l'amplification des signaux reçus d'autre part. Il est évident que ce procédé n'est pas applicable à la réception de la parole ; le brevet préconise l'égalité $N = N_1$, ce qui, dans l'esprit des inventeurs, permettra la reproduction de la parole sans distorsion. (*Id.*)

N° 102503. — J. R. Carson et The Western Electric Co. — Préconise un système de téléphonie sans fil beaucoup plus économique que les systèmes communément employés. (*Id.*)

N° 102589. — The Western Electric Co. — Concerne une construction spéciale d'une valve à trois électrodes, dans laquelle l'anode est constituée par un long ruban métallique. Etant donnée l'augmentation de résistance apportée, la haute température à laquelle l'anode doit être portée peut être atteinte avec un courant relativement faible. La construction a aussi en vue de réduire la différence de potentiel entre deux points quelconques du filament ; celui-ci est divisé en trois sections alimentées séparément. (*Id.*)

N° 102709. — The British Thomson-Houston Co. — Décrit une méthode de contrôle du rendement d'une antenne au moyen d'un son ou d'autres signaux. On préconise l'emploi de plusieurs valves en parallèle, auquel cas l'énergie à contrôler deviendra proportionnelle au nombre de valves. Le but de l'invention est de rendre cette énergie proportionnelle au carré de ce nombre. (*Id.*)

N° 102821. — G. M. Wright et Marconi's Wireless Telegraph Co. — A pour objet l'utilisation de la propriété qu'ont les valves de limiter le courant pour réduire l'intensité des signaux atmosphériques. (*Id.*)

N° 102822. — G. M. Wright et Marconi's Wireless Telegrah Co; même objet. (*Id.*)

N° 102823. — G. M. Wright et Marconi's Wireless Telegraph Co. — Concerne un couplage conductif, identique à celui représenté par une figure du brevet précédent, dans le cas où on se sert d'une valve à deux électrodes.

N° 103047. — The British Thomson-Houston Co. — Nouvelle construction d'un générateur à arc. (*Id.*)

N° 103865. — The British Thomson-Houston Co. — Concerne une méthode pour utiliser la valve comme générateur, par un réglage convenable des potentiels de la grille et de la plaque. (*Id.*)

N° 104230. — The British Thomson-Houston Co. — Méthode pour maintenir un vide très élevé dans un tube à rayons X; montage d'un anneau de cuivre sur la cathode.

N° 104566. — S. G. Brown. — Méthode d'utilisation d'une valve à deux électrodes comme amplificateur. (*Id.*)

N° 105081. — F. P. Swann et Marconi's Wireless Telegraph Co. — Dispositifs de montage concernant une valve ayant une caractéristique montante et descendante. Le réglage convenable d'une telle valve peut en faire un limiteur. (Voir brevet 102822.) (*Id.*)

N° 109358. — The British Thomson-Houston Co. — Méthode pour maintenir un vide très élevé dans une enveloppe; la même méthode peut aussi être employée à la purification d'un gaz rare tel que l'argon, le néon, etc.

P. V.

(1) *Year-Book of Wireless Telegraphy and Telephony* : The Wireless Press ltd, éditeur, Marconi House, Strand, Londres, W. C. 2. — On trouvera dans ce volume quelques notes précises sur les diverses propriétés des valves thermo-ioniques, ainsi que de nombreux croquis et schémas.

Digitized by Google

Notes pratiques

Protection contre les incendies de turbo-alternateurs. — Les graves perturbations dans les exploitations résultant des incendies des alternateurs des gros groupes à turbine provoqués par des claquages du stator, et les dégâts importants occasionnés de ce fait aux appareils ont vivement ému les exploitants dans ces dernières années.

Le remède est évidemment d'une part l'étude des moyens de construction et d'installation réduisant les chances de claquage en augmentant le coefficient de sécurité, et d'autre part la suppression dans ces alternateurs de toute matière combustible.

M. Capart nous indiquait dans ses observations sur un voyage en Amérique (1) que ce problème est actuellement résolu dans la construction des nouvelles grandes centrales américaines.

Il reste néanmoins à protéger la plupart des installations actuelles contre les avaries occasionnées par l'incendie qu'amorce à peu près chaque fois un court-circuit dans un turbo-alternateur dont les isolants et cales de soutènement de bobines sont combustibles. Cet incendie, activé par la violente ventilation, amène rapidement la destruction totale des enroulements du stator et du rotor, la déformation de la carcasse de l'alternateur et quelquefois de l'arbre.

La manœuvre à exécuter au moment du claquage, après avoir isolé l'alternateur du réseau et coupé l'excitation, est la fermeture d'un volet placé sur la gaine de refoulement de

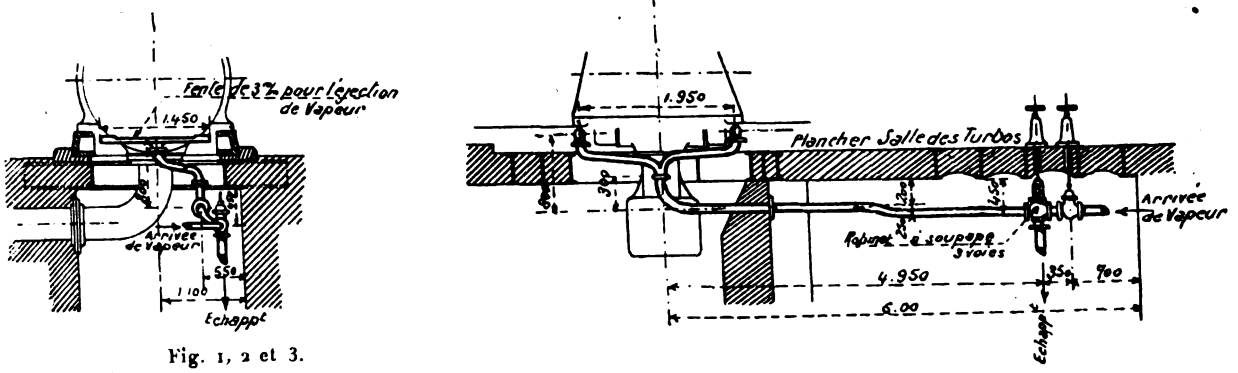


Fig. 1, 2 et 3.

l'air de refroidissement de l'alternateur, et la manœuvre d'extincteurs préalablement disposés dans ce but.

J'ai été récemment amené à constater dans un autre cas d'incendie qu'alors que tous les types d'extincteurs actuellement en usage ne donnaient que des résultats absolument insignifiants, on obtenait l'extinction immédiate en inondant le local d'un jet de vapeur d'eau s'échappant d'une conduite sous pression. Pour protéger contre l'incendie un alternateur par son extinction par la vapeur, j'ai établi une canalisation amenant la vapeur surchauffée du collecteur alimentant la turbine aux deux flasques d'aspiration de l'alternateur (fig. 1).

Cette prise de vapeur est munie de deux robinets, le premier servant d'obturateur et le deuxième à trois voies faisant normalement communiquer la direction de l'entrée de vapeur avec l'atmosphère de sorte que si par inadvertance de la vapeur passe le premier robinet, soit fuites, soit fausse manœuvre, elle s'échappe à l'atmosphère.

En cas d'incendie on tourne ce deuxième robinet de manière à établir le passage entre la tubulure d'entrée de vapeur et la tubulure allant à l'aspiration de l'alternateur, en même temps que l'on ouvre le robinet d'obturation.

La vapeur se précipitant dans tous les interstices de l'alternateur étouffe l'incendie immédiatement et localise l'avarie.

Je n'ai pas encore eu l'occasion de m'assurer de l'efficacité de ce dispositif mais je ne doute pas qu'il ne donne d'excellents résultats en cas de sinistre.

J'ai en effet remarqué que des turbo-alternateurs incendiés ont été instantanément éteints aussitôt qu'il a été possible de diriger sur l'ouverture d'aspiration le jet d'une lance à incendie. L'eau était immédiatement vaporisée et la vapeur pénétrant partout étouffait le feu. L'effet sera beaucoup plus rapide avec le jet de vapeur et le séchage ultérieur de l'alternateur sera simplifié.

Il y a naturellement à s'entourer de précautions suffisantes pour que par fausse manœuvre on ne puisse pas envoyer ce jet de vapeur dans un alternateur en bon état à l'arrêt ou en service, et c'est pourquoi j'ai installé ce jeu de doubles vannes avec échappement à l'atmosphère. Les volants de commande de ces vannes peuvent d'ailleurs être ramenés dans un coffret vitré dont il faut casser la glace pour la manœuvre des vannes en cas d'incendie.

La prise sur le collecteur de vapeur sera faite en un point haut et en pente en montant vers les vannes pour qu'il n'y puisse séjourner d'eau de condensation.

J'estime que ce jet de vapeur surchauffée dirigé pendant plusieurs minutes sur un alternateur en service serait sans aucun inconvénient pour le fonctionnement, tandis que de l'eau créerait fatalement un court-circuit et nécessiterait en tout cas ensuite un long séchage et que des injections de liquides ou gaz extincteurs, tétrachlorure de carbone, acide sulfureux ou carbonique peuvent attaquer les isolants. — L. Conge.

(1) *R. G. E.*, 15 décembre 1917, t. II, p. 949-951.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Revues, analyses et informations

Les ressources de la France en gisements de lignites.

Dans le « Bulletin de la Chambre syndicale de la Tourbe et du Lignite » de mai-juin 1918, M. P. Gouy, administrateur de la Société civile des Lignites de Celon (Gard), publie sur ce sujet les renseignements suivants :

« D'après l' « Annuaire du Comité des Houillères » pour 1906, il y avait à cette date, dans notre patrie, 155 périmètres concédés, mesurant ensemble 107.667 hectares. Chaque concession comprenait ainsi 600 hectares en moyenne ; étendue sensiblement inférieure à celle de la plupart des concessions de houille.

» Ce fait tient à la nature même des gisements de lignites, beaucoup plus localisés en général et de dimensions plus restreintes que les bassins houillers. Bon nombre de concessions occupent, en effet, un petit bassin tout entier; d'autres sont juxtaposées sur un même bassin, comme cela se voit pour la plupart des charbonnages.

» On estime communément à 2 milliards de tonnes la contenance des couches de ces concessions; elle correspond à une puissance moyenne de 2 m à peine; probablement, cette évaluation est inférieure à la réalité.

» Comme jusqu'à présent les lignites ont été peu recherchés par les capitalistes, peu appréciés par l'industrie et faiblement exploités, il est vraisemblable qu'il existe bon nombre de gîtes qui n'ont pas été étudiés et qui n'ont fait l'objet d'aucune demande de concession. On peut donc supposer que cette richesse, administrativement constatée, reste sensiblement inférieure aux existantes et que des recherches nouvelles l'augmenteront encore dans une plus ou moins forte proportion.

» Mais en s'en tenant aux statistiques actuelles, on peut dire que les lignites existent plus ou moins abondamment dans 25 départements, le tiers ou le quart du territoire français.

» Ces départements sont dans l'Est : les Vosges, avec 3 concessions et 8 116 hectares; l'Yonne, avec 1 concession et 206 hectares; la Haute-Saône, avec 5 concessions et 5.403 hectares; le Doubs, avec 1 concession et 405 hectares; le Jura, avec 2 concessions et 1.370 hectares; l'Ain, avec une concession et 50 hectares; total pour ces 6 départements : 14 concessions et 15.550 hectares.

» Dans le Dauphiné et la Savoie, nous trouvons : Haute-Savoie, 2672 hectares et 10 concessions; Savoie, 675 hectares et 3 concessions; Isère, 2.404 hectares et 9 concessions; Drôme, 1.436 hectares et 3 concessions; soit pour ces 4 départements 7.187 hectares et 25 périmètres concédés.

» La Provence nous montre dans les Basses-Alpes 6.319 hectares et 21 concessions; dans les Alpes-Maritimes, 1.448 hectares et 2 concessions; dans le Var, 2.503 hectares et 5 concessions; dans les Bouches-du-Rhône, 33.484 hectares et 24 concessions; dans le Vaucluse, 2.473 hectares et 4 concessions; total pour les 5 départements provençaux, 46.227 hectares et 56 concessions.

» Les Cévennes et le Languedoc possèdent dans l'Ardèche, 1.553 hectares et 2 concessions; dans le Gard, 10.914 hectares et 26 concessions; dans l'Hérault, 16.648 hectares et 17 concessions; dans l'Aude, 4.750 hectares et 3 concessions, auxquels on peut joindre les Pyrénées-Orientales, avec 443 hectares et 1 concession; ensemble, 34.278 hectares et 49 concessions pour ces 5 départements.

» Enfin le Sud-Ouest a des lignites dans 5 départements des bassins de la Garonne et de l'Adour : Tarn, 332 hectares, 1 concession; Aveyron, 967 hectares, 3 concessions; Dordogne, 1.736 hectares, 4 concessions; Landes, 1 069 hectares, 3 concessions; Hautes-Pyrénées, 331 hectares, 1 concession; ensemble 4 425 hectares répartis en 12 concessions.

» Comme on le voit, trois de ces régions sont limitrophes et composent la zone du Sud-Est, bassin du Rhône et littoral méditerranéen. Ces trois régions, Dauphiné-Savoie, Provence, Languedoc, possèdent ensemble 130 concessions sur 155 et 87.690 hectares sur 107 667 : 84 pour 100 du nombre des concessions, 82 pour 100 de la superficie des gîtes concédés. L'Est n'a que 15 pour 100 de la surface et 9 pour 100 du nombre des périmètres concédés; le Sud-Ouest 4 pour 100 de la surface, 7 à 8 pour 100 du nombre des concessions.

» Il est donc juste de dire que le Sud-Est est, en France, le pays par excellence des lignites et que c'est là que la question de leur exploitation et de leur utilisation se pose principalement. Dans les autres zones, ces combustibles ont moins d'importance ou manquent totalement.

» Si l'on considère le tonnnage extrait, la supériorité de cette région s'affirme davantage encore. C'est là, en effet, que se rencontre le bassin de Tuveau, où les mines de Gardaun, de Trets, de la Valdonne tirent 650.000 t sur les 750.000 tonnes de lignites extraits; les autres gîtes provençaux ou languedociens fournissaient avant la guerre 50.000 t environ, soit 700.000 t pour le Sud-Est, contre 50.000 dans le reste de la France.

» En admettant l'estimation faite plus haut de 2 milliards de tonnes comme stock du sous-sol lignitifère, il faut sans doute en attribuer 80 à 85 pour 100 au Sud-Est, soit 1.600 à 1.700 millions contre 300 à 400 millions au reste du pays.

» La richesse de l'Allemagne en lignites, richesse dont nos ennemis tirent, comme on sait, un si énorme parti, passe pour être de 7 à 8 milliards de tonnes, répartis en cinq ou six provinces : Prusse rhénane, Westphalie, Hesse, Brandebourg, Silésie, etc. C'est donc en moyenne 1.200 à 1.500 millions de tonnes pour chacune de ces régions germaniques. Il s'ensuit que, si la France dans son ensemble est beaucoup plus pauvre en lignite que l'empire allemand,

Digitized by Google

notre Sud-Est, considéré isolément, égale ou dépasse chaque province teutonique comme abondance des gisements de ce combustible.

» Seulement, nous n'utilisons presque pas cette ressource, dans le bassin du Rhône comme ailleurs, tandis que les Allemands en tirent un prodigieux parti.

» En 1913, la production en lignites de l'empire germanique a été de 87 millions de tonnes, tandis que la nôtre était de 750000 t : 116 fois moindre.

» Si l'on admet que le stock allemand en sous-sol était quatre fois supérieur au stock francais, nous aurions dû, pour être à la parité de nos rivaux pour l'emploi de ces ressources minérales, extraire plus de 20 millions de tonnes de lignites au lieu de 750.000 : 26 ou 27 fois plus que nous n'avons fait. Et si la vallée du Rhône et le littoral méditerranéen avaient marché de pair avec une des provinces lignitifères germaniques, Westphalie ou Silésie, ils auraient produit de 16 à 18 millions de tonnes de ce combustible au lieu de 700.000, soit 23 à 25 fois plus que le tonnage extrait. »

P. Gouy,
Administrateur de la Société civile des lignites de Celon (Gard).

Assemblées générales

Société hydro-électrique des Basses-Pyrénées.

Assemblée générale ordinaire du 22 juin 1918.

L'exploitation a été gênée par la pénurie de main-d'œuvre compétente, le retard dans les transports et le manque de matières premières.

Néanmoins l'usine hydro-électrique de Banca a livré cette année 10900000 kw-h contre 9600000 kw-h l'année dernière et le chiffre de recettes a passé de 796000 fr à 867000 fr.

Les abonnements de force motrice représentent 600 ch; la puissance totale des moteurs raccordés au réseau atteint maintenant 3800 kw.

La clientèle s'est augmentée de 200 abonnés pour l'éclairage, ce qui donne un total de 4658 polices représentant 13500 lampes de 30 w.

La fourniture d'énergie aux industries de guerre, créées dans la région, a été continuée régulièrement, et la Société a commencé à alimenter d'importants établissements métallurgiques.

L'usine hydro-électrique de Licq-Athérey exploitée par la Société des voies ferrées départementales du Midi a été mise en service, et en vertu d'accords passés avec cette Société, une partie de l'énergie produite a été utilisée réduisant la durée de la marche de l'usine thermique de Monguerre.

La clientèle augmentant rapidement, il a été mis à l'étude la question d'augmentation des réserves d'énergie.

Les recettes d'exploitation atteignent 917649,16 fr et les dépenses 742253,51 fr; le bénéfice net ressort à 175395,65 fr, en ajoutant le report de 1916 le total est de 196098,92 fr.

L'assemblée décide de répartir ce bénéfice aux amortissements et de reporter à nouveau 8482,92 fr.

Bilan au 31 décembre 1917.

Passif.

	fr
Frais de constitution	1 »
Mobilier et agencement	1 »
A reporter	2 »
Report	2 »
Installations gratuites	1 »
Immeubles et terrains	766 444,03
Constructions	9 837 549,62
Réfection réseaux	24 814,79
Concession Saint-Vincent	33 500 »
Limiteurs, compteurs et installations en location.	91 570,80
Branchements	57 286,11
Actionnaires	225 000 »
Caisses et banques	578 660,93
Débiteurs divers	615 647,59
Portefeuille	75 000 »
Effets à recevoir	81 139,90
Cautionnements	10 950 »
Impôts remboursables	46 347,01
Marchandises en stock	205 155,13
Obligations à la souche	308 500 »
Comptes d'ordre	800 000 »
	13 757 568,91

Passif.

	fr
Capital :	
Actions ordinaires	2 000 000 »
Actions de priorité	2 000 000 »
Obligations :	
1 999 de 500 fr à 4 1/2 pour 100	999 500 »
10 000 de 500 fr à 5 pour 100	5 000 000 »
Réserve légale	6 894,64
Réserve spéciale	12 198,76
Réserve spéciale pour amortissements	400 000 »
Créanciers à terme	269 228,82
Fournisseurs	35 060 »
Coupons moratoriés	1 067 785 »
Effets à payer	952 829,70
Comptes d'ordre	800 000 »
Règlements d'inventaire	17 973,07
Bénéfices reportés des exercices antérieurs	20 703,27
Bénéfices de l'exercice 1917	175 395,65
	13 757 568,91

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Quelques points particuliers de législation électrique

Effets de la clause de tacite reconduction dans des polices d'abonnement et de certaines stipulations irrégulières insérées dans des traités de concession.

L'application pratique de la loi du 15 juin 1906 permet de constater journellement des irrégularités insérées dans les contrats de concession de distribution d'énergie électrique antérieurs à 1906. Dans cet article l'auteur étudie et fait ressortir le danger que peut présenter pour les communes l'insertion dans leurs traités de clauses insuffisamment étudiées par les municipalités et souvent acceptées dans un simple but de bienveillance à l'égard du demandeur en concession.

Quelques points de droit fort intéressants viennent d'être soulevés à l'occasion d'un différend survenu entre un concessionnaire et une commune de l'est de la France.

L'espèce est la suivante :

Un contrat de concession passé, antérieurement à 1906, entre un entrepreneur de distribution d'énergie électrique et la municipalité de X... pour l'éclairage de la commune, venait à expiration en 1914.

Au cours du contrat la concession avait été cédée régulièrement à un nouveau concessionnaire, et ce dernier avait continué, comme son prédécesseur, à faire signer aux abonnés des polices d'une durée de cinq années contenant en leur article 16 une clause ainsi conçue :

« A défaut par l'une des parties d'avoir averti l'autre, six mois avant l'échéance de la police, de sa volonté de ne pas renouveler l'abonnement, ce dernier continuera, par tacite reconduction, pour une durée égale à celle du premier contrat et ainsi de suite jusqu'à ce qu'un avertissement de l'une des parties, donné par lettre recommandée, dans le délai ci-dessus, vienne y mettre fin d'une façon définitive. »

Au moment où la concession se termina, un certain nombre d'abonnés n'ayant pas résilié leur police en temps utile, le concessionnaire prétendit qu'en vertu de la clause de tacite reconduction, la police avait conservé toute sa valeur, malgré l'expiration de la concession, et que, par suite, ces abonnés continuaient d'être liés envers lui.

Cette prétention ne se comprendrait pas si l'on n'ajoutait ici que le cahier des charges de l'entreprise contenait, en son article 22, une stipulation ainsi conçue :

« A l'expiration de la concession, celle-ci *pourra être renouvelée*; la commune s'engage *à ne pas retirer au concessionnaire les autorisations accordées pour l'appui de ses canalisations* et à n'exiger des modifications ou des déplacements que pour l'exécution de travaux publics. »

Faisant également état de l'engagement pris par la commune dans ce dernier article, le concessionnaire, devant le refus opposé par la municipalité au renouvellement de la concession, entendait avoir le droit de continuer, sous le régime des permissions de voirie, l'exploitation, par voie de concession, qui venait de prendre fin.

L'opposition des abonnés et celle de la commune de X... à accepter l'interprétation donnée par le concessionnaire à l'article 16 de la police et à l'article 22 du cahier des charges occasionna le différend auquel nous venons de faire allusion.

Les points de droit que sa solution soulevait, et qui font l'objet de la présente étude, étaient les suivants :

1° La clause de tacite reconduction insérée dans la police peut-elle être opposée aux abonnés précités et les obliger à rester liés, même après l'expiration de la concession, envers leur ancien concessionnaire?

2° Un industriel qui a obtenu, antérieurement à la loi de 1906, une concession de distribution peut-il, *à l'expiration de son traité*, se prétendre encore en possession des permissions de voirie qui lui ont été accordées, au moment de l'octroi de la concession, pour l'installation sur ou sous les voies publiques des canalisations du réseau concédé et continuer à exploiter ce réseau, *non plus comme concessionnaire*, mais *comme permissionnaire*, dans les conditions prévues par la circulaire du 1er octobre 1912?

En ce qui concerne le premier point, la concession ayant été accordée antérieurement à la loi du 15 juin 1906 s'était trouvée placée sous le régime de la circulaire du 15 août 1893 et de la loi du 25 juin 1895, mais, quel que soit le régime adopté pour la concession, les

Digitized by Google

polices d'abonnement n'ont jamais été et ne sont encore aujourd'hui que des annexes du cahier des charges (1) dont elles tirent toute leur valeur et dont elles doivent suivre le sort en vertu du principe « accessorium sequitur principale ».

Il s'ensuit que les polices cessent de produire leur effet au moment même de l'expiration de la concession, puisque, à cette époque, le cahier des charges devient caduc.

La clause de tacite reconduction stipulée à l'article 16 des polices n'était donc valable que pendant la durée de validité du cahier des charges, c'est-à-dire pendant le temps restant à courir jusqu'à la fin de la concession.

On ne voit plus, par suite, à quel titre cet industriel, dont la concession est expirée, pourrait imposer à ses anciens abonnés l'obligation de rester liés envers lui pour une nouvelle exploitation qu'il aurait l'intention de faire. Les seuls droits dont il pouvait se prévaloir à l'égard des abonnés, il les tenait de son titre de concessionnaire; or, il a perdu ce titre au moment de l'expiration de la concession et sa prétention est donc sans valeur légale.

En ce qui a trait au second point : droit qu'aurait un industriel de continuer à exploiter par *permission de voirie* le réseau de distribution qu'il exploitait antérieurement *comme concessionnaire*, il n'est pas plus soutenable, mais, pour le démontrer, il est nécessaire de se reporter aux règlements qui étaient en vigueur au moment de la signature du traité et d'examiner quelle était à cette époque la procédure suivie pour l'octroi d'une concession.

Sous le régime de la circulaire du 15 août 1893, la délivrance d'une concession ne comportait pas le droit, conféré aujourd'hui aux concessionnaires par l'article 10, paragraphe premier, de la loi du 15 juin 1906, d'exécuter sur les voies publiques et leurs dépendances, tous travaux nécessaires à l'établissement et à l'entretien des ouvrages, en se conformant aux conditions du cahier des charges, des règlements de voirie et des règlements d'administration publique rendus pour l'application de la loi précitée.

Après que le projet de concession avait été voté par le Conseil municipal, il était soumis par le maire à l'approbation de l'Administration. Le cahier des charges approuvé soumettait l'entrepreneur aux règlements de voirie et autres, faits ou à faire par l'autorité compétente, et subordonnait l établissement des ouvrages de la distribution sur les voies nationales, départementales et sur les chemins de grande communication ou d'intérêt commun, à des permissions de voirie qui devaient être délivrées par le préfet, sur la demande du maire.

Ces permissions de voirie, qui faisaient l'objet d'arrêtés préfectoraux, étaient données, *non à l'entrepreneur du service de la distribution*, mais *à la commune*, représentée par le maire.

Les municipalités étaient compétentes pour accorder une concession sur toutes les voies publiques, quelles qu'elles soient, du territoire communal, même pour celles de la grande voirie, mais l'exécution des travaux sur la grande voirie était donc subordonnée à la permission du préfet qui gardait, par ailleurs, comme l'avait reconnu formellement le Conseil d'État, dans un avis du 27 juin 1893, le pouvoir de délivrer des permissions de voirie sans l'intervention du Corps municipal lorsqu'il s'agit d'installations ne comportant pas un acte de concession.

Dans l'espèce qui nous occupe, le réseau empruntait à la fois, comme dans la plupart des cas, des voies placées sous l'autorité du préfet et des voies communales.

Les permissions accordées au moment de la signature du traité de concession dans la commune de X... l'avaient été dans un but bien déterminé : celui de permettre l'installation du réseau concédé; leur durée de validité était donc limitée par leur objet : elles n'autorisaient l'occupation du domaine public que *pendant le cours du traité* et devaient, par conséquent, prendre fin, au plus tard, avec la concession même qui les avait motivées.

La municipalité de X... aurait donc dû faire « table rase » du principe essentiel de précarité des permissions de voirie, pour autoriser le concessionnaire à prolonger, pendant un temps supérieur à celui de la concession, la durée de l'occupation de voies dépendant du domaine public. Elle n'en avait nullement le droit et c'eût été, en outre, manifestement contraire à la destination normale du domaine public qui est de servir à l'usage de tous et de n'être, que tout à fait exceptionnellement, utilisé au profit exclusif d'un seul.

La municipalité, qui ne pouvait s'arroger ce droit pour les voies communales, ne le pouvait pas davantage pour les voies placées sous l'autorité préfectorale, car la délégation de permissions de voirie, à elle faite par le préfet, en vue de leur rétrocession au concessionnaire, n'avait été consentie que dans un but précis et pour un temps limité à celui de la concession.

Il est certain que les permissions de voirie accordées sous le régime de la circulaire du 15 août 1893, en cas de concession, ne sont pas du tout de même nature que celles pouvant être délivrées aujourd'hui sous le régime de la loi de 1906, dans les conditions de la circulaire du 1er octobre 1912.

En effet, si les permissions de voirie délivrées en conformité de cette dernière circulaire revêtent également la forme d'une autorisation, donnée par le préfet ou le maire, à un industriel, en vue d'occuper le domaine public, par contre, leur durée n'est limitée ni explicitement, ni implicitement. Loin d'être accordées comme accessoire d'une concession, elles ont, au contraire, pour but l'installation d'un réseau de distribution *qui ne fera l'objet d'aucune concession* et qui permettra la distribution publique et privée de l'énergie électrique sous des conditions particulières.

Enfin, sous le couvert d'une simple autorisation d'occupation du domaine public, la permission de voirie « moderne », qu'on nous permette ce néologisme, ins-

(1) Ou du traité d'exploitation, s'il s'agit de distribution effectuée sous le régime des permissions de voirie.

Digitized by Google

titue et autorise, en réalité, un mode spécial d'exploitation, simplifié et débarrassé des formalités de la concession, s'effectuant sans enquête préalable, sans cahier des charges et sans durée fixe, dont les conditions commerciales sont insérées dans un acte séparé de l'arrêté de voirie; ceci pour se conformer au paragraphe 2 de l'article 5 de la loi du 15 juin 1906 qui stipule que les permissions de voirie ne peuvent prescrire aucune disposition relative aux conditions commerciales d'exploitation.

Il existe donc de profondes différences entre ces deux sortes de permissions de voirie, l'une n'étant qu'une simple autorisation d'occupation de domaine public, l'autre étant, en outre, une autorisation d'exploitation.

Ces premiers points éclaircis, la prétention de cet ancien concessionnaire tendrait, en définitive, à établir que les permissions de voirie accordées sous le régime de 1893 pour l'installation du réseau concédé dans la commune de X... devaient, par le simple effet de l'article 22 précité, se transformer automatiquement, à l'expiration de la concession, en permissions de voirie modernes.

L'article 22 peut-il être interprété en ce sens ? — En aucune façon. — Une municipalité était hier, comme elle l'est aujourd'hui, sans pouvoir pour accorder, plusieurs années d'avance, une occupation du domaine public, même communal, réalisable en fin de concession, car les autorisations de voirie ne permettent qu'une occupation essentiellement précaire et immédiate. On sait qu'elles sont périmées s'il n'en a pas été fait usage dans un délai maximum d'une année.

De plus, l'octroi d'une permission de voirie est subordonné à l'examen de toutes sortes de circonstances de fait, concomitantes à la demande et qui doivent la justifier. Or, la municipalité de X... n'aurait pas été en état d'envisager et d'apprécier, au moment où elle avait accordé la concession, les événements qui accompagneraient la fin de cette concession.

Elle n'eût pas été qualifiée davantage pour modifier, par avance, avec effet à l'expiration de la concession, le caractère juridique des permissions de voirie accordées dans les conditions que prévoyait le régime de 1893.

Pour admettre que la commune de X... eût pu autoriser d'avance, dans l'article 22, le changement du titre juridique en vertu duquel le concessionnaire occupait la voie publique, changement qui lui conférerait aujourd'hui des permissions de voirie d'un caractère tout différent permettant un nouveau mode d'exploitation du réseau primitivement concédé, il eût fallu que les municipalités eussent à cette époque la libre disposition de leur domaine public. Or, il n'en est rien. Elles ne pouvaient pas et elles ne peuvent encore aujourd'hui accorder l'occupation précaire et révocable dudit domaine que dans des conditions strictement définies par les lois et règlements dont l'observation est, d'ailleurs, très jalousement garantie par de nombreux arrêts du Conseil d'État.

Dès lors, de quelque côté qu'on envisage la question, on doit considérer que la clause insérée à l'article 22 de ce cahier des charges est entachée de nullité absolue et ne peut même être invoquée à l'encontre de la commune qui a signé le cahier des charges.

Cet industriel ne pourrait donc continuer aujourd'hui la distribution par permission de voirie, si la commune l'y autorisait, qu'en présentant une demande régulière de permission de voirie pour l'occupation de l'ensemble des voies de communication qui constituaient l'ancien réseau concédé et cette permission de voirie ne pourrait être accordée qu'en conformité de la circulaire du 1er octobre 1912.

Il va sans dire que les anciens abonnés ne resteraient nullement liés envers le permissionnaire, par la clause de tacite reconduction de leur ancienne police, en ce qui concerne l'exploitation sous ce nouveau régime.

Avant de terminer, il n'est pas sans intérêt de faire remarquer que l'interprétation donnée à l'article 22 par cet ancien concessionnaire semble avoir eu surtout pour cause le refus du renouvellement de concession qu'il avait escompté.

A l'examen minutieux de cet article, l'intention réelle de la commune paraît avoir été de s'engager simplement, en cas de renouvellement, à replacer le concessionnaire dans les mêmes conditions qui lui avaient été faites au moment de la signature du traité. L'engagement du maintien des autorisations de voirie n'aurait été envisagé par la commune que comme la conséquence du renouvellement de la concession.

Si cette hypothèse est exacte, cette clause de maintien des permissions de voirie était alors parfaitement inutile à stipuler. Elle était sans valeur, au point de vue administratif, quel que soit le sens donné à l'article 22.

Elle était dangereuse par l'interprétation qu'on pouvait essayer d'y donner. Les faits l'ont prouvé.

Jean DE LA RUELLE,
Chef de bureau au Ministère des Travaux publics et des Transports.

Digitized by Google

Compétence commerciale en matière de vente de courant électrique
Arrêt de la Cour d'appel de Nîmes du 11 décembre 1916

Société des Mines du nord d'Alais.

Une société minière est considérée comme non commerciale. Une société d'électricité est au contraire toujours considérée comme faisant des actes de commerce. Or, une foule de sociétés minières ont actuellement des entreprises de distribution de courants électriques, ce qui est très habile et très heureux, puisque cela leur permet d'utiliser presque sur le carreau de la mine les charbons médiocres qui ne sauraient être transportés sans grands frais et cependant n'ont aucune valeur marchande. Quand elles font œuvre d'électricien, les compagnies minières sont-elles encore justiciables du seul tribunal civil ou doivent-elles être considérées comme justiciables du tribunal de Commerce pour la partie « électricité » de leur exploitation? Un article de la Cour d'appel de Nîmes vient de trancher d'une façon très précise cette question de compétence.

Une Société d'éclairage, dans l'espèce la Société d'éclairage de la ville d'Alais, appelait une Société de mines dite du nord d'Alais devant le tribunal de commerce aux fins de la faire condamner à lui fournir du courant électrique conformément à leurs conventions respectives; il a été jugé que la Société assignée ne peut opposer l'incompétence du tribunal de commerce en se basant sur ce que l'exploitation ordinaire et normale d'une mine de houille est un acte non commercial: en effet, si ce principe est absolument vrai il cesse de recevoir son application quand une société minière a combiné l'exploitation de sa mine avec un ensemble d'actes commerciaux.

En effet, le fait d'être producteur d'énergie ou de courant électrique ne peut être considéré comme faisant partie de l'exploitation proprement dite d'une concession minière; car la transformation est telle que l'on ne peut prétendre que la production d'énergie électrique constitue simplement un mode d'écoulement des produits de la mine; ensuite l'exploitation minière et la production d'énergie électrique représentent deux industries bien distinctes et qui, en fait, sont le plus souvent exploitées par des personnes différentes, de telle sorte que l'on ne peut affirmer que la production de l'énergie électrique est du domaine de l'exploitation houillère en général.

Il en est spécialement ainsi quand la société houillère a affecté une somme élevée représentant une partie appréciable de son capital à l'installation d'une usine dans laquelle, au moyen d'un outillage important et d'une main-d'œuvre spécialisée, les produits de son extraction sont transformés complètement pour être revendus sous forme de courant électrique, moyennant un prix déterminé, à la Société d'éclairage électrique d'Alais.

Enfin, pour repousser toute idée de compétence commerciale, la société des mines ne saurait se livrer à des considérations tirées de la nature du courant électrique; il importe peu, au point de vue de son emploi, de savoir si l'électricité est un fluide spécial, ou si au contraire elle n'est qu'un mode particulier de vibrations d'un éther universel; l'essentiel est de connaître les lois de la production du courant électrique, du transport, de la mise en œuvre de ce courant en vue de son utilisation.

Il est, au surplus, établi d'une façon certaine que l'énergie électrique peut être dosée et débitée à la mesure; elle peut donc être à bon droit considérée comme une marchandise susceptible d'être produite dans des conditions prévues et être vendue et revendue sous des formes, des intensités et des quantités parfaitement mesurables.

Enfin, il importe peu que la production de l'énergie par la Société du nord d'Alais soit consacrée par elle au service d'un seul client, la Société d'éclairage d'Alais; en effet, cette société ne produit pas l'énergie électrique par un fait occasionnel, exceptionnel et sans suite; mais déjà, depuis plusieurs années, elle se livre à cette production dans une usine spécialement aménagée en vue de cette destination.

Le tribunal de commerce est donc parfaitement compétent. C'est ce qu'a décidé d'abord un jugement du tribunal de commerce d'Alais du 17 juin 1916, et, par confirmation, la cour de Nîmes du 13 août 1917.

D'ailleurs, il avait déjà été jugé par la Cour de cassation (1er juillet 1878, Dalloz 1879, 1, 218, et 28 octobre 1885, Dalloz 1886, 1, 63) que, bien que les sociétés minières soient en principe des sociétés civiles, elles peuvent acquérir le caractère commercial si leurs statuts indiquent que, indépendamment de l'exploitation proprement dite, elles doivent se livrer habituellement à des opérations constituant des actes de commerce.

On peut citer, comme rentrant dans cette catégorie, la création d'établissements industriels et commerciaux affectés au traitement des minerais et à la vente des produits ainsi fabriqués (1er août 1896, Dalloz 1894, 1, 126).

Quant à la question de savoir si l'énergie électrique est une marchandise susceptible de donner lieu à un acte de commerce, on peut consulter un arrêt de la cour de Lyon du 4 juillet 1890 (Dalloz 1891, II, 81).

Paul Bougault,
Avocat à la Cour d'appel de Lyon.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR :
J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF :
Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. — TOME IV. — N° 10. — 7 SEPTEMBRE 1918.

Chronique. — La fabrication des nitrates aux Etats-Unis. — Peut-on envisager la création d'usines électrochimiques ou électrométallurgiques en dehors des Alpes et des Pyrénées? — Promotions. — Bibliographie: Les fours électriques de laboratoire ; Méthodes économiques d'organisation dans les usines ; Les brevets, dessins, marques et la propriété littéraire et artistique pendant la guerre, p. 329-330.

Section scientifique et technique. — Sur le théorème de Fourier et les développements en séries trigonométriques, par G.-A. ANDRAULT, p. 331. — Revues, analyses et informations : Nouvelle méthode d'analyse des cristaux par les rayons X, p. 340; Transformations magnétiques dans les aciers au carbone, p. 342 ; Le mouvement d'une étoile est-il retardé par la réaction de son rayonnement propre? p. 342.

Section industrielle. — Les interrupteurs à huile et la protection contre l'incendie (*suite et fin*), par P. TORCHE, p. 363. — Construction pratique du diagramme de fonctionnement des moteurs asynchrones triphasés à rotor en court-circuit, par J. DAMIEN, p. 349. — L'importance des freins rapides dans l'exploitation des chemins de fer, par J. CARLIER, p. 351. — Revues, analyses et informations : Sur les applications de l'électricité à l'agriculture, p. 352; Quelques dispositifs d'embrayage magnétique, p. 354.

Section économique et financière. — Revues, analyses et informations : Le salaire et ses résultats : un facteur psychologique du rendement de l'atelier, p. 357. — Assemblées générales : Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité à Paris, p. 358; Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'Electricité, p. 358.

Section de Législation. — La limite du pouvoir d'expropriation. Arrêt du Conseil d'Etat des 20-27 avril 1917. Commune de Venoix, ville de Caen, par Paul BOUGAULT, p. 359.

La fabrication des nitrates aux Etats-Unis. — Les besoins en nitrates des armées en guerre sont énormes, et il est probable que la guerre actuelle serait finie depuis longtemps si l'on n'avait eu à sa disposition que les nitrates du Chili dont nos ennemis n'auraient pu profiter.

Il est assez curieux à ce sujet de constater que nos excellents amis et alliés les Américains, qui sont plus près que nous de ces gisements bien connus, n'ont pas hésité à édifier des usines pour la fabrication artificielle des nitrates.

Dans un des derniers numéros de « Electrical World » nous trouvons la description de deux usines mises en construction par le gouvernement des États-Unis en vue de la fabrication des nitrates; l'une d'elles utilisera le procédé synthétique qui consiste à fabriquer de l'ammoniaque que l'on oxyde ensuite ; l'autre aura pour objet de préparer du carbure de calcium sur lequel on fera réagir à chaud de l'azote provenant d'une installation de fabrication d'air liquide organisée dans l'usine même : on obtiendra ainsi de la cyanamide, laquelle traitée par de la vapeur d'eau donnera de l'ammoniaque. Une moitié de l'ammoniaque ainsi obtenue sera conservée, l'autre moitié sera oxydée et transformée en acide nitrique, lequel donnera avec la première moitié de l'ammoniaque de l'azotate d'ammoniaque prêt à être utilisé pour les explosifs.

La puissance de ces usines dépassera 60 000 kw, et ce qui caractérise bien l'esprit américain c'est que, tandis que l'énergie nécessaire doit être empruntée à des chutes d'eau en voie de captation, on a dès à présent installé une centrale à vapeur utilisant des turbo-alternateurs, afin de pouvoir produire tout de suite des nitrates sans attendre la fin des travaux de l'installation hydraulique.

Peut-on envisager la création d'usines électrochimiques ou électrométallurgiques en dehors des Alpes et des Pyrénées? — Les usines électrochimiques et électrométallurgiques sont toutes situées, sauf deux ou trois exceptions, dans les régions des Alpes et des Pyrénées. Peut-on envisager la création de telles usines dans les régions moins riches en forces motrices hydrauliques, comme les Cévennes, le Jura, le Plateau Central ? Telle est la question que pose M. Paul Gouy dans « La Houille blanche » de juillet-août 1918.

Cette question a une très grande importance au point de vue de la rapidité du développement de l'utilisation

Digitized by Google

de nos richesses hydrauliques. Ces usines sont, en effet, de grosses consommatrices d'énergie susceptibles d'absorber les excédents qui ne peuvent manquer de se produire pendant les débuts de l'exploitation des usines hydro-électriques dont la construction est commencée ou envisagée; elles ont, de plus, l'avantage de n'investir que des capitaux relativement faibles une fois faite l'installation hydraulique; en outre, elles se prêtent aisément à des chômages temporaires, mettant à profit de la sorte la plupart des excédents saisonniers, tandis que la traction, l'industrie manufacturière et l'éclairage demandent une quantité d'énergie beaucoup plus constante qu'il faut régulariser par des moyens plus ou moins coûteux.

Mais si le rôle régulateur de l'électrochimie et de l'électrométallurgie dans les régions d'installations hydro-électriques n'est pas à discuter, on peut se demander si ces industries peuvent s'établir et prospérer dans celles de ces régions où l'énergie hydro-électrique est en quantité relativement restreinte.

La question posée au début se ramène donc à celle-ci : quelle est la puissance minimum qu'exige une usine fabriquant un produit électrochimique ou électrométallurgique déterminé pour que cette fabrication soit économiquement possible?

M. Gouy n'a pu répondre à cette question faute de données suffisantes sur les fabrications électrochimiques et électrométallurgiques qui sont si nombreuses et si variées. Mais précisément en raison de cette diversité il est convaincu que certaines de ces fabrications pourraient se développer en dehors des Alpes et des Pyrénées. Il demande donc aux techniciens quelle est, pour chacune des 15 ou 20 spécialités de l'électrochimie et de l'électrométallurgie, la dimension-type la plus avantageuse d'une usine fabriquant cette spécialité.

Promotions. — Par décret du 21 août, rendu sur le rapport du ministre des Travaux publics et des Transports, M. M.-C.-A. Monmerqué, inspecteur général des Ponts et Chaussées de deuxième classe a été promu au grade d'inspecteur général de première classe.

Par arrêté du même jour, M. Monmerqué est maintenu dans ses fonctions actuelles d'inspecteur général des Services de contrôle des Distributions d'énergie électrique.

Nous sommes heureux d'enregistrer cette promotion de l'éminent membre de notre Comité de Rédaction; les électriciens se réjouiront également de son maintien comme chef des Services de contrôle où ils ont maintes fois pu apprécier tout l'intérêt qu'il porte au développement de l'industrie électrique.

Bibliographie : Les fours électriques de laboratoire, par Jean Escard, lauréat de l'Institut [1]. — L'article que M. Escard a publié sur ce sujet dans le numéro de la « R. G. E. », du 13 avril dernier, nous dispense de présenter longuement cette intéressante brochure. Disons seulement qu'on y trouvera, après quelques mots sur les matériaux employés dans leur construction, la description des fours à lames ou fils résistants, des fours à arc, des fours à résistance, des fours à arc et résistance, des fours à bains de sel fondu, enfin des fours à induction utilisés dans les laboratoires.

Bibliographie : Méthodes économiques d'organisation dans les usines, par J. Izard, ingénieur-conseil [1]. — Il a été publié, et on continue à publier nombre d'ouvrages sur la question, toute d'actualité, de l'organisation scientifique du travail. La plupart de ces études ont un caractère théorique et émanent rarement de praticiens ayant eu effectivement à diriger des ateliers de quelque importance. Le livre de M. Izart échappe à cette double critique, et est empreint, comme ses autres ouvrages, d'un caractère d'application immédiate. On y trouve des exemples concrets et des enseignements d'autant plus précieux qu'ils ont tous été éprouvés et corrigés par la pratique. C'est là une originalité qu'il importe de souligner car ce travail est le seul, à notre connaissance, qui aborde par son côté utilitaire la question, si intéressante pour notre avenir, de la réorganisation industrielle. Citons les titres des divisions de l'ouvrage : introduction à l'art de diriger; principes d'organisation générale; fixation d'un programme et évaluation des dépenses et du prix de revient probables; bureau d'études et plan de fabrication; bureau central et exploitation; rôle et attributions de l'atelier central; la question du salaire; des moyens propres de direction. Certaines de ces divisions sont à méditer par ceux qui ont charge de main-d'œuvre, car elles sont d'une psychologie appliquée aux affaires qu'il est essentiel de posséder parfaitement. — P. V.

Bibliographie : Les brevets, dessins, marques, et la propriété littéraire et artistique pendant la guerre, par A. Taillefer et Ch. Claro [2]. — Citons l'avant-propos de l'ouvrage : « Le but de cette publication est de donner un tableau succinct, mais aussi complet que possible, du régime imposé à la propriété industrielle, artistique et littéraire du fait de la guerre. Tant au point de vue de la loi nationale, qu'au point de vue des rapports internationaux, des mesures spéciales ont dû être prises qu'il importe essentiellement de connaître. Ce travail tend à fournir sur chaque point en particulier, les éléments d'une étude plus approfondie, tout en donnant au sujet une vue d'ensemble. Il complète et met au courant, pour tout ce qui regarde les effets de la guerre, les récentes éditions des *Traités des brevets d'invention, des marques de fabrique et de commerce, des dessins et modèles, et de la propriété littéraire et artistique* de Pouillet dont il forme le complément nécessaire. La multiplicité des références aux documents eux-mêmes suffira à donner à cette étude son utilité pratique. » — P. V.

(1) Un vol., format 25 cm × 16 cm, 72 pages, 60 fig. H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Prix : broché, 5,40 fr, majoration comprise.

(1) Un vol., in-8 de XI, 164 pages, 15 fig. Dunod et Pinat, éditeurs, 47 et 49, quai des Grands Augustins, Paris VI^e. Prix : 9 fr.

(2) Un vol., 14 × 23 cm, de 258 pages : Marchal et Godde, éditeurs, 27, place Dauphine, Paris. Prix : 7,50 fr.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Sur le théorème de Fourier et les développements en séries trigonométriques

L'auteur, considérant que la proposition de Fourier, d'après laquelle une fonction périodique quelconque peut toujours être exprimée analytiquement par une série trigonométrique, est peu évidente, s'applique, dans cet article, à décrire une méthode de démonstration synthétique nouvelle. Elle conduit non seulement à la démonstration et même à la généralisation du théorème de Fourier, mais encore à des théorèmes et remarques relatifs à la représentation approchée, à l'indépendance des coefficients, etc. Ces derniers possèdent, dans la nouvelle méthode, une signification physique impliquant une méthode pratique pour leur détermination.

Tous les électriciens savent combien est peu évidente, peu naturelle et même choquante à première vue la proposition pourtant si importante de Fourier, d'après laquelle une fonction périodique quelconque représentable graphiquement peut toujours être exprimée analytiquement par une série trigonométrique, c'est-à-dire par une somme de termes procédant suivant les cosinus et sinus des multiples d'un angle. Elle a d'ailleurs, tout d'abord, été contestée de la manière la plus formelle par d'illustres mathématiciens, tels que d'Alembert ou Lagrange. Elle a donc besoin d'être solidement étayée et soigneusement légitimée.

Malheureusement, les démonstrations en usage — toutes analytiques — sont si indirectes qu'elles prouvent sans éclairer, sans dissiper l'étonnement, je dirais presque le mystère. D'ailleurs, celles qui sont correctes s'appuient sur des considérations si éloignées des éléments et si différentes de celles qui sont familières à nombre d'intéressés que beaucoup de ces derniers n'en connaissent, à regret, que des ébauches.

J'espère donc que la méthode synthétique directe que j'apporte sera la bienvenue. Elle conduit non seulement à la démonstration, et même à la généralisation du théorème de Fourier développées dans les premières pages de l'exposé ci-après, mais encore à différents théorèmes ou remarques connexes, mis à la suite et relatifs à la représentation approchée, à l'indépendance des coefficients, etc. En outre, ces coefficients apparaissant ici comme étant, par définition, les aires des projections de certaines surfaces cylindriques, S_0, S_1, S_2, S_3 ... sur deux plans rectangulaires, possèdent, de par leur définition même, une signification physique impliquant une méthode pratique de détermination desdits coefficients, méthode susceptible d'ailleurs de modalités expérimentales ou graphiques diverses. Le problème d'existence de pareilles méthodes est donc supprimé tout comme celui de la convergence

I. — **L'identité initiale.** — Sur un axe orienté X'X (fig. 1), portons bout à bout une suite de vecteurs ... a, b, c, d ... égaux ou inégaux. Par les extrémités de ces vecteurs, menons des perpendiculaires à l'axe, de manière à découper le plan en bandes que nous limiterons chacune, à la partie supérieure, par une bordure de forme tout à fait arbitraire. Ces bordures consécutives forment dans leur ensemble une ligne ... AA' BB' CC' ..., la limitatrice L_0. Pour faciliter le langage, nous appellerons *panneau* la surface délimitée dans chaque bande par la limitatrice L_0. Nous désignerons par S_0 la surface formée par l'ensemble des panneaux; enfin A_0 sera la valeur de l'aire de cette surface.

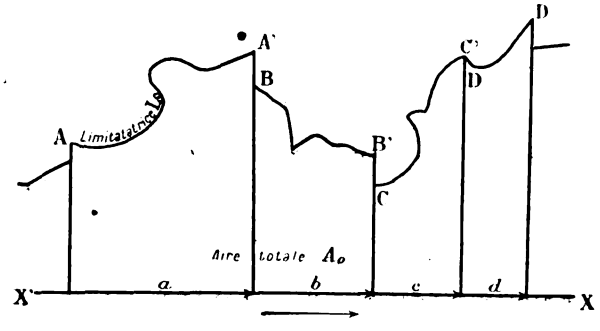


Fig. 1.

Imaginons maintenant que, immobilisant sur X'X l'un des panneaux a par exemple, on vienne à faire tourner les autres autour de leurs lignes de contact, comme on fait tourner les panneaux d'un paravent à charnières. Amenons chaque panneau à faire avec le précédent un même angle u qui soit une partie aliquote de 2π, soit $u = \frac{2\pi}{n}$, n étant un nombre entier; les angles u étant tous comptés dans le même sens que celui de la flèche F (fig. 2).

La ligne des vecteurs ... a, b, c, d ... se transforme en un polygone ... a_1 b_1 c_1 d_1 ... analogue au polygone de la figure 2. Nous appellerons ce polygone le

Digitized by Google

polygone fondamental. La courbe limitatrice L_0 se transforme en une nouvelle ligne L_1. Enfin la surface S_0 se transforme en une nouvelle surface S_1 que nous qualifierons de prisme fondamental.

Au lieu d'amener chaque panneau à faire avec le précédent un angle u, amenons-le maintenant à faire un angle double, soit $2u$, et appelons S_2 et L_2 ce que deviennent alors S_0 et L_0. Appelons de même, $S_3, S_4, S_5, \ldots$,

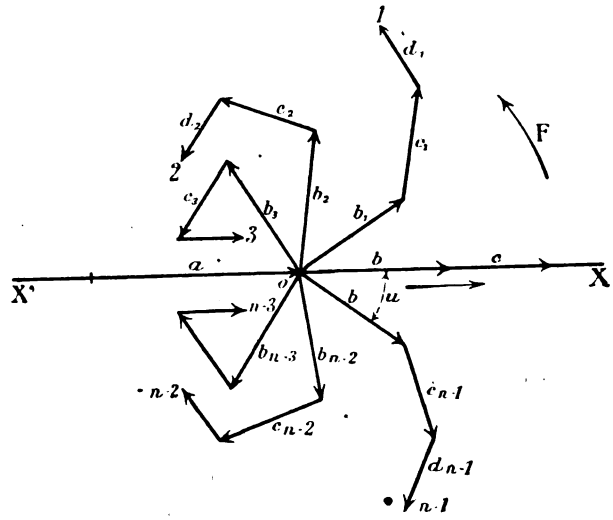


Fig. 2.

ce que devient S_0 quand l'angle de contingence de deux panneaux consécutifs devient $3u$, $4u$, $5u$, ... ; et L_3, L_4, L_5 ... ce que devient L_0.

Nous allons projeter ces n surfaces $S_0, S_1, S_2, \ldots S_{n-1}$ sur le plan du panneau a. Soient $A_1, A_2, A_3, \ldots A_{n-1}$ les aires respectives des projections des surfaces S_1, S_2, S_3, S_{n-1} sur ce plan X'X ; aires évaluées algébriquement, comme les projections des vecteurs qui leur servent de base. (La surface S_0 est à elle-même sa projection et son aire est A_0.)

La somme des aires projetées sera

$$A_0 + A_1 + A_2 + \ldots + A_{n-1},$$

Or, il est aisé de montrer que

$$A_{n-1} = A_1,$$
$$A_{n-2} = A_2,$$
$$A_{n-3} = A_3, \text{ etc.}$$

A cet effet, comparons par exemple A_3 et A_{n-3} (fig. 2), projections respectives de S_3 et de S_{n-3}.

Dans S_3, le vecteur b_3 qui suit a, fait avec X'X, l'angle $3u$, soit $3\frac{2\pi}{n}$.

Dans S_{n-3}, ce même vecteur devenu b_{n-3} fait avec X'X l'angle $(n-3)\frac{2\pi}{n} = 2\pi - 3\frac{2\pi}{n}$.

Le panneau b occupe donc dans S_3 et S_{n-3} deux positions *symétriques* par rapport à X'X.

Considérons encore le vecteur c. Dans S_3 il est devenu c_3 et fait avec X'X un angle double de celui que fait b_3, soit $2 \times 3u = 6\frac{2\pi}{n}$; dans S_{n-3} il fait avec X'X un angle $2\left(2\pi - 3\frac{2\pi}{n}\right)$ — (toujours double de celui de b_3) — soit $4\pi - 6\frac{2\pi}{n}$, ou (en retranchant 2π), égal à $2\pi - 6\frac{2\pi}{n}$. La position de c dans la surface S_{n-3} est donc encore symétrique de celle de c dans S_3

La démonstration est évidemment générale.

— Si n est *pair* et égal à $2k$, chaque panneau de S_1 fait avec le précédent un angle égal à $\frac{2\pi}{2k}$; soit $u = \frac{\pi}{k}$. Il s'ensuit que l'angle de deux panneaux consécutifs de S_k sera $k \times \frac{\pi}{k}$, c'est-à-dire π. Les vecteurs sont donc tous couchés sur X'X, alternativement dans le sens X'X puis en sens inverse. Dans le cas de n pair, la somme précédente peut donc s'écrire

$$A_0 + 2A_1 + 2A_2 + \ldots + 2A_{k-1} + A_k,$$

(le terme A_k n'est pas affecté du coefficient 2 puisqu'il n'a pas de symétrique).

— Lorsque n est *impair*, et que l'on pose $n = 2k - 1$, la somme considérée prend la forme

$$A_0 + 2A_1 + 2A_2 + \ldots + 2A_{k-1},$$

(puisque alors toutes les surfaces sont symétriques 2 à 2, sauf bien entendu S_0).

Nous allons maintenant évaluer la même somme d'une autre manière.

Considérons le panneau b dans ses n positions successives $b_1, b_2, b_3 \ldots$ En passant de l'une à la suivante, il tourne d'un angle u. Dans sa dernière position — la $(n-1)^e$ — il fait donc avec X'X un angle $(n-1)u$, soit $2\pi - u$. Autrement dit les n vecteurs, positions successives du vecteur b, rapportées à une même origine, seraient régulièrement réparties autour de cette origine. La somme algébrique des projections sur l'axe X'X, et par suite celle des panneaux correspondants sur le plan X'X, sont donc nulles.

Ce qu'on vient de dire de b, on pourrait le répéter pour c, pour d, etc. Mais en ce qui concerne le vecteur a, il n'en est plus de même. Ici les n positions de a sont sur X'X et y ont le même sens. La somme de leurs projections est donc na, et la somme des projections des n positions du panneau a est $n \times a \times H$, H étant la valeur de la hauteur moyenne de ce panneau ; hauteur moyenne définie comme étant celle par laquelle il faut multiplier a pour obtenir une aire équivalente à l'aire du panneau.

Nous pouvons donc écrire

$$naH = A_0 + 2A_1 + 2A_2 + \ldots + 2A_{k-1} + A_k,$$

Digitized by Google

ou encore puisque $n = \frac{2\pi}{u}$

$$(1) \qquad 2\pi H \frac{a}{u} = A_0 + 2A_1 + 2A_2 + \ldots + 2A_{k-1} + A_k,$$

A_k étant nul quand n est impair.

Notons que cette identité ne dépend pas de la largeur des panneaux, et qu'on peut donc supposer que l'un d'eux, b par exemple, diminue de largeur jusqu'à disparaître. On pourrait d'ailleurs en supprimer encore un autre ou plusieurs sans que cela change en rien la valeur du second membre. Bien entendu, après en avoir supprimé, on pourrait en ajouter, sans davantage changer la valeur de la somme du second membre.

Quand un vecteur, tel que b s'évanouit, ses deux extrémités se rejoignent, et les deux sommets correspondant à ces extrémités n'en forment *plus qu'un d'angle* $2u$. Quand trois panneaux disparaissent, on obtient un sommet d'angle $3u$, etc.. Notre identité est donc valable quand l'angle à l'un des sommets, et, par suite à tous, au lieu d'être $u = \frac{2\pi}{n}$ a pour valeur

$$u' = m \times u = m \times \frac{2\pi}{n} = \frac{2\pi}{\frac{n}{m}} = \frac{2\pi}{n'},$$

m étant entier, et par suite n' étant un nombre fractionnaire quelconque $\frac{n}{m}$.

II. — **Le théorème fondamental.** — L'identité précédente étant valable quel que soit u, nous allons l'appliquer à un cas limite.

Considérons une courbe plane bornée 1 (fig. 3), que nous

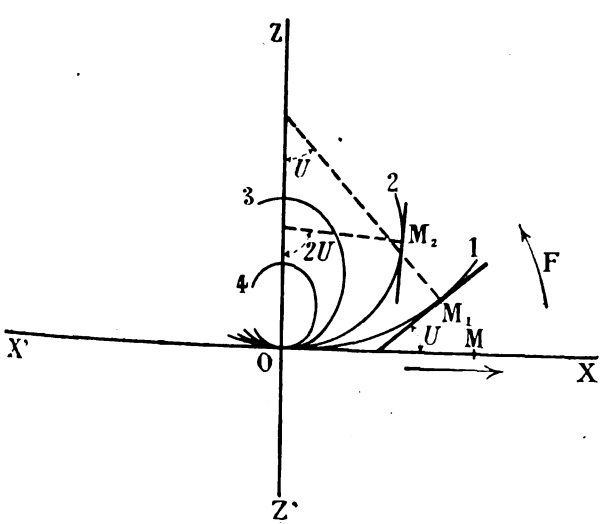


Fig. 3.

appellerons la base fondamentale. Partageons-la par la pensée en une infinité d'éléments contigus infiniment petits, tels que l'angle de deux cordes sous-tendant deux éléments consécutifs ait constamment la même valeur infiniment petite u. La chose sera évidemment toujours possible, si la courbe n'est *nulle part rectiligne*, et ne présente ni points d'inflexion, ni autres points singuliers. Les côtés infiniment petits ainsi obtenus ne seront égaux que dans le cas tout particulier où notre courbe serait un cercle. En général, ils seront inégaux, mais la différence des longueurs de deux côtés contigus sera infiniment petite vis-à-vis des côtés aux-mêmes — exception faite pour les endroits où le rayon de courbure varie brusquement, comme par exemple à l'endroit où se raccordent deux arcs de cercle de rayons différents — tous deux situés du même côté de leur tangente commune au point de raccordement.

Considérons maintenant, la surface cylindrique droite ayant pour base notre base de référence 1. Limitons-la par une courbe quelconque L_1, que nous appellerons la fonction limitatrice. Appelons surface de référence ou surface fondamentale la surface S_1 ainsi délimitée. Considérons encore la surface prismatique inscrite dans la surface cylindrique et ayant pour base la ligne brisée polygonale inscrite dans 1. Limitons d'ailleurs chaque élément de la surface prismatique par la corde qui sous-tend l'élément correspondant de la fonction limitatrice donnée L_1.

Supposons enfin que l'un des éléments a, pris au voisinage d'un point O de la base 1 reste *fixe et dirigé suivant* X'X pendant que cette base se ferme progressivement, de manière que son rayon de courbure en chaque point devienne deux fois plus petit, puis trois fois plus petit, quatre fois, etc. Elle se transformera successivement en courbes 2, 3, 4, etc., et la surface fondamentale S_1 en surfaces S_2, S_3, S_4, etc; l'ensemble formant ce que nous appellerons la suite harmonique des surfaces cylindriques. Le prisme inscrit suivra le mouvement, et l'angle aux différents sommets qui était u, devient $2u$, $3u$, etc. Remarquons à ce propos, que si l'on veut pouvoir, comme nous le faisons ici, considérer les côtés du polygone inscrit comme n'ayant pas changé de longueur — même quand on arrive aux surfaces dont le rayon de courbure devient infiniment petit — il faut que les côtés de ce polygone puissent être considérés comme étant infiniment petits par rapport à ces rayons infiniment petits ; autrement dit, qu'ils soient infiniment petits du deuxième ordre. Mais rien n'empêche de les considérer comme tels, et de leur appliquer notre identité, puisque cette identité est rigoureuse à tous les ordres d'approximation.

Elle est aussi valable quel que soit le nombre des côtés; elle le sera donc encore à la limite, quand le nombre des côtés augmente indéfiniment. Nous pourrons donc écrire

$$\lim. \; 2\pi H \frac{a}{u} = \lim. A_0 + \lim. 2A_1 + \lim. 2A_2 + \ldots + \lim. 2A_{k-1} + \lim. A_k,$$

A_0 désignant, comme on l'a vu, l'aire latérale de chacune de nos surfaces prismatiques.

Digitized by Google

Or, en un point quelconque d'une courbe plane, le rayon de courbure R est lié à l'élément a de courbe par la relation $a = Ru$.

On a donc ici, à la limite, $\frac{a}{u} = R$, R étant le rayon de courbure de la base 1 au point O. Par suite, la limite de $2\pi H\frac{u}{a}$ est $2\pi Ry$, y étant la limite de l'ordonnée moyenne H et, par conséquent, l'ordonnée de la fonction limitatrice L, au point O.

D'autre part, nous venons d'observer que, pour toutes les courbes dont le rayon de courbure ne varie pas brusquement, la différence entre deux éléments consécutifs du polygone inscrit est infiniment petite vis-à-vis de chacun d'eux (ce qui la fera infiniment petite du troisième ordre, si le côté est du deuxième). Il en sera donc de même de la différence des aires infiniment petites de deux panneaux consécutifs, toutes les fois, du moins, que la courbe L ne variera pas elle-même brusquement, en sautant sans transition d'une valeur à l'autre sur une même ordonnée. Il s'ensuit que, sous les conditions indiquées, A_k peut être considéré comme nul.

Ajoutons qu'il pourra encore évidemment être considéré comme nul si le nombre de dérogations aux conditions indiquées est *fini*. Si, par exemple, le rayon de courbure de la base de référence change brusquement vingt fois, la valeur de A_k se trouvera, de ce chef, modifiée vingt fois d'une quantité infiniment petite, ce qui donnera une modification totale infiniment petite. Il en serait de même si la courbe limitatrice donnée faisait un nombre *fini* de sauts brusques.

Donc, sous réserve que la base de référence ne présente qu'un nombre fini de variations brusques dans sa courbure, et que la limitatrice donnée L, ne fasse qu'un nombre fini de sauts brusques, nous pouvons écrire

$$(2) \qquad 2\pi Ry = A_0 + 2A_1 + 2A_2 + 2A_3 + \ldots\ldots$$

A_1, A_2 ... etc., désignant cette fois les aires des projections des surfaces cylindriques, et A_0 l'aire de leur surface latérale ou, si l'on préfère, l'aire des surfaces déroulées.

D'où le théorème fondamental suivant :

La surface latérale du cylindre osculateur sur la hauteur y d'une génératrice quelconque de la surface de référence S_1 dépasse algébriquement l'aire A_0 de cette surface, d'une quantité égale au double de la somme algébrique des projections des surfaces harmoniques sur le plan tangent à S_1 le long de la génératrice considérée.

De l'identité précédente, on tire d'ailleurs

$$y = \frac{1}{2\pi R}(A_0 + 2A_1 + 2A_2 + \ldots\ldots).$$

On va voir que cette proposition constitue l'essentiel, sinon la totalité, du théorème de Fourier.

III. — **L'identité fondamentale.** — Pour passer de là à l'identité définitive, faisons rouler sur le plan X'X, sans qu'elle glisse, chacune des surfaces cylindriques $S_1, S_2, S_3 \ldots$ de manière à amener toutes les bases à être tangentes en un nouveau point M à l'axe X'X. En projetant ces surfaces sur le plan X'X, et appliquant l'identité précédente, nous obtiendrons évidemment une nouvelle relation dans laquelle figurera l'ordonnée commune en M. C'est cette relation que nous allons écrire, mais en utilisant deux remarques préalables.

Première remarque. — Soient M_1, M_2, M_3, M_4 ... les points des différentes bases qui, après roulements sont venus se confondre en M (fig. 3). Menons les tangentes en ces points. Soit U l'angle que fait avec X'X la tangente en M_1 ; celui que fait alors la tangente en M_2 avec X'X sera $2U$; celui de la tangente en M_3 sera $3U$, etc.

Au lieu de projeter la surface S_1 sur le plan X'X, *après* roulement, et quand M_1 est venu en M, nous pouvons évidemment la projeter *avant* roulement, sur le plan tangent en M_1. Nous pouvons de même projeter la surface S_2 — avant roulement — sur le plan tangent en M_2, etc. Le résultat sera le même que si après roulement, on projetait sur X'X.

Deuxième remarque. — Pour obtenir, dans un plan, la projection d'un élément linéaire orienté quelconque l sur un axe K'K orienté faisant avec un autre axe orienté X'X un angle U (fig. 4), on peut faire la somme

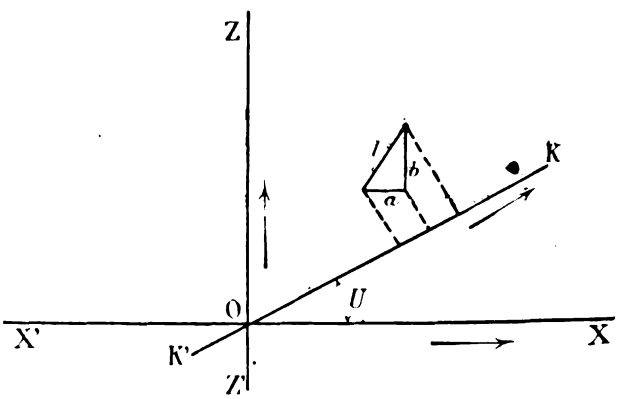


Fig. 4.

des projections sur K'K des deux composantes a et b l'une parallèle à X'X, l'autre perpendiculaire (composantes qui ne sont autre chose que les projections de l sur X'X et sur un axe Z'Z faisant un angle droit avec X'X).

La projection peut donc se représenter par $a \cos U + b \sin U$.

Cette propriété s'étend d'ailleurs à un élément de surface perpendiculaire au plan de la figure, et ayant pour projection sur ce plan l'élément l. On peut donc représenter sa projection sur un plan K'K perpendiculaire au plan de la figure, par la même formule, dans laquelle a et b désignent alors les aires des projections de l'élément de surface considéré sur les plans perpendicu-

Digitized by Google

laires au plan de la figure, et ayant pour traces X' X et Z' Z.

Une surface cylindrique dont les génératrices seraient normales au plan de la figure, pouvant être décomposée en éléments infiniment petits, à chacun desquels les remarques précédentes sont applicables, aura donc une projection sur K' K dont l'aire pourra être représentée par la formule précédente, dans laquelle a et b représenteront cette fois les aires des projections de la surface entière.

Dans le problème qui nous occupe, cette formule nous montre que l'aire de la projection de S_1 sur son plan tangent en M_1 peut s'écrire

$$A_1 \cos U + B_1 \sin U.$$

A_1 désignant l'aire de la projection de S_1 sur le plan X' X;

B_1 celle de la projection de la même surface S_1 sur Z' Z;

De même, l'aire de la projection de S_2 sur son plan tangent en M_2 s'écrira

$$A_2 \cos 2U + B_2 \sin 2U.$$

A_2 et B_2 désignant respectivement les projections de S_2 sur les plans X' X et Z' Z.

On obtiendrait les aires des projections des autres surfaces de la série de la même façon, en sorte que l'identité par laquelle nous avons exprimé le théorème fondamental deviendra (en désignant cette fois par y l'ordonnée au point M_1)

$$(3) \quad 2\pi R y = A_0 + 2(A_1 \cos U + B_1 \sin U) + 2(A_2 \cos 2U + B_2 \sin 2U) + 2(A_3 \cos 3u + B_3 \sin 3U) + \dots$$

Dans cette nouvelle identité, U est l'angle que fait avec le plan de référence X' X, la tangente en M_1. On peut donc dire aussi, que c'est l'angle que fait la normale en M_1 avec la normale Z' Z à l'origine O — ou avec le plan de référence OZ — angle compté positivement dans le sens de la flèche F. La valeur de U, dépendant du point M_1 considéré, est donc fonction de la longueur x de l'arc de courbe OM_1, autrement dit, de l'abscisse du point M_1. Il en est d'ailleurs de même de la valeur du rayon de courbure R; et nous avons vu plus haut — à propos de l'établissement du théorème fondamental — que l'on avait : $a = Ru$, que l'on peut écrire ici

$$dx = R\,dU, \quad \text{d'où} \quad y = \frac{dU}{dx} = \frac{1}{R}$$

(dx est l'accroissement de x correspondant à un accroissement de U égal à dU).

$\frac{1}{R}$ est donc égal à la dérivée de U, par rapport à x; et l'on pourrait remplacer dans l'identité précédente $\frac{1}{R}$ par cette dérivée

Nous voici donc arrivés au théorème suivant :

Théorème général. — *Une portion de courbe, limitée à deux points d'abscisses x et $x + p$, peut toujours être considérée entre ces limites*, comme résultant de la superposition de portions de courbes limitées aux points d'abscisses x et $x + p$, et ayant pour équations

$$y = \frac{A_0}{2\pi R},$$

$$y = \frac{A_1 \cos U}{\pi R}, \qquad y = \frac{B_1 \sin U}{\pi R},$$

$$y = \frac{A_2 \cos 2U}{\pi R}, \qquad y = \frac{B_2 \sin 2U}{\pi R},$$

$$y = \frac{A_3 \cos 3U}{\pi R}, \qquad y = \frac{B_3 \sin 3U}{\pi R}, \text{ etc.}$$

Dans ces équations U est une fonction arbitraire de x; et $\frac{1}{R}$ est la dérivée de U par rapport à x.

Il résulte de là qu'une courbe périodique quelconque, de période p, peut être considérée dans toute son étendue, comme résultant de la même superposition, pourvu que la fonction arbitraire U qui représente la base, et que, par suite, sa dérivée, reprennent les mêmes valeurs — à une constante $2k\pi$ près (k étant entier ou nul) — toutes les fois que x augmente de p. Dans ces conditions, en effet, toutes les fois que x augmentera de p, le second membre tout entier reprendra les mêmes valeurs. La base représentée par U sera en

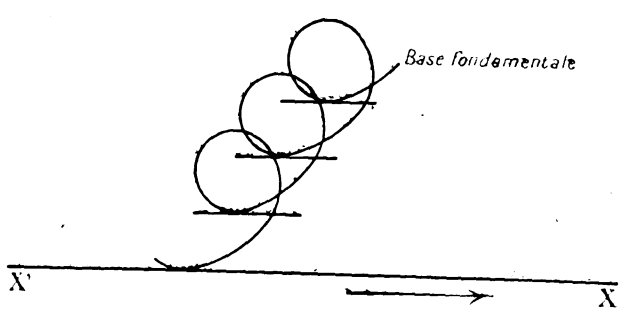


Fig. 5.

général formée de fragments identiques superposables les uns aux autres par simple translation (fig. 5).

Théorème de Fourier. — La plus simple des bases de ce genre est évidemment un cercle. En s'enroulant sur elle-même, elle donnera deux cercles superposés de rayon $\frac{R}{2}$; puis 3, 4, etc., de rayons respectifs $\frac{R}{3}$, $\frac{R}{4}$, etc. La surface fondamentale, en s'enroulant donnera 2, 3... cylindres superposés. Le rayon de courbure est alors le même en tous les points de la base fondamentale : c'est le rayon du cercle R. Sa valeur est liée au pas P par la relation $2\pi R = P$. D'ailleurs, l'angle U, compté

Digitized by Google

à partir du rayon aboutissant à l'origine des abscisses O, est lié à x, par la relation

$$x = UR$$

d'où

$$U = \frac{x}{R} = \frac{2\pi x}{2\pi R} = \frac{2\pi x}{P}.$$

L'identité générale se réduit donc, dans le cas particulier à

$$(5) \qquad y = \frac{A_0}{P} + \frac{2}{P}\left[A_1 \cos\frac{2\pi x}{P} + B_1 \sin\frac{2\pi x}{P} + A_2 \cos 2\frac{2\pi x}{P} + B_2 \sin 2\frac{2\pi x}{P} + \ldots + A_h \cos h\frac{2\pi x}{P} + B_h \sin h\frac{2\pi x}{P} + \ldots\right].$$

C'est le développement en série de Fourier. On peut donc dire que le développement de Fourier est un développement particulier à base circulaire, et que les composantes sont alors des sinusoïdes. Il exprime, au total, qu'une courbe périodique quelconque de pas P, peut toujours être considérée — au terme constant $\frac{A_0}{P}$ près — comme résultant de la superposition d'une série de sinusoïdes de pas respectifs P, $\frac{P}{2}, \frac{P}{3}\ldots$, etc.

Remarques diverses. — *a*) Puisqu'ils sont définis géométriquement comme étant les aires des projections des surfaces $S_1, S_2, S_3\ldots$ sur deux plans bien déterminés X′X et Z′Z, les coefficients $A_1, A_2, A_3\ldots B_1, B_2, B_3\ldots$ ont chacun une valeur qui, certes, dépend du choix de la base fondamentale, mais qui est unique et bien déterminée lorsque ce choix est fait; quand, par exemple, on a choisi un cercle (1). On peut donc dire que :

Le développement d'une fonction périodique en série de Fourier n'est possible que d'une seule manière (théorème de Heine-Cantor) ; et plus généralement, qu'un développement à base fondamentale *donnée* n'est possible que d'une seule manière.

b) Supposons que la fonction proposée soit une parallèle à la base (y constant), et que cette base, ainsi que toutes celles qui en dérivent, soient fermées.

Il est alors géométriquement évident que l'aire des projections des surfaces $S_1, S_2, S_3\ldots$ sur un plan tangent quelconque sera nulle. Les coefficients $A_1, A_2, A_3\ldots B_1, B_2, B_3\ldots$, sont donc nuls. Le second membre de notre identité (3) se réduit par suite à A_0, et l'on a : $2\pi Ry = A_0$.

Puisque y est supposé constant, il s'ensuit que R l'est aussi ; donc la base est circulaire. Ce résultat ne dépendant en rien de la valeur constante particulière donnée à y, il s'ensuit que l'on peut énoncer le théorème suivant relatif à la base :

Lorsqu'une courbe plane et ses harmoniques sont constamment fermées, la courbe est nécessairement un cercle.

c) L'identité de Fourier (5) montre qu'une fonction limitatrice, définissant des surfaces $S_1, S_2, S_3\ldots$ dont les projections ont des aires constamment nulles, ne peut être qu'une parallèle à la base. En effet, le second membre est alors réduit au terme constant $\frac{A_0}{P}$, ce qui prouve que y a la même valeur quel que soit x. D'ailleurs, si A_0 lui-même était nul, y serait constamment nul, et la courbe se réduirait à la base elle-même.

Quand la base n'est pas circulaire, le résultat est différent. L'identité (3) nous montre que, si les coefficients des termes en sinus et cosinus sont nuls, le produit Ry reste constant. L'ordonnée y de la courbe est donc en chaque point de la base, inversement proportionnelle au rayon de courbure de la base en ce point.

La réciproque s'établit d'ailleurs aisément, en ayant recours aux considérations géométriques directes. Supposons, en effet, que la courbe limitatrice proposée soit telle que ses ordonnées en chaque point soient en raison inverse des rayons de courbure de la base. Appelons « points opposés » deux points de la base fondamentale où les tangentes sont parallèles et de sens contraires. En marquant sur cette base une infinité de points opposés, nous pourrons la découper en une infinité de couples d'éléments infiniment petits, deux à deux opposés, parallèles et de sens contraires, dont les longueurs seront proportionnelles à leurs rayons de courbure. Or, par hypothèse, les panneaux cylindriques infiniment petits construits sur ces éléments, ont des hauteurs inversement proportionnelles aux rayons de courbure. Le produit de la base par la hauteur, autrement dit l'aire, est donc la même pour les deux.

IV. Impossibilité de représenter d'autres fonctions que les fonctions univoques. Les réduites (1).

— Les considérations qui nous ont conduit à l'identité fondamentale, sont valables quelle que soit la configuration de la courbe L_1 qui limite la surface S_1, autrement dit, quelle que soit la fonction représentée par cette courbe. Ces configurations peuvent donc être extrêmement variées. La fonction, peut, par exemple, avoir la forme de la figure 6. La surface S_1 peut même être composée de portions isolées les unes des autres, ou encore présenter des trous. Notre développement en série ne peut évidemment représenter de telles courbes

(1) A noter, que la fonction limitatrice pourrait même aller à l'infini, pourvu que l'aire qu'elle définit soit finie et bien déterminée.

(1) D'une manière générale, lorsque la courbe tracée présente une singularité en un point d'abscisse $x = x_0$ on n'a, pour savoir ce que représente la série quand x prend la valeur x_0, qu'à s'occuper des valeurs de x infiniment voisines de x_0 (théorème de Riemann). Il résulte, en effet, de notre exposé, que l'on peut supprimer tous les panneaux infiniment petits autres que le panneau placé en x_0 (la courbe se confondant alors partout avec la base, sauf en x_0) sans rien changer à la valeur du second membre.

Digitized by Google

puisqu'il ne donne qu'une valeur de y pour chacune des valeurs que l'on peut donner à x.

Voyons donc, ce qu'il représente dans ce cas.

L'ordonnée y fournie par le développement s'est présentée à nous comme la limite d'une ordonnée moyenne, définie par cette condition que l'aire du rectangle de hauteur y ayant même base qu'un panneau infiniment étroit, ait aussi même aire que ce panneau. Dès lors, dans le cas de la figure 6, par exemple, l'ordonnée correspondant au point A, sera égale à $AM + M_1N$, et l'on voit que y représente en général une somme de fragments. Si nous appelons « fonction réduite » la courbe obtenue en assemblant bout à bout sur chaque ordonnée les fragments qui y étaient séparés, on peut dire que le développement en série trigonométrique représente la fonction réduite, et non pas la fonction elle-même. Les seules courbes qui soient réellement représentées par leur développement en série trigonométrique sont donc les fonctions univoques, c'est-à-dire celles qui ne prennent qu'une seule valeur, pour chacune des valeurs données à x.

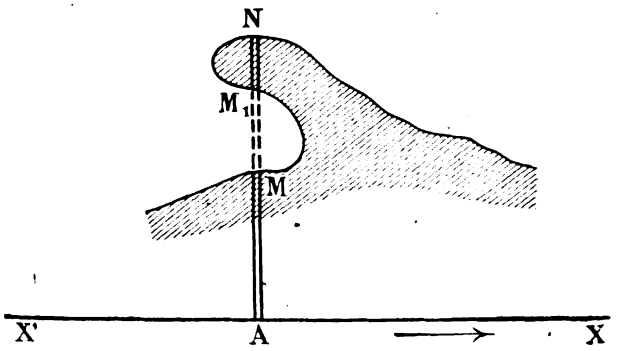


Fig. 6.

V. — **Les fonctions à variations brusques. Règle de la moyenne arithmétique.** — Si la courbe ou fonction limitatrice se confond sur un certain parcours, MN, avec une ordonnée A (fig. 7), cela prouve que, pour la valeur de x correspondant au point A, la fonction prend une infinité de valeurs comprises entre AM et AN. Comme la série ne prend qu'une seule valeur, on doit nécessairement se demander quelle est cette valeur.

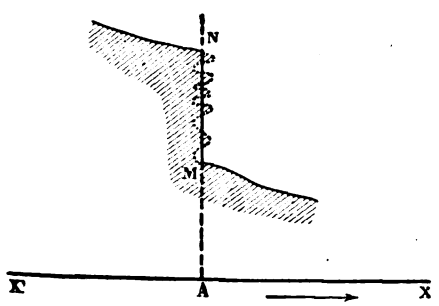


Fig. 7.

Or, puisque tous les points de la portion rectiligne MN, appartiennent à la courbe, cette portion MN apparaît comme étant obligatoirement la limite d'une réduite correspondant à une courbe qui présenterait une infinité de sinuosités infiniment petites, régulièrement réparties de part et d'autre, et le long de MN (ligne pointillée). La figure montre que l'ordonnée y cherchée est alors égale à $\frac{AM + MN}{2}$.

soit $$y = \frac{AM + AN}{2}.$$

Elle est donc la demi-somme des ordonnées de deux points de discontinuité M et N.

VI. — **Décroissance des termes de la série de Fourier. — Théorème de Weierstrass.** — Considérons, d'une part, la somme des m premiers termes, et, d'autre part la somme obtenue en ajoutant un terme de plus. Puisque ces deux sommes ont toutes deux même limite, à savoir l'ordonnée y de la courbe L quand m augmente indéfiniment, il s'ensuit que leur différence finit par devenir nulle, et que, par conséquent, le dernier terme de la série est nul. Mais comme c'est alors l'avant-dernier terme qui devient le dernier, le même raisonnement prouve qu'on peut aussi le supprimer, et ainsi de suite. Au total, on peut donc considérer comme nuls tous les termes qui terminent la série; mais ce résultat n'a aucune valeur pratique, puisqu'il ne nous apprend rien en ce qui concerne les termes de la série qui ne sont pas infiniment éloignés, les seuls qui nous soient accessibles. Nous ne savons pas, en effet, suivant quelle loi chaque terme dérive du précédent.

Essayons donc de prendre la question autrement.

Par les axes de nos différentes surfaces cylindriques circulaires S_1, S_2, S_3, etc., de rayons respectifs $R, \frac{R}{2}, \frac{R}{3}$, etc., menons des plans parallèles à X'X. Le plan passant par l'axe de S_1 découpera S_1 en deux portions que nous numéroterons 1 et 2. Le plan passant par l'axe de S_2 découpera S_2 en quatre portions (puisque S_2 fait deux fois le tour du cylindre de rayon $\frac{R}{2}$). Affectons-leur, dans leur ordre de succession, les numéros 1, 2, 3, 4. D'une manière générale, le plan passant par l'axe de la $m^{ème}$ surface S_m, la découpera en $2m$ portions auxquelles nous affecterons les numéros 1, 2, 3..., $2m$, en sorte que toutes les portions affectées d'un numéro impair seront sur une même moitié du cylindre, et que toutes les portions affectées d'un numéro pair seront sur l'autre moitié. Dans ces conditions, les portions impaires projetées sur X'X donneront des aires qui seront de signes contraires aux signes des projections paires. Les aires des deux séries de projections se retrancheront l'une de l'autre.

Or, lorsque m augmente indéfiniment, les aires de deux portions consécutives quelconques — par exemple,

Digitized by Google

les aires numérotées 10 et 11 — ne diffèrent plus l'une de l'autre que d'une quantité infiniment petite vis-à-vis de chacune d'elles. Nous l'avons d'ailleurs déjà fait remarquer à propos de la suppression du terme complémentaire A_k. Et nous avons également fait remarquer qu'il n'y aurait d'exception que si la courbe limitatrice L présentait une infinité de sauts brusques, par exemple une infinité de maxima et de minima. Mais alors, elle ne serait pas représentable graphiquement, et nous n'avons pas à nous en occuper. Si la différence des deux aires est infiniment petite, il en est de même de la différence des aires de leurs projections sur X'X. La somme des projections paires est donc, à un infiniment petit près, détruite par la somme des projections impaires. Le total A_m est infiniment petit ; et le raisonnement précédent indique que c'est à partir du moment où les variations de y, correspondant à une variation de x égale à $\frac{p}{m}$, deviennent suffisamment petites pour pouvoir être négligées, que l'on peut considérer A_m comme nul.

En menant par les axes de nos cylindres des plans parallèles au plan Z'Z, on parviendrait à un résultat tout pareil en ce qui concerne les projections sur Z'Z, c'est-à-dire, en ce qui concerne les termes de la forme $B_m \sin m\, 2\pi \frac{x}{p}$.

Cette conclusion n'est guère plus intéressante (1) que la précédente. Nous ne savons toujours pas s'il est possible, à l'aide d'une série ne contenant qu'un nombre fini de termes, de représenter une fonction arbitrairement donnée, avec une approximation aussi grande qu'on voudra. Car de ce que les termes vont en diminuant à partir d'un certain rang, et tendent vers zéro, on ne peut conclure qu'il soit légitime de négliger la somme des termes qui suivent un terme donné, si éloigné que soit ce terme. Une somme de termes infiniment petits peut en effet avoir une valeur finie, quand le nombre des termes est infini, comme c'est ici le cas.

Or, il est possible d'aller plus loin et de montrer que, précisément, cette somme est négligeable toutes les fois que la courbe proposée ne présente ni points anguleux, ni sauts brusques le long d'une ordonnée.

Considérons, en effet, les projections, sur un plan X'X, du cylindre de rayon très petit $\frac{R}{m}$; rayon assez petit pour que l'élément de courbe enroulé sur un tour du cylindre puisse être assimilé à un élément rectiligne enroulé, c'est-à-dire, à un élément d'hélice, et que, par suite, sa projection sur un plan puisse être assimilée à une sinusoïde. La chose sera possible pour un élément quelconque de la courbe donnée, si, comme nous l'admettons, elle ne présente pas de points singuliers.

Bien entendu, le pas de notre hélice, et, par conséquent, celui de notre sinusoïde, changeront quand on passera d'un élément de courbe au suivant : chaque élément a son pas. Par exemple, sur la figure 8, qui représente la projection du cylindre sur le plan X'X, l'un des éléments a pour pas ab, et le suivant bc.

Puisque chaque élément considéré fait le tour du cylindre, il limite deux portions de surface cylindrique consécutives : l'une paire, l'autre impaire ; c'est ainsi qu'un élément limitera les portions de surface que nous avions tout à l'heure numérotées 10 et 11.

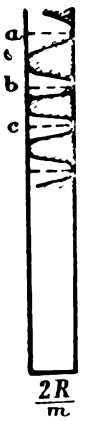


Fig. 8.

Sur la figure 8, on a couvert de hachures les différences des projections paires et impaires. Ce sont ces différences qui, par leur addition, donnent le coefficient A_m. Or, cette figure montre immédiatement que l'aire de chacune de nos différences est égale à la moitié de l'aire du rectangle dans lequel elle est inscrite, $\left(\frac{1}{2}\frac{2R}{m} \times ab \text{ soit } \frac{R}{m} \times ab\right.$ pour l'aire de la sinusoïde inscrite dans ab ; et $\left.\frac{A}{m} \times bc\right.$ pour celle qui est inscrite dans bc).

Tant que les spires, en s'enroulant, progressent dans le même sens le long du cylindre — par exemple toujours en descendant — les aires sinusoïdales que nous considérons, vont en s'ajoutant toutes les unes aux autres ; mais la courbe étant continue et fermée, les spires finiront nécessairement par s'enrouler en remontant ; et, à partir de ce moment, les aires des différences, au lieu de s'ajouter aux précédentes, s'en retrancheront (1).

Quand donc les spires reviendront à leur point de départ, la somme A_m de nos aires différentielles sera nulle ou plus exactement sera infiniment petite vis-à-vis des aires différentielles elles-mêmes, puisque notre conclusion n'est valable qu'au degré d'approximation permettant d'assimiler les spires à des hélices.

Or nos spires différentielles sont déjà infiniment petites. La somme A_m est donc infiniment petite du deuxième ordre.

Si donc l'on considère, dans le développement de Fourier, la somme des termes en A_m et B_m, et de tous ceux — en nombre infini — qui les suivent, on voit que l'on a affaire à une somme de termes infiniment petits du deuxième ordre ; somme qui, par suite, est elle-même infiniment petite du premier ordre, et peut donc être négligée.

D'où ce théorème :

Toute courbe périodique continue, et par conséquent toute fonction périodique continue, peut se représenter, avec telle approximation qu'on voudra, par une suite finie de Fourier (2).

(1) D'habitude cependant, c'est à elle qu'on s'en tient.

(1) En vue d'abréger le raisonnement, nous admettons que les spires descendent, puis montent une seule fois le long du cylindre, autrement dit, que la courbe donnée L ne présente qu'un maximum ou un minimum. On voit tout de suite que le raisonnement est général.

(2) Il serait aisé de reconnaître que le théorème s'étend à un développement à base quelconque, car lorsque la base fondamentale s'est enroulée un grand nombre de fois sur

Digitized by Google

VII. — **De l'indépendance mutuelle des coefficients.** Considérons une portion AB de courbe périodique, correspondant à une longueur ab d'abscisse, valant un nombre entier de fois la longueur du pas ; valant par exemple, et pour fixer les idées, trois fois cette longueur (fig. 9).

Considérons, d'autre part, un cylindre *circulaire*, dont la section droite a une circonférence égale à ab; et enroulons notre portion de courbe AB sur ce cylindre,

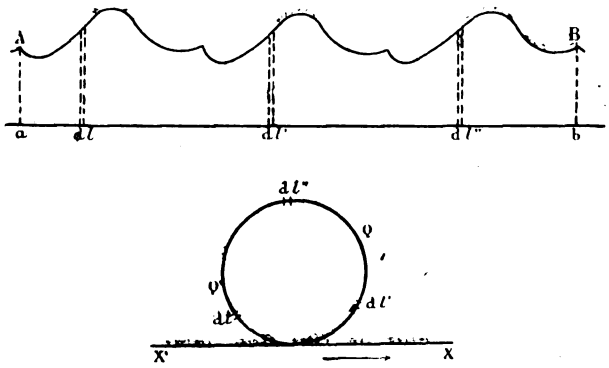


Fig. 3.

de manière que ab s'enroule sur une section droite Q' Q. La portion de courbe AB se ferme après avoir fait exactement un tour du cylindre. Il est aisé de voir que, projetée sur un plan tangent au cylindre, la surface cylindrique comprise entre AB et Q'Q donne une aire nulle.

Soient, en effet, sur la base Q'Q, trois éléments dl, dl', dl'', infiniment petits, égaux et équidistants. Les ordonnées correspondantes sont égales, et les petits trapèzes qu'elles définissent sur la surface cylindrique, — trapèzes limités en haut par la courbe AB — ont donc aussi des aires égales. La somme algébrique des projections de dl, dl', dl'', sur X' X est nulle, puisque ces trois éléments linéaires, portés bout à bout, formeraient un triangle équilatéral. Donc la somme algébrique des aires des trois rectangles l'est aussi.

Or on peut évidemment découper la surface cylindrique totale considérée, en éléments cylindriques se correspondant trois par trois, comme se correspondent dl, dl', dl''; et tels que la somme des aires projetées, correspondant aux éléments d'un même groupe, soit nulle. L'aire de la projection de la surface totale considérée est donc bien nulle.

Ce que l'on vient de dire subsiste quand le rayon du cylindre devient deux fois, quatre fois, cinq fois plus petit, de telle sorte que AB fasse deux, quatre, cinq fois le tour du cylindre. Dans ces conditions, en effet, les éléments dl, dl', dl'', seront toujours équidistants sur la circonférence de base; et la somme algébrique de leurs projections sur l'axe X'X sera, par suite, nulle. En somme, la démonstration ne tombera en défaut que dans les cas où les trois éléments infiniment petits équidistants dl, dl', dl'', viennent en superposition; ce qui se produira toutes les fois que la longueur du pas sera un multiple entier de la circonférence de base du cylindre.

Quand le pas est juste égal à la circonférence du cylindre, la somme des projections des trois éléments sur X' X vaut trois fois la projection de l'un d'eux; elle ne peut donc jamais être nulle, il en est, par conséquent, de même pour la somme des aires correspondant à ces trois éléments.

Mais quand le pas est égal à deux fois, trois fois, etc., la longueur de la circonférence, il y a d'autres éléments que dl, dl', dl'', qui viennent au même point se superposer avec eux. Les éléments qui viennent en superposition en un même point sont, en effet, distants les uns des autres d'un demi-pas, ou d'un tiers, d'un quart du pas, etc.

Nous allons montrer qu'il résulte alors de cette équidistance que, si la courbe AB est une sinusoïde, la projection sur X'X de la surface cylindrique considérée est encore nulle.

Pour cela, nous remarquerons tout d'abord que la surface cylindrique comprise entre la base Q'Q et l'axe de la sinusoïde ayant une projection nulle, il suffit d'établir que la surface cylindrique comprise entre la sinusoïde et son axe, donne une projection d'aire nulle.

Or, c'est ce qui résulte immédiatement de ce que, dans une sinusoïde, les ordonnées équidistantes ont une somme algébrique nulle. Les hauteurs des petits éléments cylindriques ayant pour bases les éléments en superposition au même point sont, en effet, des ordonnées équidistantes. La somme algébrique des aires de ces éléments est donc nulle, et par suite aussi la somme algébrique des aires de leurs projections sur X'X. L'aire totale de la projection de la surface cylindrique est donc elle aussi nulle (1).

Les courbes périodiques sinusoïdales jouissent donc d'une propriété particulière : décomposées en série de Fourier, elles ne donnent pas d'autres composantes qu'elles-mêmes. C'est pourquoi on les appelle composantes simples.

De cette simplicité résulte qu'en ajoutant à une courbe périodique de pas P, une sinusoïde de pas $\frac{P}{m}$, on obtient une nouvelle courbe, qui décomposée en éléments simples, donne identiquement les mêmes composantes que la première ; exception faite pour la sinusoïde de pas $\frac{P}{m}$, qui se trouve seule modifiée. En somme, on peut modifier l'amplitude d'une seule des sinusoïdes composantes, ainsi que sa phase, autrement dit, modifier les coefficients A_m et B_m du développement, sans que les autres coefficients soient altérés.

elle-même, elle peut être considérée comme formée d'une infinité de petits cercles dont chacun correspond à un tour.

(1) Il serait facile de montrer que les projections sur le plan X'X de nos sinusoïdes enroulées ne sont autre chose que les courbes de Lissajous. Nous établissons donc que l'aire délimitée par ces courbes est nulle ; sauf, bien entendu, l'aire délimitée par la courbe fondamentale.

Digitized by Google

Cette indépendance mutuelle des coefficients a une grande importance, puisqu'elle conduit à considérer la décomposition en série de Fourier, comme l'analogue de la décomposition d'un nombre en ses facteurs premiers.

On est donc naturellement conduit à se demander si elle subsiste dans le cas d'un développement à base quelconque. C'est ce que nous allons établir.

A cet effet, considérons deux bases de formes quelconques. Appelons « points correspondants » de ces deux bases, les points où les tangentes sont parallèles et de même sens et divisons ces deux bases en éléments infiniment petits correspondants, par une infinité de couples de points correspondants. Deux éléments correspondants seront parallèles, de même sens et auront des longueurs proportionnelles à leurs rayons de courbure. Si donc les hauteurs des panneaux construits sur ces deux éléments sont en raison inverse des rayons de courbure, les aires de ces deux panneaux seront égales. Il en sera donc de même des aires de leurs projections sur un plan quelconque.

Ceci étant vrai pour tous les couples de panneaux correspondants des deux surfaces, est donc vrai pour les surfaces elles-mêmes : les aires de leurs projections sur un plan quelconque parallèle à leurs génératrices sont égales. Donc, pour les deux surfaces, les coefficients $A_0, A_1, A_2 \ldots B_1, B_2, B_3 \ldots$ sont égaux et les seconds membres des identités relatives à chacune d'elles sont identiques.

L'identité (3) montre d'ailleurs que la réciproque est aussi vraie : si $A_0, A_1, A_2, \ldots B_1, B_2, B_3, \ldots$ sont les mêmes; alors, pour les mêmes valeurs de U, les seconds, et par suite les premiers membres sont les mêmes; Ry est le même en chaque point des deux bases. Ainsi donc, à toute courbe tracée sur une surface cylindrique, on peut en faire correspondre une autre, tracée sur une autre surface cylindrique et telle que les coefficients $A_0, A_1, A_2 \ldots, B_1, B_2, B_3, \ldots$ soient les mêmes, deux à deux. En sorte que, pour calculer ces coefficients, on peut substituer l'une des courbes à l'autre.

En particulier, pour calculer les coefficients d'une fonction dans un développement à base quelconque, on pourrait calculer ceux d'un développement de Fourier. Si d'ailleurs cette dernière opération conduit à des coefficients nuls, c'est que les coefficients sont aussi nuls pour la première.

Comme application de ce résultat, considérons l'une quelconque des courbes composantes (4); par exemple, la composante

$$y = \frac{A_m}{\pi R} \cos mU.$$

La courbe correspondante sur un cylindre circulaire est une sinusoïde

$$y = \frac{2A_m}{P} \cos mU \quad \text{ou} \quad y = \frac{A_m}{\pi R'} \cos mU$$

en appelant R' le rayon du cercle de base.

Or, nous venons de voir que, pour une telle sinusoïde, les coefficients du développement en série de Fourier sont nuls, sauf le premier qui est A_m. Et c'est ce résultat que nous avons exprimé en disant que les coefficients de la série de Fourier étaient indépendants les uns des autres. Ils le sont donc aussi dans un développement à base quelconque; d'où cette proposition : il y a autant de manières de réaliser un développement à coefficients indépendants qu'il y a de choix possibles pour la base, c'est-à-dire une infinité. On voit qu'à ce point de vue et, contrairement à une manière de voir à peu près universellement admise, le développement de Fourier n'est en rien privilégié.

G.-A. ANDRAULT,
Professeur agrégé de physique au lycée;
Directeur de l'Ecole des Sciences et des Lettres de Chambéry.

Revues, analyses et informations

Nouvelle méthode d'analyse des cristaux par les rayons X (1).

Les belles méthodes d'analyse des cristaux qui ont été développées par Laue, L.-H. et W.-H. Bragg ne sont applicables qu'à des cristaux isolés ayant des dimensions suffisantes pour qu'on puisse déterminer la direction des axes. Pour la majorité des substances, il est difficile de trouver de tels cristaux soit dans la nature, soit dans les produits industriels.

La méthode décrite par l'auteur, est une modification de celle de Bragg et elle peut être appliquée à toutes les substances cristallines. Le volume de substance qui donne les meilleurs résultats est de l'ordre de 0,005 cm³, mais le dixième de ce volume est à la rigueur suffisant. Il n'est pas nécessaire non plus que la substance soit d'une grande pureté ; elle peut contenir sans inconvénient de 20 à 50 pour 100 de corps étrangers pourvu que ceux-ci soient amorphes ou aient une structure cristalline connue.

La méthode consiste à faire traverser par un faisceau étroit de rayons X monochromatiques (fig. 1) une masse désordonnée de petits cristaux de la substance à étudier et à photographier la tache de diffraction obtenue. L'absence de tout ordre dans l'orientation des petits cristaux est chose essentielle. C'est ce qu'on réalise en prenant la substance en une forme aussi divisée que possible, en la disposant dans un tube en verre mince ou en toute autre substance amorphe et le maintenant en rotation continue pendant la durée de l'exposition. Si les particules sont trop grosses ou ont une forme effilée ou lamellaire, de manière qu'elles tendent à prendre une orientation déterminée, on les agite fréquemment. De cette manière on est assuré que l'orientation moyenne des petits cristaux durant la longue exposition

(1) A.-W. HULL, *Physical Review*, décembre 1917, 2e série, t x, p. 661-696, 12 250 mots, 12 fig., 14 tab.

Digitized by Google

obéit aux lois du hasard. A tout instant, il y aura un certain nombre de cristaux dont les plans (1,0,0) feront avec le faisceau de rayons X l'angle voulu pour réfléchir la longueur d'onde particulière utilisée, un certain nombre d'autres dont les plans (1,1,1) ont l'incidence requise pour constituer des plans réflecteurs, et ainsi de suite pour chaque plan possible appartenant au système cristallin étudié. Chacun de ces petits groupes contiendra le même nombre de petits

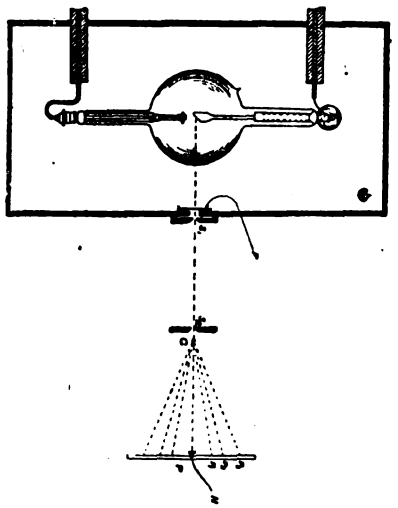


Fig. 1. — Schéma du dispositif.

cristaux, pourvu que la distribution soit vraiment régie par le hasard et que le nombre total des cristaux soit suffisamment grand. Cette condition est très sensiblement réalisée dans le cas de substances en poudre fine et elle peut, par une rotation et une agitation suffisantes, être toujours réalisée pour l'*orientation moyenne* durant l'exposition totale ; autrement dit, il y aura, *en moyenne*, autant de centimètres cubes de cristaux qui réfléchissent par leurs plans (1,0,0) qu'il y en a qui réfléchissent par (1, 1, 1), (2, 1,0) ou tout autre plan. Cela est vrai pour chaque plan possible dans le cristal.

La tache de diffraction enregistrera donc les réflexions de chaque plan possible dans le cristal, ou tout au moins celles qui tombent dans les limites de la plaque photographique. La figure 2 a) représente la tache fournie par l'aluminium sous l'influence d'un faisceau circulaire de rayons sensiblement monochromatiques produits par un tube à molybdène. L'exposition a duré neuf heures, avec 37 milliampères sous 30 000 v, la poudre cristalline étant à 15 cm de l'anticathode et à 5,9 cm de la plaque photographique. Pour la tache de diffraction représentée sur les figures 2, b), c) d), e) le diaphragme limitant le faisceau est une fente au lieu d'être une ouverture circulaire et la tache est formée sur une pellicule courbée en arc de cercle.

Le nombre des plans possibles dans tout système cristallin est infini. Par suite, si toutes les réflexions possibles réfléchissaient la même énergie, il s'ensuivrait que l'énergie réfléchie par chaque système de plans devrait être une fraction infinitésimale du faisceau primaire et, par suite, ne produirait aucune action photographique. Il est facile de voir, toutefois, que seuls les plans distants de plus de $\frac{\lambda}{2}$, λ désignant la longueur d'onde des rayons incidents, peuvent réfléchir une certaine énergie. Pour les plans distants entre eux de moins de $\frac{\lambda}{2}$, il ne peut y avoir, suivant aucune direction, sauf celle du rayon incident, égalité de phase des petites ondes diffractées par les électrons situés dans des

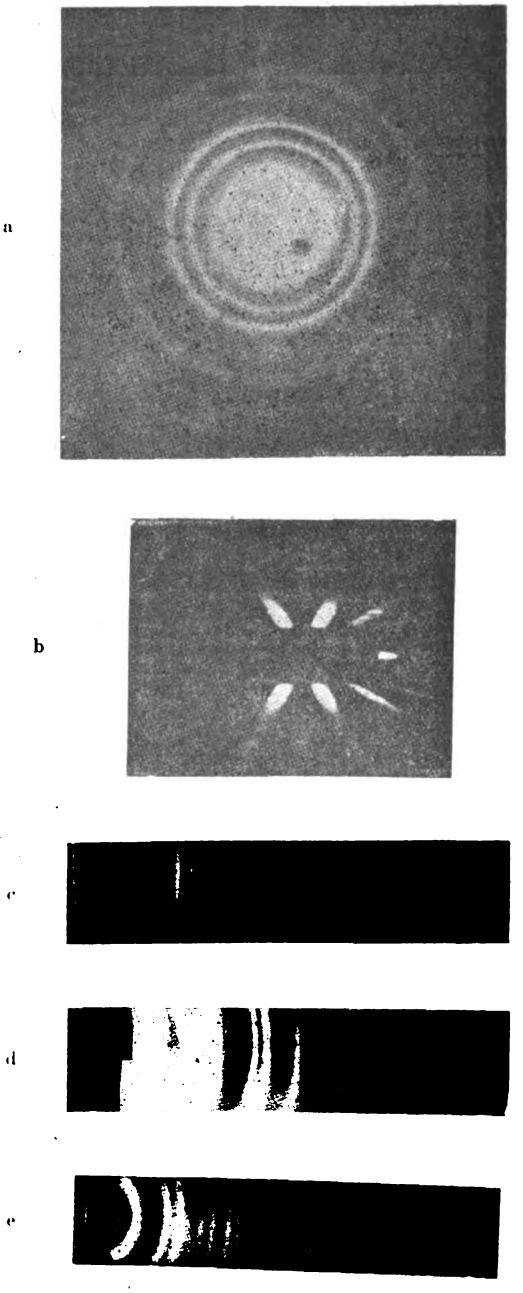


Fig. 2. — Spectres de diffraction.

a, de l'aluminium (faisceau cylindrique de rayons) ; b, de l'acier au silicium ; c, de l'aluminium (faisceau limité par une fente) ; d, du graphite ; e, du diamant.

plans consécutifs. Par suite, l'amplitude résultante associée à un tel plan est très faible et serait identiquement nulle pour un réseau parfait et un nombre suffisant de plans.

L'énergie totale diffractée est donc répartie sur un nombre fini de plans, chacun d'eux produisant, sur la plaque

Digitized by Google

photographique, une image linéaire de la source. Le nombre total des raies obtenues dépend de la structure cristalline et de la longueur d'onde. Pour le diamant, avec la longueur d'onde du double K_α du molybdène, $\lambda = 0{,}712$, le nombre total des raies est 27. Toutes sont présentes dans la photographie reproduite sur la figure 2, e).

Pour le doublet du rhodium, $\lambda = 0{,}617$, le nombre total est de 30; pour le doublet du tungstène, $\lambda = 0{,}212$ il est supérieur à 100. Le doublet du fer $\lambda = 1{,}93$ ne peut, au contraire, être réfléchi que par trois séries de plans du diamant, le plan de l'octaèdre (1, 1, 1), celui du dodécaèdre orthorhombique (1, 1, 0) et celui du trapézoèdre (3, 1, 1). L'image diffractée, dans ce cas, ne comprendrait donc que trois raies. Les positions de ces raies en fonction de leur déviation angulaire à partir du rayon central sont complètement déterminées par la distribution des plans qui leur correspondent, suivant l'équation classique $n\lambda = 2d \sin \theta$, θ désignant l'angle entre le rayon incident et le plan, 2θ étant par suite la déviation angulaire, d la distance entre les plans consécutifs, λ la longueur d'onde des rayons incidents et n l'ordre de la réflexion. Le calcul de ces positions est discuté en détail dans le mémoire de M. Hull.

Les intensités relatives des raies, corrigées de la température, de l'angle et du nombre des plans qui interviennent, ne dépendent que de la distribution dans l'espace des électrons dont les atomes sont composés.

La plupart de ces électrons sont si fortement reliés à leurs atomes que leurs positions peuvent sans doute être complètement déterminées par les positions des noyaux atomiques et de la *structure* caractéristique de l'atome. Des expériences sont en cours qui ont pour objet de déterminer cette structure pour quelques atomes parmi les plus simples. Quelques-uns de ces électrons, cependant, sont tellement influencés par la proximité des autres atomes que leur position dépendra beaucoup de la structure cristalline et de l'état de combinaison de la substance. On a aussi des raisons de penser que certains électrons sont réellement *libres*, en ce qu'ils n'appartiennent à aucun atome, mais qu'ils occupent des positions définies dans le réseau comme s'ils étaient des atomes.

Avec des éléments de poids atomique élevé où chaque atome contient un grand nombre d'électrons, la plus grande partie des électrons doit être tout près du noyau, en sorte que l'intensité des raies dépendra surtout de la position du noyau par rapport à leurs plans, et ne sera que légèrement influencée par la structure caractéristique de l'atome et la position des électrons de valence et des électrons libres. Pour de telles substances, l'intensité relative des raies donne des renseignements directs sur les positions des atomes et peut être utilisée à la manière décrite par Bragg pour la détermination de la structure cristalline. Les photographies obtenues avec la substance pulvérulente ont à cet égard un avantage sur les mesures d'ionisation en ce que les intensités des réflexions produites par les différents plans, aussi bien que celles de différents ordres, sont directement comparables, ce qui n'a pas lieu avec les mesures d'ionisation, à moins que le cristal soit assez volumineux et puisse être clivé pour chaque plan.

Dans le cas de substances à faible poids atomique, au contraire, les intensités dépendent beaucoup de la structure interne des atomes. Toutefois, elles ne renseignent pas généralement beaucoup sur cette structure sur laquelle, par contre, la *position* d'un grand nombre de raies donne parfois des indications suffisantes.

Pour la théorie mathématique de la méthode, les détails d'expériences et les résultats relatifs aux différentes substances étudiées (Fe, Si, Al, Mg, Na, Li, Ni, graphite, diamant), voir le mémoire original. A. B.

Transformations magnétiques dans les aciers au carbone (1).

Les auteurs déterminèrent les températures auxquelles se produisent les transformations magnétiques et thermiques dans 13 aciers au carbone, contenant de 0,11 pour 100 à 1,54 pour 100 de carbone. Des essais préliminaires soignés servirent à établir les conditions d'expériences conduisant à des résultats toujours constants. En résumé, ils observent que : 1° En employant des champs faibles et en faisant varier la température très lentement, il se produit un changement magnétique très brusque et parfaitement réversible au point A_2 ($Ar_2 = Ac_2$) chez les aciers contenant de 0,11 pour 100 à 0,43 pour 100 de carbone. Au delà, le ferromagnétisme est faible et suit une courbe réversible jusqu'en A_3 où il disparaît complètement. La position de A_3 est fonction de la teneur en carbone. 2° L'hystérésis de température augmente avec la teneur en carbone entre 0,4 pour 100 et 0,8 pour 100, en même temps que la température de transformation tombe vers Ac_1 et Ar_1. Pour ces aciers, l'intervalle de température nécessaire pour la transformation peut se déduire de la séparation et de la mise en solution du fer β, conformément aux indications du diagramme d'état. 3° L'acier eutectique et les aciers plus riches en carbone subissent une transformation irréversible nettement définie en Ac_1 et Ar_1, ces températures étant les mêmes pour tous. 4° On a pu expliquer d'une manière satisfaisante pourquoi le changement perlitique des alliages à moins de 0,8 pour 100 de carbone n'influe en aucune façon sur la transformation magnétique. C'est à tort qu'on avait interprété les résultats des premières recherches magnétiques comme contredisant le diagramme fer-carbone usuel.

Le mouvement d'une étoile est-il retardé par la réaction de son rayonnement propre ? (2)

Il est intéressant, pour l'astronome, de savoir si un astre en mouvement, une étoile, par exemple, est retardé par la réaction due à son rayonnement propre. On admet, en effet, dans la théorie électromagnétique de la lumière, qu'un flux d'énergie rayonnante possède une quasi quantité de mouvement, en sorte qu'un corps qui rayonne dans une seule direction perd une certaine quantité de mouvement et, par suite, subit une réaction tendant à le déplacer en sens inverse. Si une étoile est au repos et en équilibre thermique, on peut supposer par symétrie, qu'elle rayonne également dans toutes les directions, et que l'impulsion résultante est nulle. Mais si l'étoile est en mouvement, l'électrodynamique classique indique qu'elle émet un rayonnement plus intense dans la direction avant que dans la direction arrière, et il pourrait sembler à première vue qu'elle doit être le siège d'une accélération négative qui devrait finalement l'amener au repos. Ajoutons que sir Joseph Larmor dans les « Proceedings of the fifth Congress of mathematicians » (Cambridge, 1912, p. 207), et M. Leigh Page, dans : « Proceedings of the National Academy of Sciencies of U. S. A. », février 1918, ont traité ce sujet avec détails.

(1) G. Kuemelin et Maire. *Revue de Métallurgie*, juillet-août 1918. 15e année. N° 4. p. 241. 300 mots. Analyse d'un article paru dans *Ferrum* (1915), tome XII, page 141.

(2) *Revue scientifique*, 17-24 août 1918, tome LVI, p. 496-497. 600 mots.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Les interrupteurs à huile et la protection contre l'incendie (*Suite et fin*)

Dans un article précédent (R. G. E., 31 août 1918), l'auteur avait exposé les résultats d'investigations approfondies entreprises par l'Association suisse des Electriciens. Il avait défini le travail de rupture et montré l'influence exercée sur ce travail par différents facteurs. Il continue aujourd'hui son exposé en s'attachant surtout aux causes d'explosions des interrupteurs à huile. Pour lui, à l'heure actuelle, seul, l'interrupteur américain à piston ou à pot, paraît être à l'épreuve des pressions intérieures, l'importance de celles-ci ne pouvant atteindre des valeurs élevées dans ce genre d'appareils.

Les explosions dans les interrupteurs. — Dans les interrupteurs de construction usuelle, après la rupture, les gaz, par suite de leur force ascensionnelle ou par suite de la formation d'une cheminée dans le cas de déclanchement anormal, montent au-dessus du niveau de l'huile et là forment avec l'air contenu sous le couvercle de l'interrupteur un mélange gazeux inflammable. L'espace d'air sous le couvercle constitue ainsi une *chambre de mélange*. Normalement les gaz qui ont un poids spécifique beaucoup plus faible que celui de l'air s'échappent à l'air libre par les ouvertures prévues à cet effet dans le couvercle, mais généralement quelques secondes s'écoulent avant l'évacuation complète des gaz. Alors, immédiatement après la rupture, la chambre de mélange se comporte comme un espace clos. L'explosion proprement dite de l'interrupteur résulte de la déflagration du mélange gazeux sous le couvercle de l'interrupteur. Par opposition à l'action dévastatrice due à l'augmentation de pression de la bulle gazeuse et qui se manifeste par la déformation ou même le déchirement des parois du bac à huile, l'explosion, par suite de la déflagration dans la chambre de mélange, est le plus souvent caractérisée par la destruction de l'appareil. Le centre des pressions est en dessus du niveau de l'huile, c'est pourquoi les effets destructifs de l'explosion atteignent surtout le couvercle de l'interrupteur.

En exploitation, l'inflammation du mélange gazeux peut avoir deux causes :

Le plus souvent, l'inflammation résultera de la formation d'une cheminée. Dans ce cas, les gaz de rupture ainsi que les vapeurs d'huile entourant la bulle gazeuse parviendront encore à une très haute température dans la chambre de mélange, en sorte que la déflagration sera provoquée par inflammation spontanée.

D'autres fois l'inflammation pourra être provoquée par une étincelle, une fuite ou décharge statique sous le couvercle, le long des isolateurs..

L'apparition d'une décharge statique par suite d'une rupture d'équilibre de la tension pendant le déclanchement est une hypothèse fort plausible. D'après des recherches de W. M. Thomson, de très faibles quantités d'énergie électrique suffisent pour enflammer des mélanges gazeux explosibles. Il paraîtrait même que l'ionisation du gaz suffirait à provoquer sa déflagration Cette question n'a pas été approfondie, mais au cours des essais il a été constaté que de bien faibles étincelles suffisaient pour allumer les gaz; de même la loi indiquée par Thomson, suivant laquelle l'énergie nécessaire pour enflammer les gaz est d'autant plus grande que le mélange s'écarte de sa composition idéale, s'est trouvée confirmée.

La combustion des gaz ou vapeurs inflammables, de toute nature, ne peut se faire qu'entre des limites bien déterminées des proportions des mélanges. Hors de ces limites il est impossible d'enflammer les mélanges gazeux.

Dans les limites entre lesquelles une explosion peut se produire, la vitesse de combustion est variable ; l'intensité de la combustion d'un mélange d'air et de gaz dans un vase clos et l'intensité de la pression qui s'ensuit augmentent jusqu'à un maximum en même temps que s'accroît la proportion de gaz.

La composition du mélange, le genre d'allumage, la température et la pression auxquelles les gaz sont soumis et la grandeur des récipients sont les facteurs pouvant modifier les limites entre lesquelles une explosion peut se produire.

Ces limites s'écarteront d'autant plus que le récipient dans lequel l'explosion devra se produire sera grand.

On a vu précédemment que le gaz de rupture était composé d'hydrogène, de méthane et d'hydrocarbures lourds, en différentes proportions, et ne contenait ni vapeur d'huile, ni hydrocarbures volatils. Ce gaz est celui que l'on obtient dans le cas de déclanchements normaux, lorsqu'il monte au-dessus du niveau de l'huile sous forme d'une ou plusieurs bulles refroidies par l'huile pendant la montée.

Des essais effectués avec différents échantillons de ce gaz de rupture ont donné comme limite inférieure des explosions une proportion de 8 à 10 pour 100 et comme limite supérieure une proportion de 31 à 43 pour 100 de gaz pour un mélange de gaz et d'air. On a remarqué à cette occasion que les gaz de rupture sont d'autant plus

Digitized by Google

légers qu'ils contiennent une plus grande proportion d'hydrogène et les limites entre lesquelles peut se produire une explosion s'écartent aussi d'autant plus que la proportion d'hydrogène est plus forte. Une augmentation de la proportion de méthane et d'éthylène dans le gaz de rupture diminue la quantité de gaz nécessaire dans un mélange avec l'air pour qu'une explosion puisse se produire; donc un gaz de ce genre s'allumera dans beaucoup d'air plus facilement que de l'hydrogène pur.

Il semble donc que les gaz de rupture peuvent faire explosion entre de très grandes limites qui sont à peu près le double de celles entre lesquelles le gaz d'éclairage peut exploser.

Dans ces essais, la déflagration était plus ou moins rapide ou intense suivant la proportion des mélanges.

En cas d'allumage électrique il y avait combustion relativement lente manifestée par une légère détente, pour des mélanges contenant une faible proportion de gaz proche de la limite inférieure.

L'intensité de la déflagration augmente rapidement à mesure qu'on augmente la proportion de gaz et conserve jusque très près de la limite supérieure le caractère d'une explosion. Il est intéressant de voir comme cette limite supérieure se trouve nettement marquée. Il suffit d'augmenter de quelques centièmes le volume de gaz mélangé à l'air pour qu'aucune inflammation ne puisse plus se faire. Le plus souvent les mélanges proches de la limite supérieure ne contiennent pas assez d'air pour brûler complètement tous les gaz inflammables. Lors des déflagrations dans ces mélanges les produits de la combustion ne seront plus constitués seulement par de l'eau et de l'anhydride carbonique, mais encore par des particules inflammables des gaz et même éventuellement par du carbone. Ces produits de la combustion pourront se mélanger avec les gaz de rupture qui continuent à affluer et forment de nouveaux mélanges avec d'autres limites de possibilité d'explosion. Ceci se produira presque toujours quand les gaz ne pourront pas facilement s'échapper. La vapeur d'eau et l'anhydride carbonique rétrécissent les limites entre lesquelles une explosion est possible.

Lors d'un déclanchement anormal, quand le gaz de rupture afflue au niveau de l'huile par une cheminée; il n'a pas eu le temps de se refroidir et il entraîne avec lui des particules de carbone et des vapeurs d'huile. Le mélange de ces différents éléments avec l'air donne naturellement un milieu explosible différent de celui que l'on obtient avec un gaz de rupture sans impuretés. Il est probable que ces conditions donnent d'autres proportions limites des mélanges explosibles. Comme il est très difficile de mesurer les quantités de gaz qui arrivent par une cheminée dans la chambre de mélange et que la quantité de vapeur d'huile et de particules de carbone entraînée dépend de nombreux facteurs, il n'a pas été possible jusqu'à présent de fixer sûrement ces limites.

De nombreux essais semblent autoriser à dire qu'une proportion de gaz extrêmement faible, environ 0,4 pour 100 du volume du mélange est suffisante pour que des explosions puissent se produire.

Avec une proportion de gaz de plus de 2 à 4 pour 100 les explosions cessent d'être possibles. L'intensité maximum de la déflagration et des forces explosives s'obtient lorsque la proportion de gaz de rupture est de 1,5 à 2 pour 100 du volume total du mélange.

Même si ces résultats n'ont aucune prétention à une exactitude absolue on peut cependant en déduire *que la proportion des mélanges de gaz de rupture et d'air sous le couvercle de l'interrupteur peut varier entre des limites différentes selon que le mélange ne contient que de l'air et le gaz de rupture sans aucune impureté ou que par suite de la formation de cheminée pendant le déclanchement le gaz de rupture aura entraîné avec lui des vapeurs d'huile et des particules de carbone.*

Dans le premier cas une explosion sera encore possible si le mélange contient 40 pour 100 (en volume) de gaz, dans le second cas une inflammation spontanée pourra déjà se produire avant que le mélange contienne 0,5 pour 100 (en volume) de gaz pur.

Alors si l'on veut éviter sûrement l'inflammation du mélange en donnant à la chambre de mélange des dimensions convenables, le volume de cette chambre, c'est-à-dire de l'espace compris entre le niveau de l'huile et les parois du couvercle de l'interrupteur devra être assez grand pour que la proportion du gaz de rupture arrivant dans la chambre de mélange, soit plus petite que 0,5 pour 100 du volume total, ou assez petit pour que cette proportion dépasse 40 pour 100

Moyens constructifs pour augmenter le coefficient de sécurité des interrupteurs à huile. — Il y en a de deux genres. Les uns consistent en une série de dispositions ou de moyens mécaniques, à l'aide desquels on arrive à diminuer la durée de l'arc, et par suite la valeur du travail de rupture. Ces moyens sont l'augmentation de la vitesse de déclanchement, l'augmentation du nombre de ruptures simultanées (ruptures multiples) et les dispositifs provoquant un mouvement approprié de l'huile pour empêcher ainsi le libre développement de l'arc de rupture.

C'est à ces moyens que se rattachent aussi les essais effectués avec des interrupteurs à pression ou dans lesquels l'arc se développait dans une chambre sous pression. Des mesures d'un autre genre sont celles qui ont pour but de rendre inoffensives les manifestations calorifiques de l'arc de rupture (surpressions, explosions). Elles sont légion, mais d'une façon générale il y en a de quatre ordres.

1° Les dispositions en vue d'expulser l'air du dessus du niveau de l'huile pour que ni les gaz de rupture, ni les vapeurs d'huile ne puissent s'enflammer. Dans cette catégorie de moyens appartiennent en premier lieu les huiles ininflammables dans lesquelles l'arc de rupture engendre un gaz qui ne peut pas produire avec l'air un mélange inflammable ou explosible. Ensuite on peut aussi placer dans cette catégorie les dispositions proposées pour amener un gaz neutre, comme l'azote ou l'anhydride carbonique, sous le couvercle de l'interrupteur.

2° Les dispositifs pour refroidir les gaz et les vapeurs

Digitized by Google

qui, en cas de formation de cheminée, atteignent la chambre des mélanges à la température critique.

3° L'arrangement d'une chambre de mélange telle que les gaz de rupture et les vapeurs ne puissent y former avec l'air des mélanges dangereux.

4° La construction d'interrupteurs pouvant résister à toutes les pressions intérieures qui pourraient s'y produire même lors des plus mauvais déclanchements.

Les essais de ces différents moyens ont donné les résultats suivants :

1° L'AUGMENTATION DE LA VITESSE DE DÉCLANCHEMENT. — L'influence de la vitesse a déjà été indiquée au début de ce travail. D'après les essais on remarqua que pour une puissance à rompre déterminée, la longueur de l'arc augmentait légèrement avec la vitesse de déplacement des contacts, tandis que, d'après les hypothèses théoriques développées, cette longueur aurait dû être indépendante de la vitesse

L'expression du travail de rupture

$$A = \frac{I_0 . E . c . s}{v}$$

dans laquelle s représente la durée de l'arc en fonction de la puissance à rompre, $I_0 . E . c.$ une constante de l'interrupteur et v la vitesse, devrait donc, pour être exacte, être affectée d'un coefficient de variation de s en fonction de la vitesse.

On remarque que pour les faibles vitesses, le travail de rupture diminue rapidement avec une vitesse croissante, tandis que la diminution est presque insensible pour les grandes vitesses.

Si l'on trace une courbe du travail de rupture en fonction de la vitesse, en portant celle-ci en ordonnée, on obtiendra une hyperbole. Pour un interrupteur donné on pourra construire une infinité de courbes de ce genre, correspondant chacune à une puissance à rompre déterminée. Lors des essais on remarqua que, pour une vitesse de 80 cm:sec et une puissance de quelques 1000 kv-A on lisait le travail de rupture, déjà sur la partie horizontale de la courbe. Mais, il est probable qu'à cette vitesse, il serait indiqué encore sur la partie fortement incurvée lors de la rupture de fortes puissances en court-circuit. *On peut donc s'attendre à une diminution du travail de rupture pour de grosses puissances en court-circuit par l'augmentation de la vitesse de déclanchement au delà des limites usuelles.*

Cette question n'a pas pu être élucidée par ces essais, mais des expériences faites par une maison étrangère confirment cette hypothèse. Il s'agit d'essais effectués avec des contacts dits rapides constitués par des tiges de faible diamètre et par suite soustraites autant que possible à l'influence retardatrice de l'huile, et reliées par des ressorts à la traverse principale de contact.

Au commencement de la rupture ces tiges sont retenues par frottement contre les contacts fixes de l'interrupteur et ce n'est que vers la fin de la course de la traverse mobile que les ressorts provoquent brusquement un rappel rapide des tiges. On obtient ainsi une très grande vitesse de déplacement des contacts pare-étincelles et, d'après les essais, une diminution remarquable du travail de rupture. Mais là aussi on observa qu'une plus grande augmentation de vitesse ne suffisait pas à augmenter la puissance de rupture de l'interrupteur.

2° LES RUPTURES MULTIPLES. — On trouvera au début de ce travail un tableau résumant les résultats des essais avec les ruptures multiples en série. On y voit que dans le cas essayé la variation du travail de rupture était inversement proportionnelle à l'augmentation du nombre de ruptures en série. On a pu constater que cela n'était pas une loi absolue, mais que dans tous les cas, *les ruptures multiples provoquent une diminution du travail de rupture.*

La durée de l'arc t_e, la constante c de l'interrupteur et le danger de formation de cheminées sont plus réduits.

3° LES MOUVEMENTS ARTIFICIELS DE L'HUILE PROVOQUANT UNE RUPTURE PLUS RAPIDE DE L'ARC. — On connait les dispositifs magnétiques de soufflage des étincelles, utilisés pour les disjoncteurs à courant continu. Des dispositifs magnétiques analogues ne peuvent être utilisés dans les interrupteurs à huile à courant alternatif. Par contre on peut provoquer un courant de l'huile agissant sur l'arc de façon à le souffler.

Il faut prendre garde au fait que des mouvements dans différentes directions, sans loi déterminée, peuvent avoir sur l'arc un effet déplorable en déplaçant ses points d'application sur des parties délicates des appareils ou contre les parois des bacs.

La maison Sprecher et Schuh, à Aarau, a construit un dispositif consistant en un cylindre avec piston faisant pompe et chassant l'huile au moment du déclanchement. Le cylindre est fixé sur l'équipage mobile de l'interrupteur. Il porte deux ouvertures placées à bonne hauteur, derrière les contacts pare-étincelles, et par où se fait l'éjaculation de l'huile contenue dans le cylindre au moment du déclanchement.

Au moment de l'enclanchement l'huile est aspirée dans le cylindre par ces mêmes ouvertures, grâce à un piston maintenu par une tige isolée dans une position fixe par rapport au couvercle de l'interrupteur.

Un ressort peut compenser, au déclanchement, le frottement du piston contre les parois du cylindre.

Un cylindre sert à une paire de contacts.

Les essais faits avec ce dispositif n'ont donné de résultats que pour des puissances à rompre supérieures à 500 kw. Pour 700 à 800 kw la durée de l'arc était de 45 pour 100 moindre que la durée du déclanchement, sans ce dispositif. Mais on remarqua que quelquefois l'arc se déplaçait en dehors du courant d'huile provoqué par la pompe et se maintenait comme si celle-ci n'existait pas.

Pour obvier à cet inconvénient M. Bauer imagina un contact spécial formé d'une douille fixe dans laquelle pénètre sans jeu un doigt mobile.

A l'enclanchement, le doigt mobile en pénétrant dans la douille chasse l'huile qu'elle contient. Cette huile peut s'échapper par le fond de la douille dans lequel une valve

Digitized by Google

simple a été prévue. Au déclanchement, cette valve empêche l'huile de pénétrer par le fond dans la douille et par suite du manque de jeu entre les parois de la douille et le doigt de contact il se produit un vide. Au moment où le doigt quitte la douille, où l'arc s'amorce, le vide existant dans le contact fixe crée une aspiration d'huile qui non seulement provoque la rupture plus rapide de l'arc mais aussi le refroidissement intense des contacts.

Aux essais, on a pu remarquer une diminution de 50 pour 100 de la durée de l'arc jusqu'à une puissance de 650 kv-A. Pour de plus fortes puissances à rompre, le contact qui avait été construit parut être de grandeur insuffisante.

Il avait été prévu pour de plus fortes puissances un nouveau contact dans lequel le mouvement de l'huile, par une disposition ingénieuse, aurait été obtenu grâce à la pression des gaz de rupture même. Des résultats excellents obtenus à l'aide d'un dispositif analogue par une maison de construction et publiés depuis lors ont dispensé de faire ce nouvel essai.

Ce dispositif a été ainsi décrit : à la construction usuelle des interrupteurs avec traverse porte-contacts descendant au déclanchement, on a ajouté autour des contacts fixes des compartiments cylindriques en métal, fermés en haut à part quelques petits trous laissés pour la communication de l'huile. A la partie inférieure, un trou rond laisse passer, avec très peu de jeu, le contact mobile en forme de tige. Au déclanchement, la vaporisation de l'huile par l'arc de rupture provoque une très haute pression dans le compartiment parce que sa fermeture presque étanche empêche une répartition de la pression sur toute l'huile de l'interrupteur. Ce dispositif a provoqué une réduction très importante de la durée de l'arc de rupture. D'après les résultats publiés, la durée de l'arc de rupture, pour des puissances monophasées en court-circuit de 150000 kv-A sous 7500 v de tension à vide, ne dépasserait pas 0,01 seconde.

Les auteurs de ce dispositif voient la cause de la rupture rapide de l'arc dans la haute pression des gaz contenus dans le compartiment des contacts. Ils s'appuient évidemment sur la croyance que l'arc électrique, pour une tension et une intensité données, est, dans un gaz sous pression, plus court qu'à l'air ambiant. Mais, comme on le verra d'après les essais de l'A. S. E. avec un interrupteur à huile sous pression, cette opinion n'est pas admissible. Il est plus probable que les résultats obtenus sont dus à un mouvement intense de l'huile dans le petit compartiment des contacts, ce mouvement refroidissant les électrodes et entravant la formation de la sphère gazeuse.

Quoi qu'il en soit, on voit que, par des dispositifs judicieux provoquant le mouvement de l'huile, il est possible d'obtenir une réduction intéressante de la durée de l'arc, respectivement du travail de rupture.

4° L'INTERRUPTEUR A HUILE SOUS PRESSION. — La façon dont se maintiennent les arcs dans un milieu sous pression a déjà été étudiée maintes fois. On avait pu déduire des essais effectués dans ce but, généralement avec du courant à basse tension, que l'arc avait une durée d'autant plus courte que la pression du milieu ambiant était plus forte. De là l'opinion que l'arc de rupture dans l'huile sous pression serait d'autant plus court que la pression serait plus élevée, s'était assez généralement répandue.

Des mesures, effectuées avec les puissances et les tensions pratiquement en jeu dans les interrupteurs, n'avaient jamais été faites permettant de confirmer ou d'infirmer cette opinion.

Le grand interrupteur à huile sous pression, déjà décrit, fut utilisé dans ce but. On rompit des puissances jusqu'à 1000 kw, charge ohmique, sous 8000 v. Le courant et la tension furent enregistrés à l'oscillographe; la pression, mesurée avec un manomètre de précision — pour certains essais, les variations de la pression furent relevés à l'aide d'un manomètre électrique de la façon déjà indiquée. — Tous les essais ont été faits méthodiquement et répétés plusieurs fois afin d'obtenir des valeurs moyennes autant que possible irrécusables.

Les résultats obtenus sont surprenants. *La durée de l'arc de rupture, pour des conditions électriques données du circuit à ouvrir, tend d'abord vers un minimum qui est déjà atteint pour une pression légèrement supérieure à la pression atmosphérique. La durée de l'arc croit ensuite rapidement avec la pression. Cet accroissement sera d'autant plus accentué que la puissance à rompre sera plus grande.*

La figure 5 représente la durée de l'arc en fonction de

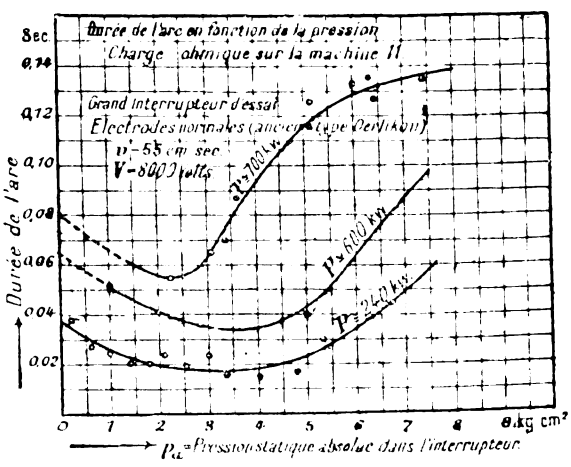


Fig. 5. — Durée de l'arc en fonction de la pression dans l'interrupteur.

la pression de l'huile, pour trois différentes puissances rompues.

La constante C de l'interrupteur varie aussi de la même façon que la durée t_e de l'arc.

Le travail de rupture donnée par l'expression $A = I_0 . E . c . t_e$ qui représente la quantité de chaleur développée dans l'interrupteur, variera naturellement de la même façon que c et t_e.

Digitized by Google

La figure 6 représente en fonction de la pression les courbes des valeurs de t_e et de c déterminées expérimentalement et la courbe des valeurs calculées de A pour une puissance rompue I_0. E de 700 kw.

On voit que le travail de rupture croît très rapidement avec la pression. Ainsi, pour une pression absolue de 4 kg:cm² il est déjà trois fois plus grand, pour 6 kg:cm² de pression absolue, il est près de 7,5 plus grand qu'à la pression atmosphérique.

Le développement de chaleur dans l'interrupteur se

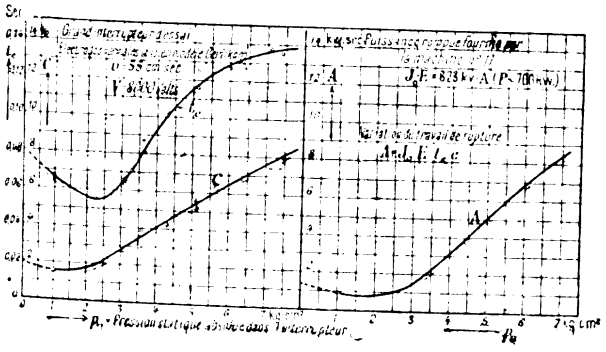


Fig. 6.

faisait remarquer à la rupture par un ébranlement de l'appareil et d'une façon particulièrement frappante par l'énorme quantité de carbone séparé par désagrégation de l'huile. Toute l'huile de remplissage de l'interrupteur était rendue inutilisable après quelques séries d'essais seulement.

On a déjà vu précédemment que ces coups de bélier avaient une réaction déplorable sur la durée de l'arc puisqu'on a pu remarquer que, dans les cas où une surpression élevée se produisait, l'arc de rupture atteignait des longueurs extraordinaires dépassant toutes les valeurs de la courbe ci-dessus.

Ces résultats suffisent pour montrer que l'interrupteur à huile sous pression n'est pas un appareil augmentant la sécurité d'exploitation mais bien plutôt un engin dangereux faisant justement apparaître avec une plus grande intensité les phénomènes que l'on cherche à combattre.

5° L'INTRODUCTION DE GAZ INERTES SOUS LE COUVERCLE DE L'INTERRUPTEUR ET L'EMPLOI D'HUILES INCOMBUSTIBLES. — Les gaz de rupture et les vapeurs d'huile ne peuvent s'enflammer sans la présence de l'air. C'est pourquoi on a recommandé de différents côtés d'introduire sous le couvercle de l'interrupteur un gaz inerte, par exemple de l'azote ou de l'anhydride carbonique.

Ce moyen simple en lui-même et qui serait sans aucun doute bien souvent efficace pour éviter des explosions, ne peut être appliqué sans compliquer les installations avec des réservoirs et conduites de gaz, de telle façon que généralement on renonce à l'employer.

Pour cette raison, ce fut une excellente idée que celle de mélanger à l'huile certains liquides qui la rendent ininflammable.

Ces huiles ininflammables sont en général des huiles minérales additionnées d'hydrocarbures chlorés. Ceux-ci se disolvent facilement dans les huiles minérales en diminuant leur viscosité. Ils ne brûlent pas à l'air, ce qui permet de les utiliser pour éteindre le feu. Leur point d'ébullition est assez bas, ainsi le tétrachlorure de carbone bout à 78° C. Par suite, ils sont plus volatils que les huiles, ils s'évaporent petit à petit et des mélanges dont on a rempli les interrupteurs il ne reste après un certain temps que l'huile minérale.

Une huile de ce genre, marque Sécurol, a été essayée par l'A. S. E. Cette huile qui est utilisée depuis quelques années par plusieurs centrales suisses, a jusqu'à présent rempli son but lors de ruptures dangereuses.

Les résultats des essais entrepris par l'A. S. E. peuvent se résumer ainsi : il n'a pas été possible en aucun cas, même par un allumage direct par l'arc électrique, de provoquer une inflammation sous le couvercle de l'interrupteur, et ceci même après 100 déclanchements dans la même huile. Par contre on remarque au déclanchement une désagrégation de l'huile avec très forte production de carbone dont une partie s'élevait en épais nuages qui encrassaient rapidement l'appareil. Une caractéristique remarquable de cette huile est encore la forte production à chaque rupture, de gaz chlorhydriques qui ont un effet destructif sur les parties métalliques des interrupteurs. Au point de vue électrique, les conditions de formation et d'existence de l'arc sont les mêmes que dans l'huile ordinaire.

Les gaz de rupture contiennent des combinaisons de chlore et d'hydrogène mais on n'y a pas constaté la présence de chlore libre. A l'analyse on a trouvé la composition suivante des gaz de rupture :

	Teneur en centièmes
Acide chlorhydrique.....	56 à 61,5
Hydrogène.....	18,5 à 12
Méthane.....	8 à 11
Hydrocarbures lourds (éthylène).	17,5 à 15,5

Ils sont donc composés pour les 2/3 environ d'acide chlorhydrique. L'acide chlorhydrique a presque complètement remplacé l'hydrogène. L'éthylène et le méthane s'y trouvent presque en même quantité que dans les gaz de rupture des huiles ordinaires.

Le gaz chlorhydrique a une grande affinité pour l'eau. Il forme en se combinant avec elle un composé : $HCl + 8H^2O$. Cette combinaison se forme facilement avec l'humidité de l'air au contact de l'huile et se décèle par un petit nuage blanc, épais, d'acide chlorhydrique hydraté qui attaque fortement toutes les parties métalliques situées dans son voisinage. L'acide chlorhydrique contenu dans l'huile attaque les pièces de contact. En exploitation ceci peut avoir quelquefois de très graves conséquences. C'est déjà arrivé. Cependant on a pu remarquer que la première couche de métal attaqué empêche une corrosion plus profonde des pièces. Cette protection est aussi obtenue en recouvrant les pièces métalliques d'une forte couche de peinture. Enfin l'action corrosive sera proportionnée à la fréquence de fonctionnement de l'interrupteur.

Ces huiles ont, neuves, les mêmes qualités diélec-

Digitized by Google

triques que les huiles ordinaires, mais perdent ces qualités après usage. La tension disruptive que ces huiles peuvent supporter diminue après un certain nombre de ruptures de 50 pour 100 et même plus. Ceci est probablement dû à la présence de l'acide chlorhydrique et par suite ne se produirait pas dans une huile absolument sèche.

Donc ces huiles ininflammables, l'huile Securol en particulier, *produisent, à la rupture, des gaz ininflammables et empêchent absolument la formation de mélanges explosibles sous le couvercle de l'interrupteur. Leurs défauts ne sont pas assez graves pour en faire rejeter en principe l'emploi.*

Ces huiles sont à leur place dans de petits interrupteurs pouvant avoir exceptionnellement de fortes puissances à rompre dans des conditions dangereuses, comme cela arrive souvent dans des installations provisoires, et aussi là où les dangers d'incendie sont particulièrement graves.

6° LE REFROIDISSEMENT DES GAZ ET VAPEURS ARRIVANT DANS LA CHAMBRE DE MÉLANGE. — Puisque la plupart des explosions sont dues à l'inflammation des gaz de rupture par suite de la formation de cheminées dans la masse d'huile, il semble que des dispositifs pour refroidir les gaz à une température inférieure à celle nécessaire pour leur inflammation spontanée (500° environ) avant qu'ils atteignent la chambre des mélanges, peut augmenter sensiblement la sécurité des appareils.

On peut utiliser pour cela des tamis, des ailettes entre lesquelles on oblige les gaz à circuler. L'effet réfrigérant des tamis a été essayé dans le petit interrupteur.

Avec un seul tamis, 30 à 40 pour 100 des ruptures provoquaient encore des explosions. Par contre, deux tamis placés directement l'un sur l'autre, avec fils croisés provoquent dans tous les cas un refroidissement suffisant des gaz.

Pour éviter toute inflammation les tamis doivent être placés dans l'huile. S'ils sont au-dessus de l'huile, les gaz peuvent brûler dans l'espace compris entre eux et l'huile, mais sans que cette combustion se transmette à l'espace compris entre le tamis et le couvercle de l'interrupteur.

Mais il arrive que l'arc s'élevant avec les gaz de rupture détruit rapidement les tamis en sorte que leur effet protecteur ne dure pas aude là de quelques ruptures.

En outre, ces tamis doivent être isolés, sinon l'arc s'y maintiendrait comme sur toute autre partie conductrice réunie à la masse.

Des plaques ou ailettes de refroidissement n'ont pas été essayées. Il est probable que des résultats analogues auraient été obtenus.

7° L'ÉTABLISSEMENT DE CHAMBRES DE MÉLANGES INEXPLOSIBLES. — On a vu que les explosions des vapeurs d'huile ou des gaz de rupture, quelle que soit la cause provoquant les déflagrations, ne peuvent se produire que si ces gaz sont mélangés à l'air dans une proportion d'au moins 1/2 pour 100 et d'au plus 40 pour 100 en volume.

Ainsi, si à la suite d'une rupture une certaine quantité de gaz (à 25° C à la pression atmosphérique) plus grande que 40 pour 100 du volume de la chambre de mélange arrive dans celle-ci, elle y produit un mélange inflammable. Il est donc naturel de songer à construire des chambres de mélanges assez petites pour que dans les cas dangereux aucun mélange explosible ne puisse s'y former.

Cette condition est remplie par les interrupteurs à pots ou à pistons (ancienne construction Oerlikon, construction américaine).

Elle peut aussi être atteinte avec les interrupteurs ordinaires en plaçant une chambre de mélange spéciale sous le couvercle des interrupteurs. Cela nécessite en général une prise spéciale des gaz les conduisant au compartiment de mélange.

Des constructions de ce genre ont été imaginées par les maisons suisses Sprecher et Schuh et les ateliers de construction Oerlikon. Sprecher et Schuh placent autour des contacts une cloche en matière isolante ouverte vers le bas. En haut de cette cloche un tube coudé la fait communiquer avec l'air extérieur. Plusieurs tamis sont placés dans le tube qui constitue ainsi en réalité le compartiment de mélange dans lequel les gaz arrivent refroidis par les tamis. Mais même si une explosion se produisait dans le tube coudé, celle-ci ne provoquerait pas de pressions dangereuses, le tube étant en bonne communication avec l'air ambiant.

De nombreuses constructions de ce genre peuvent être imaginées. C'est là un vaste champ d'action pour les constructeurs ingénieux.

8° L'INTERRUPTEUR A L'ÉPREUVE DE TOUTES PRESSIONS INTÉRIEURES. — Pour autant que les valeurs de ces pressions peuvent être déterminées, rien n'empêche de construire un appareil de ce genre.

Une maison allemande a imaginé dernièrement un interrupteur étanche à l'huile et au gaz, pouvant supporter une pression intérieure de 8 à 10 km : cm².

Par suite de la sécurité que la maison prétend obtenir avec son appareil, elle le monte directement dans ses installations sans cellule spéciale.

Mais une construction ne résistera à toutes les pressions intérieures que si la formation d'un mélange explosible dans l'interrupteur est absolument évitée.

Des constructions d'interrupteurs à huile dans lesquels des mélanges explosibles pourront se former et s'enflammer, ne peuvent pas être plus à l'épreuve des pressions intérieures que les interrupteurs usuels de construction normale, tant que la détermination des pressions ne pourra être faite avec une plus grande certitude que maintenant.

Dans l'état actuel, seul l'interrupteur américain à piston ou à pot, de construction moderne, paraît être à l'épreuve des pressions intérieures, la valeur de celles-ci ne pouvant atteindre des valeurs élevées dans ce genre d'appareils.

P. TORCHE.

Digitized by Google

Construction pratique du diagramme de fonctionnement des moteurs asynchrones triphasés à rotor en court-circuit

L'auteur s'est appliqué à simplifier le plus possible, la construction du diagramme des moteurs asynchrones triphasés à rotor en court-circuit, et à réduire au minimum le nombre des grandeurs dont la mesure préalable est nécessaire à cette construction, de façon à en rendre l'emploi immédiat et rapide, sans avoir recours à des formules compliquées ou à des grandeurs peu apparentes telles que le coefficient de dispersion, le rapport de transformation, etc. Sa méthode n'est pas absolument rigoureuse mais elle est pratiquement applicable.

I. — **Principe du diagramme.** — Les différentes méthodes données par les principaux auteurs, pour la construction du diagramme des moteurs asynchrones sont, en général, assez compliquées, parce qu'elles nécessitent des calculs fastidieux et la connaissance de quantités difficiles à évaluer pratiquement, telles que la résistance des enroulements du rotor, le rapport du nombre de conducteurs du stator et du rotor, etc.

De plus, la construction classique qui consiste à porter sur le même axe les vecteurs représentant le courant à vide et le courant de court-circuit n'offre qu'une solution approchée du problème, puisqu'en réalité ces deux courants ne sont presque jamais en phase. Elle oblige d'ailleurs à des corrections qui compliquent la figure et font perdre de vue les phénomènes réels.

Il semble plus simple et plus logique de partir d'une grandeur fixe, absolument indépendante du fonctionnement du moteur, de représenter cette grandeur par un vecteur servant d'origine et de représenter toutes les autres grandeurs mises en jeu par des vecteurs convenablement dirigés par rapport à celui-ci.

Il est naturel de prendre pour origine le vecteur représentant la différence de potentiel efficace instantanée entre deux bornes quelconques du moteur considéré, cette grandeur n'étant, presque toujours, influencée que d'une façon négligeable par les variations de charge du moteur.

II. — **Quantités à mesurer.** — Dans ces conditions, les quantités nécessaires à l'établissement du diagramme des moteurs asynchrones triphasés à rotor en court-circuit sont les suivantes :

1° E, tension normale d'alimentation entre bornes du stator;

2° R, résistance des enroulements du stator, mesurée entre deux bornes extrêmes A et B (fig. 1);

3° I_0, courant dans l'un des fils extérieurs d'alimentation du stator, le rotor tournant à vide à sa vitesse normale;

4° C_0 l'angle de déphasage de I_0 par rapport à E;

5° I_{cc}, courant dans l'un des fils extérieurs d'alimentation du stator, le rotor étant calé et le stator étant alimenté sur la différence de potentiel E.

(En pratique, pour éviter de maintenir un courant exagéré dans les enroulements, on alimente sous tension réduite e, on relève le courant i_{cc} correspondant et l'on fait la correction : $I_{cc} = i_{cc}\frac{E}{e}$).

6° φ_{cc}, angle de déphasage de I_{cc} par rapport à E.

Remarquons qu'il est parfaitement inutile de relever les résistances par phase r du stator (si ce n'est pour

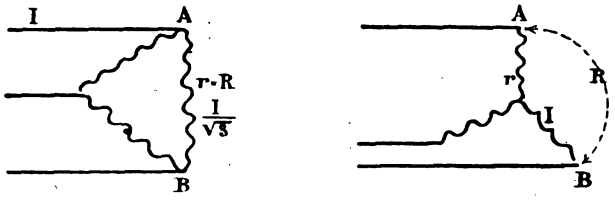


Fig. 1.

vérifier leur égalité), la perte par effet Joule dans le stator étant toujours égale à

$$p = 1{,}5\,RI^2,$$

quel que soit le groupement des phases (R étant défini comme nous l'avons dit).

La figure 1 montre en effet que, si le stator est monté en triangle, on a

$$p = 3r\left(\frac{I}{\sqrt{3}}\right)^2 = 3r\frac{I^2}{3} = rI^2 = 1{,}5\,RI^2,$$

car alors $R = \frac{2}{3}r$.

Et s'il est monté en étoile :

$$p = 3rI^2 = 1{,}5\,RI^2,$$

car alors $R = 2r$.

En résumé, les six quantités dont la connaissance est nécessaire pour le tracé du diagramme sont très faciles à mesurer : E au voltmètre, R par la méthode ordinaire (voltmètre et ampèremètre), I_0 à l'ampèremètre, I_{cc} par extrapolation de la courbe de court-circuit, φ_0 et φ_{cc} par les abaques en fonction des lectures du wattmètre.

Construction du diagramme. — 1° *Cercle des courants.* — En possession de ces éléments, prenons

Digitized by Google

pour origine un axe Ox (fig. 2) représentant la différence de potentiel instantanée entre deux bornes du moteur. Portons à une échelle convenable les vecteurs $OA = I_0$ faisant avec Ox l'angle φ_0 et $OB = I_{cc}$ faisant avec Ox l'angle φ_{cc}; la circonférence décrite par l'extrémité des vecteurs représentant le courant absorbé passe nécessairement par les points A et B. De plus, son centre doit se trouver sur la perpendiculaire Oy élevée du point O sur Ox. Il suffirait donc, pour trouver ce centre, de joindre AB et d'élever au milieu de cette ligne une perpendiculaire qui viendrait couper Oy au point O_1 cherché. Le cercle des courants se trouve donc tracé.

2° *Cercle des puissances sur l'arbre.* — On démontre que les puissances fournies à l'arbre du moteur, pour un courant absorbé égal à Ox par exemple, peuvent être représentées par des vecteurs tels que DE perpendiculaires à Oy, le lieu des points E étant un arc de cercle passant par les extrémités G et H du diamètre du cercle des courants. Le centre de cet arc de cercle est facile à trouver, si l'on considère que la puissance sur l'arbre est évidemment nulle quand le rotor est maintenu calé.

Dans ce cas, le segment ED doit être nul, ce qui exige que la droite CH soit tangente à l'arc de cercle.

Comme, à ce moment, le point C se confond avec B, le cercle des puissances doit être tangent en H à la droite BH.

Il suffira donc de mener HO_3 perpendiculaire à BH jusqu'à sa rencontre avec la perpendiculaire O_1z à l'axe Oy pour avoir en O_3 le centre cherché. — Pour évaluer la puissance en kilowatt, il suffira de multiplier le segment ED, mesuré à l'échelle des courants, par le produit $E\sqrt{3}$.

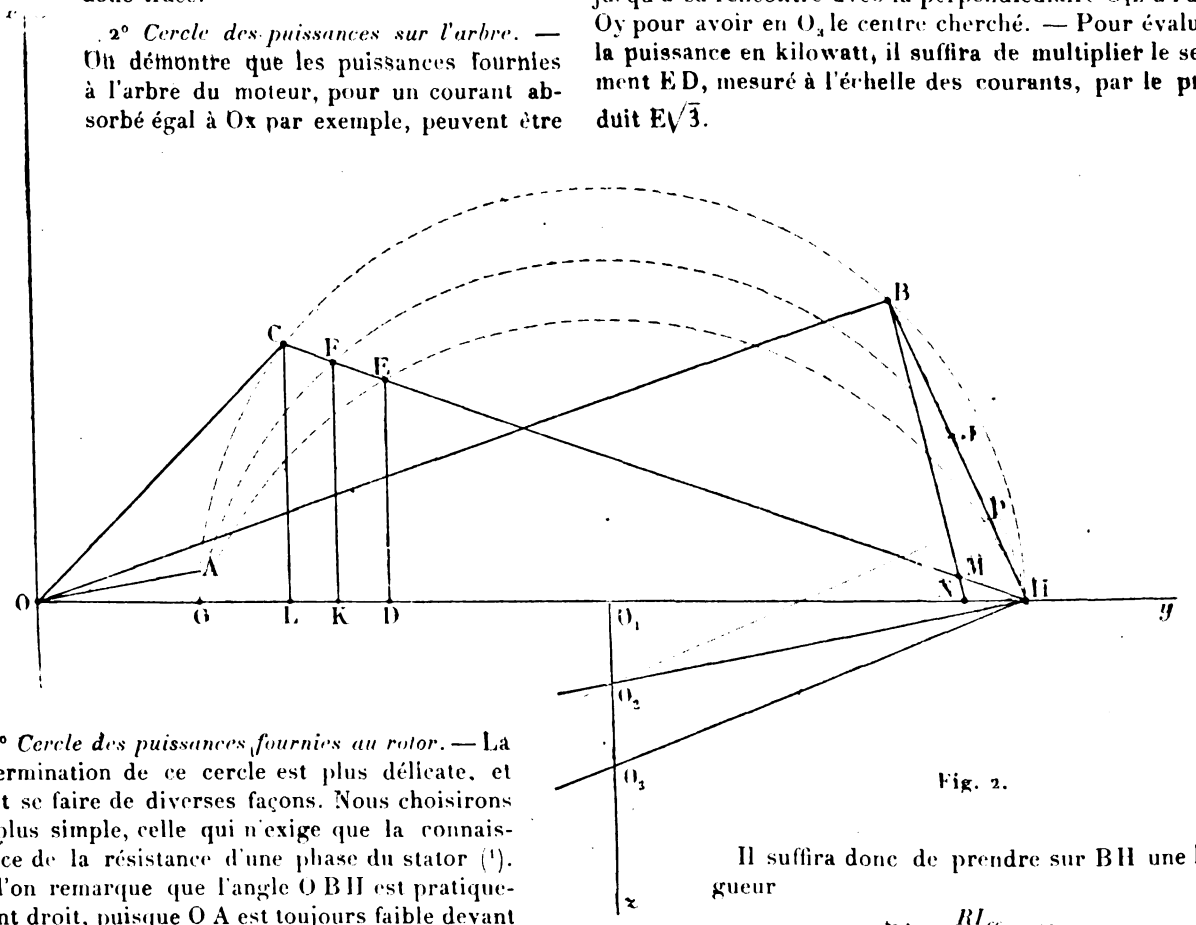


Fig. 2.

3° *Cercle des puissances fournies au rotor.* — La détermination de ce cercle est plus délicate, et peut se faire de diverses façons. Nous choisirons la plus simple, celle qui n'exige que la connaissance de la résistance d'une phase du stator [1]. Si l'on remarque que l'angle OBH est pratiquement droit, puisque OA est toujours faible devant OH, on aura très approximativement

$$BH = OH \cos \varphi_{cc}.$$

Si donc OH représentait la tension primaire d'alimentation E, BH représenterait, à la même échelle, la chute de tension totale en court-circuit. Celle-ci peut évidemment se décomposer en deux parties : chute de tension primaire et chute de tension secondaire. La première est facilement calculable : elle est évidemment égale à RI_{cc}.

Il suffira donc de prendre sur BH une longueur

$$BJ = \frac{RI_{cc}}{E} . OH.$$

Le cercle cherché passera par le point J et son centre sera en O_2 sur la perpendiculaire PO_2 élevée au milieu du segment JH.

Pour un courant primaire égal à OC par exemple, la puissance fournie au rotor sera représentée par FK. On mesurera FK à l'échelle des courants et on multipliera la valeur trouvée par $E\sqrt{3}$.

4° *Glissement et rendement.* — On démontre que le glissement correspondant à un courant primaire OC est donné directement en centièmes par le rapport

$$g = \frac{MN}{BN},$$

[1] Cf. Ferroux. *Essais de machines à courants alternatifs*, p. 159.

Digitized by Google

M N étant le segment intercepté par la droite C H sur un axe A N perpendiculaire à H O_1.

Quant au rendement ρ du moteur il est évidemment égal au rapport des puissances actives fournies à l'arbre d'une part et au stator de l'autre.

On aura donc pour le même courant primaire O C par exemple :

$$\rho = \frac{ED}{CL}.$$

IV. **Conclusions.** — Le diagramme, ainsi construit, ne saurait prétendre à une exactitude absolue. Néanmoins, il donne en pratique des résultats suffisamment voisins de la réalité pour qu'on puisse en faire état. Son emploi évite de faire de longs essais sur les moteurs présentés en plate-forme, pour déterminer les puissances utiles, les glissements et les rendements à toutes charges. Il permet de réduire ces essais à quelques mesures simples et rapides.

J. Damien.

L'importance des freins rapides dans l'exploitation des chemins de fer

Bien que cette importance soit généralement reconnue, beaucoup de compagnies de chemins de fer n'ont pas cru devoir équiper tout leur matériel avec des freins rapides en raison des dépenses de premier établissement relativement élevées qui en résulteraient. Dans la note ci-dessous l'auteur fait ressortir combien sont faibles l'intérêt et l'amortissement de ces dépenses en regard de l'augmentation de recettes qui en serait la conséquence.

1. — L'objet d'un chemin de fer est de propulser des trains; c'est pourquoi la valeur du monopole de son droit de passage est en proportion directe de sa capacité de transport.

2. — Il est évident que le *temps est l'essence même du transport* par voie ferrée, et que l'objectif fondamental d'un chemin de fer *est d'épargner le temps*.

L'accroissement de trafic implique l'exploitation à une plus grande vitesse, ainsi que de faire rouler des trains composés d'un plus grand nombre de véhicules de capacité *plus grande* de transport à des intervalles de temps plus fréquents.

Et une augmentation de capacité de trafic veut dire qu'un plus grand nombre de « tonnes-kilomètres » et de « voyageurs-kilomètres » circulent par unité de temps.

3. — Il est clair que le dédoublement du nombre de voies d'un chemin de fer augmente sa capacité, et même davantage que celle résultant de l'augmentation du nombre de voies, parce que, grâce aux voies supplémentaires, on peut, non seulement répartir le trafic d'après sa nature, et conséquemment, en réduisant le mélange des vitesses, l'augmenter, mais encore on peut éviter qu'un arrêt du mouvement des trains sur une voie ne vienne à paralyser le trafic sur toute la voie.

De la même manière, les diminutions de déclivités et réductions de courbes permettent la remorque de plus longs trains à des vitesses plus élevées.

Mais pour obtenir dans des conditions déterminées de constitution de voie le maximum de volume de trafic, il est nécessaire d'employer les moyens les plus perfectionnés de contrôle des trains, ce qui signifie qu'il y a *une relation vitale* entre le contrôle des trains et le service qu'on peut attendre des propriétés d'un chemin de fer, et ce service en exprime, d'ailleurs, toute la valeur.

On n'apprécie l'importance qu'a un rebord de roue qui roule sur un rail que lorsqu'il arrive que par accident un train déraille. De même, on n'attache pas toujours toute l'importance requise au contrôle du mouvement longitudinal d'un train, ou, dit plus simplement, *à la faculté de l'arrêter*.

En effet, il faut considérer qu'un train lancé à la vitesse de 60 miles par heure (96,5 km : h) demande, d'après les expériences faites sur l'Illinois Central Railroad par le professeur E. C. Schmidt (1) une distance de plus de 3000 pieds, soit 6 miles (9,650 km) et environ 14 minutes pour s'arrêter grâce à ses frottements propres, alors que, équipé du frein le plus perfectionné, il peut s'arrêter au bout de 20 secondes sur une distance de 1 000 pieds (300 m).

Au point de vue du trafic, la conséquence en est qu'on peut faire rouler des trains équipés avec des freins modernes à des intervalles de temps de 1,14 minute, alors qu'il faudrait 34,1 minutes avec des trains dépourvus de freins. Ceci veut dire que 30 trains peuvent maintenant rouler là où un seul le pouvait, faute d'équipement convenable de freins.

4. — L'importance d'un contrôle adéquat est énorme en ce qui concerne le réglage du mouvement des trains.

Si, par exemple, on consulte les statistiques des chemins de fer américains, on constate que le « miléage » moyen par jour et par wagon est de 24,5 (39,5 km environ) et que la charge moyenne par wagon, en y

(1) Voir *The Vital Relation of Train control to the Value of Steam and Electric Railway Properties*, par Walter V. Turner; aussi *The Journal of the Franklin Institute of the State of Pennsylvania (U. S. A.)*, octobre et novembre 1916.

Digitized by Google

comprenant les mouvements des wagons vides et des wagons pleins est de 13,9 t (12,617 t métriques).

La recette par tonne-mile, c'est-à-dire pour le transport de 907,760 kg sur une distance de 1669 m est de 0,733 cents (3,665 centimes), soit 2,73 centimes par tonne-kilomètre.

Le produit de ces trois chiffres donne 2,5 dollars (13,02 fr) comme recette journalière moyenne pour chaque véhicule.

La charge financière de 4 pour 100 pour la dépréciation annuelle et l'entretien, ajoutée à 6 pour 100 pour l'intérêt du capital investi, forme un total de 10 pour 100 qui, appliqué à un coût moyen de 40 dollars pour l'équipement du frein à air, se traduit par une charge quotidienne pour cet équipement de 1,095 cents (5,5 centimes).

Ceci ne représente que 0,04 pour 100 du revenu journalier que le frein rend possible, revenu qui sans le frein tomberait à 5 pour 100 par jour au moins pour la même charge, par « tonne-mile ».

A raison de ce fait que la « tonne-mile » serait divisée 40 fois, c'est-à-dire qu'il faudrait 40 voitures sans frein pour faire le travail d'une voiture équipée d'après les procédés modernes, la recette de 2,50 dollars serait considérablement diminuée.

Considéré en pratique, il est impossible de dire combien le coût de l'unité par « tonne mile » serait augmenté si le frein n'était pas appliqué, à cause de la nécessité de réduire la vitesse sur les pentes, du manque de flexibilité, de sécurité, etc.

Au fait, en se plaçant sur la même base, on trouve qu'un capital de 4 pour 100 de la valeur d'un wagon qui coûte 4000 dollars (21000 fr environ) augmente sa capacité de 40 fois. En d'autres termes, un investissement de 40 dollars correspond à un placement de 39 fois 1000 dollars, ou 39000 dollars.

La conclusion à en tirer est très claire.

J. CARLIER.

Revues, analyses et informations

Sur les applications de l'électricité à l'agriculture.

Une nouvelle contribution à cette importante question a été apportée récemment par M. DABAT, directeur du Service des Eaux et Forêts au ministère de l'Agriculture dans une communication faite à l'Académie d'Agriculture de France (1). Bien que cette question ait déjà été exposée à nos lecteurs par divers auteurs et sous diverses formes (2), l'intérêt de cette communication au point de vue du développement futur de nos réseaux de distribution d'énergie électrique nous engage à en signaler les divers points.

I. — La première partie de cette communication est consacrée à l'examen d'une étude présentée à l'Académie d'Agriculture par M. Léon Martin.

S'inspirant des conditions dans lesquelles est fournie l'électricité aux villes et plus spécialement à Paris, M. Léon Martin préconise l'établissement, dans chaque arrondissement, d'une usine destinée à desservir la totalité des besoins agricoles. D'après lui une usine de 1000 ch suffirait à cet objet ; celle-ci serait exploitée en régie directe. Sa construction serait réalisée dans les conditions suivantes : le département, agissant comme en matière de chemins de fer d'intérêt local, prendrait à sa charge les frais de premier établissement ainsi que les dépenses des lignes de distribution primaire ; les communes établiraient à leurs frais les lignes secondaires et se chargeraient du recouvrement des taxes. Il n'y aurait, ajoute M. Martin, qu'à réunir un capital de garantie, puisque les tarifs seraient établis de telle sorte que les recettes couvrissent largement les dépenses ; à première vue le capital à garantir par une commune de 500 habitants serait de 10000 fr.

M. Dabat n'a pas de peine à démontrer qu'une entreprise de distribution d'énergie électrique établie dans ces conditions ne serait pas viable, à moins d'imposer aux agriculteurs des tarifs qui ne tarderaient pas à les inciter à restreindre l'emploi de l'énergie électrique. Il fait remarquer que dans une note ultérieure M. Martin a lui-même reconnu que l'établissement de réseaux électriques réservés exclusivement à l'agriculture serait une utopie et qu'il faudrait assurer la vitalité des entreprises par des subventions de l'Etat, des départements et des communes. M. Dabat fait observer que ces subventions devraient être très importantes et hors de proportion avec les ressources des départements. Il ajoute : « Convient-il que l'Etat vienne à leur aide dans la mesure la plus étendue ? La question est délicate et demande un examen approfondi en tenant compte de l'ensemble des intérêts à desservir et des charges à imposer au budget. »

II. — Dans la seconde partie de sa communication, M. Dabat fournit quelques renseignements sur l'importance actuelle des emplois de l'électricité en agriculture et expose ce qui a été fait jusqu'ici par le ministère de l'Agriculture en vue de faciliter les utilisations agricoles de l'énergie,

(1) Comptes rendus des séances de l'Académie d'Agriculture de France, 26 décembre 1917, t. III, p. 1138-1156.

(2) P. LÉVY-SALVADOR. De la nécessité de développer les applications agricoles de l'électricité ; *La Revue électrique*, 5 novembre 1915, t. XXIV, p. 265-278.

Ach. DELAMARRE. Les coopératives agricoles d'électricité : *La Revue électrique*, 18 février 1916, t. XXV, p. 123-126. Le labourage électrique ; *Revue générale de l'Electricité*, 5 mai 1917, t. I, p. 691-708. Prix de revient comparés du labourage mécanique ; *R. G. E.*, 2 juin 1917, t. I, p. 860. Le labourage électrique dans la région de Meaux ; *R. G. E.*, 24 novembre 1917, t. II, p. 801. Les méthodes de labourage par treuils ; *R. G. E.*, 29 décembre 1917, t. II, p. 1017-1022.

P. LECLER. L'électricité et l'alimentation nationale ; *R. G. E.*, 20 janvier 1917, t. I, p. 107-112.

H. CAHEN. La houille blanche et l'agriculture ; *R. G. E.*, 3 novembre 1917, t. II, p. 701-714.

Richard H. BOYKIN. Installations électriques d'asséchement du sol, en Amérique ; *R. G. E.*, 10 novembre 1917, t. II, p. 747.

Digitized by Google

puis indique un certain nombre de mesures qui paraissent de nature à contribuer au développement de ces utilisations.

1. Bien que les agriculteurs commencent, depuis quelques années, à avoir recours à l'électricité, l'exemple donné par quelques-uns ne s'étend pas comme il serait désirable. D'un questionnaire adressé à 21 des principales sociétés de distribution d'énergie, il ressort que la moitié n'a aucune clientèle agricole appréciable et que, pour les autres, la quantité d'énergie utilisée par les agriculteurs ne dépasse pas 2 à 3 pour 100 de la puissance totale aménagée. Il n'y a guère que dans les départements desservis par le réseau Sud-Electrique que l'on rencontre des applications agricoles de quelque importance; la puissance qu'elles utilisaient en 1914, dépassait 2 000 ch et il était à prévoir qu'elle atteindrait rapidement 3 000 ch.

Examinant les causes de la lenteur du développement de ces applications, M. Dabat écrit : « Si certains emplois de l'énergie en agriculture peuvent supporter les prix actuels de vente, pour beaucoup d'autres (motoculture, battage des grains), les prix de 0,15 fr à 0,20 fr le kilowatt-heure ne sauraient être dépassés. Lorsqu'il s'agit d'irrigations et d'assainissements, il faut que les tarifs s'abaissent encore beaucoup plus, suivant la hauteur des pompages. Pour diminuer le prix de vente dont l'élévation est la conséquence du peu d'importance et de la discontinuité des besoins agricoles, il faut réunir les agriculteurs dans des groupements comportant suffisamment d'adhérents pour que les fournitures totales à faire représentent une force et un nombre d'heures d'utilisation importante. D'autre part, l'Administration devra intervenir par tous les moyens dont elle dispose pour obtenir l'abaissement des tarifs de vente aux agriculteurs. La fourniture de l'énergie étant assurée à des prix acceptables, il faudra encore modifier les habitudes traditionnelles des agriculteurs, faire disparaître les obstacles apportés par certains modes d'exploitation, enfin procurer aux intéressés les moyens de réaliser les emplois de l'électricité. Les mesures de propagande et de crédit à envisager sortant du cadre de cette étude, je me bornerai à examiner ce qui a été fait et ce qu'il reste à faire pour mettre l'énergie électrique à la portée des agriculteurs dans des conditions économiques. »

2. Le facteur le plus important de l'abaissement du prix de l'énergie électrique étant l'extension donnée à l'utilisation de nos richesses hydrauliques, M. Dabat examine la contribution apportée par le ministère de l'Agriculture par diverses mesures d'ordre technique, administratif et législatif.

Au point de vue technique figure l'organisation, dans les massifs montagneux des Alpes, des Pyrénées, du Massif Central, de services dits des « Grandes Forces hydrauliques ». Dans le domaine administratif et législatif, le ministère de l'Agriculture a tracé les règles à observer par les communes dans la cession de leurs droits de riveraineté, et il a soumis au Parlement divers projets de loi destinés à remédier aux entraves que la législation apporte à la mise en valeur industrielle des cours d'eau. Il a réussi, malgré les résistances qui lui étaient opposées, à faire insérer dans les cahiers des charges de concessions de distribution d'énergie électrique le principe de la réduction de tarifs en faveur des entreprises réalisées par les associations syndicales; il a également obtenu que l'obligation de fournitures à bas prix soit prévue dans diverses concessions d'usines sur les rivières du domaine public accordées par le ministre des Travaux publics. D'autre part, considérant que les avantages prévus en faveur de l'industrie pour l'établissement des usines doivent, dans l'intérêt général, avoir pour contre-partie de procurer des facilités pour l'emploi de l'électricité à des usages agricoles, il a fait de cette règle la base des projets de loi qu'il a déposés en ce qui concerne les usines hydrauliques sur les cours d'eau non navigables; en particulier le texte du dernier projet, qui concerne toutes les catégories de cours d'eau (1) et qui a été élaboré par une commission extra-parlementaire où toutes les administrations intéressées étaient représentées, ne se borne pas à donner satifaction aux besoins des associations syndicales : il est d'une portée plus générale et s'applique aux groupements agricoles de toute nature. L'intervention du ministère de l'Agriculture s'est encore manifestée, d'une manière plus directe, par l'organisation de coopératives de production et de distribution d'énergie électrique (2). Enfin, dans ces derniers temps, ce ministère s'est préoccupé de profiter de l'établissement des usines qui surgissent de toutes parts depuis la guerre, pour organiser et intensifier la production des engrais chimiques; dans ce but, quelques-uns des contrats passés pour la création de forces motrices en vue de la fabrication des explosifs imposent la fourniture pendant un certain nombre d'années après les hostilités de quantités importantes d'énergie pour la production du carbure de calcium et de la cyanamide; en outre plusieurs usines qui sont construites par l'État pour des besoins de guerre seront affectées à l'agriculture après la guerre et serviront à la fabrication des engrais.

III. — M. Dabat examine alors comment il convient d'agir pour réaliser de nouveaux progrès.

« L'énergie nécessaire aux besoins agricoles, dit-il, devra être demandée le plus souvent aux entreprises de distribution. Cet avis a été déjà exprimé par plusieurs auteurs. En particulier, M. Leclerc, dans sa communication si intéressante au Congrès international des applications de l'électricité en 1908 à Marseille, a fait ressortir que l'intervention de sociétés de distribution importantes n'était pas seulement nécessaire pour abaisser le prix du courant, mais pour que certaines opérations agricoles telles que le labourage, qui exigent des stations génératrices puissantes, soient possibles. Les distributions existantes permettent déjà d'ailleurs de desservir une clientèle agricole assez importante. A l'heure actuelle, toute la partie méridionale et orientale de la France est sillonnée de réseaux dont les mailles se resserreront de plus en plus, à mesure de l'aménagement de nouvelles chutes d'eau. A la fin de 1912, le nombre total de distributions dépassait 1 100 alimentant à peu près le dixième des communes. Il est vrai cependant qu'il faut ranger parmi celles-ci, surtout les villes, et que les communes rurales sont plus mal desservies. Le ministère de l'Agriculture ne manquera pas de s'associer à toutes les mesures qui pourront être prises pour faire bénéficier les campagnes de distributions d'énergie et il prendra, s'il y a lieu, les initiatives nécessaires pour arriver à ce résultat. »

Après avoir fait remarquer que les sociétés de distribution, tout d'abord peu disposées à vendre l'énergie à des prix assez faibles pour développer les applications agricoles, ont plus tard reconnu qu'il était nécessaire de rechercher la clientèle rurale, M. Dabat écrit :

« Les distributeurs d'énergie paraissent donc devoir

(1) *R. G. E.*, 10 novembre 1917, t. II, p. 751-760.

(2) Pour l'organisation de ces coopératives, voir les articles de P. Lévy-Salvador et de Ach. Delamarre, publiés dans *La Revue électrique*, 5 novembre 1915, t. XXIV, p. 265-278 et 18 février 1916, t. XXV, p. 123-126, et rappelés au début de cette analyse.

Digitized by Google

chercher de plus en plus à recruter la clientèle rurale. Si l'on veut que leurs efforts aboutissent, il faut que l'intervention de l'Administration s'exerce parallèlement pour grouper les agriculteurs. Lorsqu'il en sera ainsi, non seulement la quantité totale d'énergie réclamée par ceux-ci augmentera, mais le nombre d'heures d'utilisation de la puissance souscrite s'élèvera grâce à un roulement convenablement établi entre les associés. En se chargeant de la répartition de l'énergie entre les intéressés de façon à réduire les variations de la puissance consommée, tout en élevant la durée de son utilisation, en jouant un rôle analogue à celui des associations syndicales pour la distribution de l'eau des canaux d'irrigation, le groupement réduira les dépenses du concessionnaire et facilitera l'exploitation. Si, d'autre part, il faut établir de nouvelles lignes pour desservir les utilisations agricoles, ce groupement rendra supportable la charge de la rémunération du capital engagé, en le répartissant sur un grand nombre d'intéressés. Tous ces éléments concourront à assurer des tarifs réduits aux collectivités d'agriculteurs. L'association n'offrira pas d'ailleurs moins d'avantages en permettant l'acquisition en commun des appareils d'utilisation les plus coûteux qui seront mis ensuite à la disposition successive des adhérents.

» Il pourrait sembler à première vue que le soin de constituer les groupements devrait être laissé aux sociétés de distribution, mais il est à craindre qu'elles hésitent devant le temps et l'argent nécessaires et surtout qu'elles se laissent rebuter par les échecs qui se produiront forcément comme dans toutes les tentatives de réunion d'agriculteurs en association. L'Administration, qui dispose de moyens d'action plus puissants, exercera une influence bienfaisante en se chargeant de l'organisation des groupements. Le ministère de l'Agriculture doit d'autant plus intervenir à cet égard que ces organes collectifs n'auront pas seulement leur utilité pour la fourniture de l'énergie, mais encore parce qu'ils permettront la réalisation d'améliorations agricoles de toute nature (battage en commun, laiteries, fromageries, distilleries coopératives, etc.).

» Une fois les agriculteurs réunis par ses soins, l'Administration devra leur faire connaître le mode d'utilisation de l'énergie susceptible de leur assurer les prix les plus avantageux en tenant compte à la fois du régime de l'exploitation des distributions et de l'ensemble des besoins en force de la région qu'elles desservent. L'Administration devra encore prêter son concours à la clientèle rurale pour qu'elle obtienne des distributeurs toutes les facilités possibles et qu'elle profite de toutes les faveurs que lui réserve la législation. Il est indispensable que les conditions actuelles de vente de l'énergie soient améliorées, car les inconvénients qu'elles présentent contribuent à restreindre les fournitures agricoles. On peut citer à cet égard les sujétions diverses imposées pour la livraison du courant et l'imprécision des dépenses à la charge des consommateurs. Il faut s'efforcer d'obtenir le plus souvent possible une tarification à forfait applicable à l'énergie amenée sur place. Les utilisations agricoles de l'électricité prendront certainement un rapide essor le jour où elles pourront se procurer en France l'énergie au prix de 40 fr le cheval-an de vingt-quatre heures qui est pratiqué par certaines sociétés étrangères. En ce qui concerne l'application du régime de faveur aux agriculteurs, j'ai signalé précédemment tout ce qui avait été fait pour que l'aménagement des cours d'eau concourre parallèlement au développement de l'agriculture. L'Administration ne s'arrêtera pas aux résultats déjà obtenus. Elle se préoccupera de généraliser l'insertion, dans les cahiers des charges de distribution d'énergie, de tarifs spéciaux applicables à la vente des résidus, ainsi que d'étendre à toutes les œuvres agricoles d'intérêt collectif les avantages réservés actuellement aux seules associations syndicales.

» Il me reste à envisager la dernière forme sous laquelle l'Administration doit manifester son intervention. Il arrivera fréquemment que le service des exploitations rurales exigera l'extension d'un réseau de distribution et que les travaux incomberont aux intéressés. Dans ce cas, le projet pourra être dressé par les agents des Améliorations agricoles, l'entreprise exécutée sous leur surveillance, les dépenses allégées par des subventions et des avances de fonds de l'État. Cette double aide technique et financière sera d'ailleurs accordée également aux agriculteurs toutes les fois que l'utilité de la création d'un service de production et de distribution spécial, à leur seul usage, sera reconnue. Les exemples de coopératives que j'ai cités précédemment montrent que dans nombre de circonstances cette solution pourra donner les meilleurs résultats. Il en sera en particulier ainsi toutes les fois que les coopératives pourront trouver un produit rémunérateur, soit dans une clientèle d'éclairage importante, soit dans les fournitures d'énergie à des industries agricoles. Le labourage électrique serait une importante source de revenus, car il consomme de grandes quantités d'énergie, mais il exige des centrales entraînant d'importantes dépenses de premier établissement. On peut espérer que le mouvement coopératif, d'abord dessiné avec la transformation en commun des produits de la ferme, avec les distilleries, les huileries, les caves coopératives, et qui s'est continué avec l'achat et l'utilisation en commun des machines pour le battage des récoltes, s'étendra à la production et à la distribution de l'énergie électrique. »

Plus loin, en terminant le résumé des points essentiels de sa communication, M. Dabat ajoute :

« Le rôle de l'Administration de l'Agriculture n'est pas limité à l'action administrative et législative que j'ai indiquée ; celle-ci devra encore intervenir dans l'avenir, comme elle l'a fait dans le passé, pour prêter le concours technique de ses agents et accorder des subventions et des avances de fonds aux coopératives de production et de distribution d'énergie toutes les fois qu'elles pourront se former et durer.

» Grâce à l'ensemble des mesures qui viennent d'être envisagées, auxquelles devra s'ajouter une active propagande, il est certain que les emplois agricoles de l'électricité se multiplieront, que les petites industries rurales pourront se développer et que la prospérité des campagnes augmentera pour le plus grand profit de la richesse nationale dont l'agriculture est la première source. »

Quelques dispositifs d'embrayage magnétique.

Principe des embrayages magnétiques. — Une bobine de fil conducteur logée dans le volant d'un moteur transforme ce volant en un électro-aimant susceptible d'attirer un plateau ou un système de leviers serrant un ou plusieurs plateaux solidaires de l'arbre de transmission. Suivant qu'on fait passer ou qu'on interrompt le courant dans la bobine, il y a embrayage ou débrayage.

Des embrayages magnétiques dérivés du principe précédent sont employés dans l'automobile (système Pipe et système Gibbs) [1]. On leur reproche surtout leur manque de

(1) Voir en particulier : O. Reutshauser, *Transmission, embrayage, changements de vitesse*, 2e éd., Dunod et Pinat, p. 77 et suiv.

Digitized by Google

souplesse automatique. Si un conducteur maladroit met immédiatement le maximum de courant, le plateau mobile est de suite entraîné, comme dans un embrayage à cône avec ressort très dur; si, au contraire, il laisse trop patiner, le glissement produit un échauffement préjudiciable au bobinage, échauffement qui peut entraîner la fusion de l'isolant entourant le fil : c'est alors la panne complète.

MM. Walter Davies et Alfred Soames ont proposé récemment (1) un dispositif d'embrayage magnétique différentiel (pouvant être utilisé pour relier un moteur, électrique ou autre, à une dynamo ou à un appareillage quelconque absorbant une charge mécanique) qui permet le réglage automatique, soit de l'effet électrique utile d'une dynamo, soit de l'effet mécanique utile d'un moteur, et un dispositif d'embrayage à main d'une grande souplesse de fonctionnement.

Embrayage différentiel automatique. — *Principe.* — L'embrayage est représenté schématiquement sur la figure 1. Il comprend trois bobines A, B et C : les bobines A et C

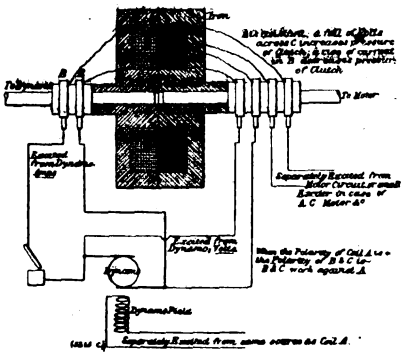


Fig. 1. — Schéma des connexions dans l'embrayage différentiel.

sont constituées par un grand nombre de tours de fil fin ; la bobine B, par un petit nombre de tours de fil plus gros. Aucune partie de l'embrayage ne peut se déplacer dans le sens longitudinal; la réluctance demeure donc constante et c'est la variation d'aimantation produite par les bobines qui fait seule varier l'adhérence entre les deux plateaux de l'embrayage.

La bobine A est actionnée, soit par le réseau, soit par une petite dynamo auxiliaire disposée sur l'arbre d'entraînement. Cette bobine détermine entre les deux plateaux une adhérence initiale plus que suffisante pour transmettre la charge. La bobine B est mise en série avec l'induit de la dynamo motrice et sa polarité est choisie de manière à s'opposer à l'adhérence déterminée par la bobine A. Lorsque le courant va en croissant dans la bobine B, c'est-à-dire, quand la charge *augmente*, l'adhérence entre les deux organes de l'embrayage va en diminuant jusqu'au moment où elle devient tout juste suffisante pour transmettre la charge sans glissement ; si la charge continue à croître, l'embrayage patine. On voit donc que le courant emprunté à la dynamo ne dépassera jamais un certain maximum. On règle ce maximum en modifiant l'excitation de la bobine A au moyen d'un rhéostat.

Dans le cas d'un embrayage électromagnétique simple, à excitation constante, le coefficient de frottement diminue très vite dès que le patinage commence à se produire : par suite, si l'adhérence demeure constante, l'embrayage patinera sensiblement à demi-vitesse s'il doit fournir un couple constant (correspondant, dans le cas actuel, à un courant constant dans le circuit de la dynamo). La bobine C a été ajoutée précisément pour compenser cette variation du coefficient du frottement ; elle est branchée sur les balais de la dynamo et sa polarité est prévue de manière à s'opposer à l'action de la bobine A.

Le rôle des diverses bobines est le suivant : en circuit ouvert, la bobine A détermine une certaine adhérence que tend à réduire la bobine C branchée sur les balais de la dynamo. Dans le cas où la dynamo donne du courant, la bobine B réduit encore l'adhérence jusqu'à ce que l'embrayage patine. A ce moment la tension aux bornes de la dynamo diminue, ce qui atténue l'action de la bobine C (ou revient à augmenter celle de A) et empêche le patinage de devenir exagéré. Mais si le courant emprunté à la dynamo augmente, l'action de la bobine série B a pour effet de diminuer l'adhérence. On voit que, finalement, les bobines B et C règlent automatiquement l'adhérence de manière que le courant conserve une intensité pratiquement constante.

Comme la dynamo est à excitation séparée, le champ des inducteurs demeure constant, et (grâce à l'embrayage) le champ de l'induit reste pratiquement invariable sous toutes les vitesses ; il n'y a donc d'étincelles aux balais sous aucune vitesse, et la dynamo peut passer instantanément du circuit ouvert au court-circuit sans aucun danger. En choisissant convenablement les bobines A et C on peut obtenir telle caractéristique que l'on désire.

Applications. — **L'embrayage dont nous venons d'indiquer le principe agit, non seulement comme régulateur de courant, mais comme une sorte de relais mécanique de surcharge qui se rétablit de lui-même dès que la surcharge disparaît. On conçoit que ses applications puissent être étendues.**

Citons, par exemple, la soudure à l'arc électrique, la charge des accumulateurs et le couplage de groupes moteurs-générateurs, en particulier de ceux qui sont utilisés pour alimenter des tramways.

Soudure à l'arc électrique. — L'embrayage possède un certain nombre d'avantages précieux pour la soudure à l'arc électrique (fig. 2) : 1° on peut utiliser n'importe quelle

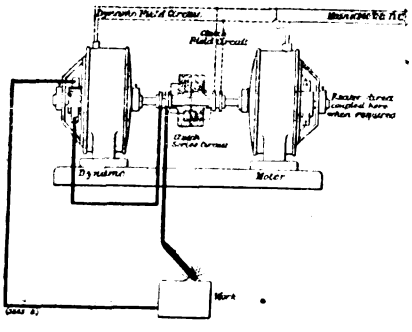


Fig. 2. — Coupe de l'embrayage à main.

dynamo, pourvu que sa puissance soit suffisante, et l'entraîner par n'importe quelle source d'énergie, l'embrayage ayant pour effet d'en modifier la caractéristique de manière à la rendre propre au travail qu'on lui demande ; 2° le courant maximum emprunté peut prendre n'importe quelle valeur dans la limite des possibilités de la dynamo ; 3° une fois établi, le courant optimum se maintient pratiquement constant quand on passe du court-circuit à la lon-

(1) *Eectrical Review*, 25 janvier 1918.

Digitized by Google

gueur d'arc maximum que la tension puisse maintenir ; un arc de faible longueur n'entraîne pas un accroissement du courant ; l'opérateur n'a donc pas à se préoccuper de régler la longueur de l'arc à une valeur déterminée et il peut consacrer toute l'attention à son travail ; 4° aucune résistance n'étant introduite dans le circuit de la soudure, la puissance produite est tout entière utilisée ; le coût du fonctionnement n'est sans doute pas réduit, mais le rendement de l'installation s'en trouve accru ; 5° comme l'embrayage ne patine qu'au moment d'une surcharge, la puissance perdue dans le fonctionnement est tout à fait négligeable.

Applications mécaniques. — Le même embrayage peut être utilisé pour commander la production mécanique d'un moteur (fig. 3) mais dans ce cas, la bobine B (bobine série)

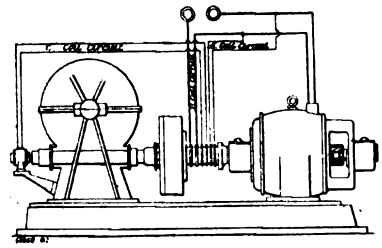


Fig. 3. — Schéma du dispositif d'excitation de l'embrayage à main.

est mise en série avec l'induit du moteur et son rôle consiste à faire patiner l'embrayage quand le moteur absorbe un courant supérieur au maximum admissible. Une toute petite dynamo est fixée, dans une position convenable, sur le côté vitesse variable de l'embrayage en sorte que sa tension variera avec la vitesse ; cette dynamo actionne la bobine C et compense les variations d'adhérence à la manière précédemment indiquée.

L'embrayage convient particulièrement pour assurer le fonctionnement d'un appareillage soumis à des à-coups brusques ou à des charges intermittentes, laminoirs, presses à estamper, tours de grandes dimensions, cisailles, etc. Il assure une protection efficace aux machines susceptibles de se coincer, treuils de marine et treuils de mines, cabestans, machines d'extraction, etc.

Dispositif d'embrayage magnétique manœuvré a la main. — MM. Davies et Soames ont imaginé également un dispositif d'embrayage magnétique à frottement actionné à la main. La principale difficulté provient du magnétisme rémanent qui s'oppose au débrayage quand on réduit ou qu'on interrompt le courant.

Dans l'embrayage proposé (fig. 3), le circuit magnétique est aussi ramassé que possible, en sorte qu'il peut transmettre une puissance électrique de 1 000 w avec une consommation moindre que 1 w, c'est-à-dire avec une perte inférieure à 0,1 pour 100. L'aimantation résiduelle dépasse 50 pour 100, mais, grâce au mode spécial de fonctionnement adopté, ce magnétisme rémanent disparaît totalement, lors du débrayage, et le dispositif peut être actionné à tout degré d'adhérence et sous toute charge, *graduellement*, soit qu'on opère à charge croissante ou à charge décroissante.

On peut même s'arranger pour que la densité magnétique soit supérieure à celle qui est nécessaire pour transmettre la charge, auquel cas le courant peut être interrompu quand l'embrayage transmet la pleine charge, le magnétisme rémanent suffisant à assurer la marche, et le courant n'étant utilisé que pour embrayer ou débrayer.

L'embrayage lui-même se compose simplement d'un électro-aimant (fig. 4) bien construit, pourvu d'une seule

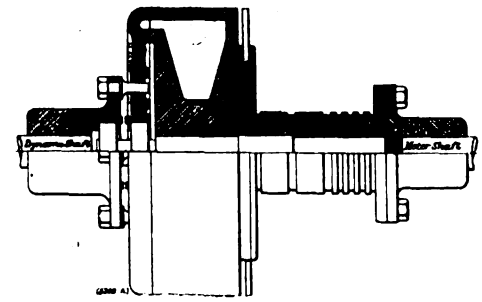


Fig. 4. — Électro-aimant de l'embrayage magnétique à main.

bobine dont les extrémités communiquent avec une ou deux bagues collectrices et branché sur le circuit de la manière que nous allons maintenant indiquer et qui est schématisée sur la figure 5 : A représente une petite batterie d'accumulateurs, ou toute autre source pouvant fournir un courant de faible intensité. La batterie est branchée sur les extrémités

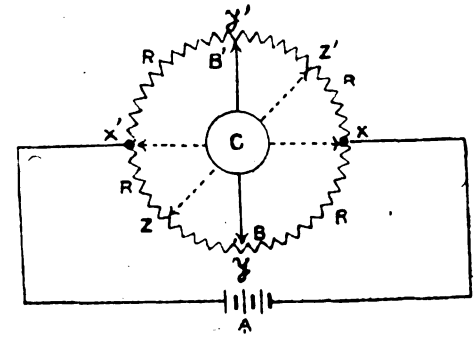


Fig. 5. — Schéma de connection de l'électro-aimant.

d'une résistance continue R, R, R, R. Deux balais B, B', appuyant sur la résistance et communiquant avec les extrémités de la bobine d'embrayage C sont montés sur un axe qui peut tourner autour du centre de la résistance.

Quand les balais occupent la position $x'x$, on voit que l'embrayage reçoit le courant maximum. Quand on les déplace, dans le sens direct, vers la direction $y'y$, le courant va en diminuant, s'annule pour la position des balais qui coïncide avec $y'y$, change alors de sens et va en augmentant en sens inverse.

Quand on veut débrayer à partir de la pleine charge, on tourne l'axe des balais à partir de $x'x$ jusqu'à une position $z'z$ pour laquelle le courant est inversé et suffisant, en valeur absolue, pour neutraliser l'aimantation résiduelle.

On dispose des arrêts en série x, x' et z, z' ; on peut alors en déplaçant progressivement, entre ces deux points, l'axe des balais, graduer l'adhérence des deux plateaux de l'embrayage.

La puissance consommée dans la bobine C et dans la résistance R R R R s'élève à 2 w environ pour 1000 w transmis.

A. B.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Revues, analyses et informations

Le salaire et ses résultats : un facteur psychologique du rendement de l'atelier (1).

Un de nos pressants et constants problèmes est celui de maintenir et même d'augmenter le rendement de nos ateliers. Meilleur est le rendement d'une usine, plus la quantité produite est grande et le prix de revient réduit et, par conséquence, la concurrence rendue plus facile sur les marchés étrangers. La guerre nous a enseigné beaucoup de choses en ce qui concerne la science de la production, et le rendement n'est plus seulement considéré comme une expression scientifique mais est devenu au contraire un motif défini et dirigeant.

Malheureusement, toutes les combinaisons destinées à augmenter le rendement resteront inefficaces si les ouvriers qui constituent le canal par lequel doit passer la production restreignent cette dernière et la maintiennent au-dessous de la valeur qu'ils pourraient lui donner; la limitation dans la production n'est pas seulement une phrase creuse, elle peint un malaise presque universel qui détruit notre vitalité économique.

L'intérêt personnel est la passion dominante qui sépare les ouvriers des employeurs et il y a peu d'ouvriers ayant une confiance suffisante en leur employeur pour prendre un réel intérêt à la prospérité de l'entreprise; ils sont payés en fonction du temps passé et leur souci principal est l'écoulement de ce temps. Mais d'autres systèmes de paiement sont employés et ils appartiennent aux trois systèmes généraux suivants :

a) Le système à prime;

b) Un système à prime dans lequel la prime varie avec la production totale d'un atelier et est versée à tous les employés sans tenir compte du travail individuel produit;

c) Le système aux pièces.

Le défaut principal du système à primes est que la majorité des ouvriers ne comprennent pas son fonctionnement et en conséquence le regardent avec défiance; ils sentent, à tort ou à raison, que la division du temps épargné opère à leur avantage jusqu'à une certaine limite, au delà de laquelle ils n'ont plus d'avantage à accélérer la production; aussi dans certains cas est-il impossible de le faire accepter. Pour le second système, il existe certaines classes de fabrications où il est seul possible; il est alors nécessaire que la base du calcul soit simple et compréhensible et l'auteur propose la formule suivante :

$$\frac{\text{Valeur de la production de l'atelier}}{\text{Salaires de l'atelier}} \times X \text{ (pourcentage de salaire à payer comme prime)}$$

; il donne l'exemple suivant : Le rapport $\frac{\text{valeur}}{\text{salaires}} = \frac{3}{1}$, $X = 10$, d'où pourcentage comme boni $= \frac{3}{1} \times 10 = 30$; ce système n'est pas recommandé dans le cas de travaux exécutés séparément par des ouvriers, car il y a peu de ces travaux qui ne puissent être payés à la pièce.

Il est clair que dans ce cas le système aux pièces est celui qui donne le meilleur résultat; son efficacité est cependant diminuée du fait de la défiance de l'ouvrier qui, en cas de trop gros gain, craint de voir diminuer le tarif et c'est ce qui a conduit les travailleurs anglais à la limitation de la production qui peut devenir fatale à l'industrie de la nation.

Il faut donc convaincre le travail et le capital que leur intérêt est commun le capital rendant possible l'emploi du travail. La difficulté essentielle réside dans l'établissement des prix de base; en général il existe une différence considérable entre les prix offerts et demandés; en Angleterre les deux parties sont tombées d'accord pour porter la contestation devant un comité de trois ouvriers de l'atelier faisant des travaux similaires et de représentants de l'employeur; le comité fixe alors le prix. La sentence est, en général, acceptée par les deux parties et il est entendu que ce prix ne peut être modifié à moins que des perfectionnements n'aient été apportés à la méthode de travail.

Les prix sont, en général, établis tels que le travailleur soit en état de réaliser un certain bénéfice, mais il arrive souvent qu'un ouvrier plus habile que la moyenne est en état de dépasser notablement ce bénéfice toléré implicitement; ce bénéfice supplémentaire n'est pas une perte pour l'employeur, mais au contraire est nettement à son avantage et l'auteur donne un exemple relatif à un travail demandant à A, 100 heures et à B 70 heures seulement; le prix aux pièces étant le même, les bonis sont donc notablement différents (41 et 66 fr); il montre que dans ce cas extrême le prix de revient de la pièce est inférieur de 37 fr pour celle exécutée par B, bien qu'une somme supplémentaire de 26 fr ait été ajoutée à ce prix et représentant un excès de puissance consommée, de réparation et d'usure. Le bénéfice ne se borne pas là, car la machine est disponible trente heures, ce qui permet d'augmenter la production de la fabrique. Il faut donc une entente très nette entre employeur et employés; les prix donnés ne doivent pas être modifiés si le travail reste le même, cependant dans le cas d'erreur manifeste, les prix peuvent être modifiés les deux parties étant ou se mettant d'accord.

E. R.

(1) A. RAMSAY. *Engineering*, 31 mai 1918, t. CV, p. 595 et 596, 3200 mots.

Digitized by Google

Assemblées générales

Société d'éclairage et de force par l'électricité à Paris.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 24 JUIN 1918.

Les réseaux de banlieue ont été étendus pour desservir de nouvelles usines de guerre. Cette extension de fourniture d'électricité a permis de compenser les accroissements considérables des dépenses résultant, soit de l'augmentation des charbons, soit des augmentations du personnel.

Les recettes nettes se sont élevées à 356 261 fr auxquelles viennent s'ajouter les intérêts, dividendes, revenus divers et « Liquidation Paris » 143 114,65 fr.

Après déduction des frais généraux, 149 036,34 fr, le bénéfice ressort à 350 339,69 fr.

L'assemblée décide d'ajouter ce bénéfice au report de 1916, 1 610 375,80 fr, ce qui forme le solde bénéficiaire de 1 960 715,49 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Immeubles	600 000 »
Réseaux banlieue	13 340 149,81
Cautionnements	14 194,90
Mobilier	1 »
Magasins	747 024,72
Comptes courants chez les banquiers de la Société	2 623 275,26
Comptes courants des abonnés	1 755 573 »
Portefeuille	11 441 373 »
Débiteurs divers	2 271 617,26
Caisse	13 746.93
	32 806 955,88

Passif.

	fr
Capital	10 000 000 »
Réserve statutaire	1 000 000 »
Compte d'amortissement	8 853 791,22
Compte « Vente de titres »	5 017 691,90
Créditeurs divers	5 343 899,95
Avances sur consommation des abonnés	610 822,59
Restant à payer sur dividendes des exercices antérieurs	20 034,73
Bénéfice de l'exercice	350 339,69
Solde reporté de l'exercice 1916	1 610 375,80
	32 806 955,88

Société nantaise d'éclairage et de force par l'électricité.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 25 JUIN 1918.

La marche ascendante de la production de la station centrale de la Société s'est poursuivie pendant l'exercice 1917.

Les recettes de vente d'énergie ont atteint 4 761 432,35 fr, en augmentation de 749 334,14 fr sur celles de 1916.

Par contre, les résultats bénéficiaires ont subi l'influence de la hausse ininterrompue des salaires et des matériaux nécessaires à l'exploitation, plus spécialement du charbon.

Le fonctionnement de l'usine a été assuré grâce aux approvisionnements de combustibles qui avaient été faits.

Les deux nouveaux groupes turbo-alternateurs de 5000 kw sont l'un en fonctionnement régulier, l'autre en montage.

La nouvelle salle de chauffe pourra probablement être mise en service à l'automne.

Le réseau de distribution a été étendu; une ligne de transport de force fournit le courant aux usines de Paimbeuf et les installations de Nantes à Cholet sont achevées.

Ces dépenses étant très onéreuses, la Société a décidé de créer un fonds de réserve extraordinaire pour amortissement des majorations de dépenses dues à la guerre sur les installations nouvelles, et de doter ce fonds d'une somme de 400 000 fr.

Les concessions municipales de distribution d'énergie électrique du Pellerin, de Frossay et de Pornic ont été rachetées; un accord avec la Société électrique de l'Anjou, pour la fourniture de l'énergie à distribuer par elle dans une grande partie de ses réseaux, a été conclu pour trente ans. Une part d'intérêts prépondérants a été prise dans cette Compagnie.

Pour compenser les emprunts que la Société a dû faire chez ses banquiers, le Conseil a proposé l'émission de 20 000 bons décennaux 6 pour 100 de 500 fr, nets d'impôts présents et futurs; l'assemblée générale extraordinaire du 12 février 1918, réunie à cet effet, a autorisé la création de ces bons dont 16 000 ont été émis avec jouissance du 1er mars 1918.

Après déduction des frais généraux, redevances, intérêts, etc., le solde disponible s'élève à 1 573 803,12 fr sur lequel sont prélevés la réserve légale, la part du Conseil et les fonds d'amortissement et de renouvellement. Un dividende de 4 pour 100 aux actions entièrement libérées est distribué, soit 10 fr par action de 250 fr et 2,50 fr par action libérée d'un quart, sous déduction des impôts.

Le solde à reporter est de 565 109,35 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Actionnaires	3 750 000 »
Concession, premier établissement, installations et divers	17 943 798,33
Approvisionnements	2 649 604,93
Débiteurs divers	7 859 868,06
Disponibilités. Caisses et banques	603 118,29
Portefeuille	2 500 »
	32 808 889,61

Passif.

	fr
Capital : 60 000 actions de 250 fr ; 30 000 parts bénéficiaires (mémoire)	15 000 000 »
Réserve légale	185 252,02
Fonds de renouvellement	250 000 »
Créditeurs divers	14 317 612,87
Dividendes des exercices 1913, 1914, 1915 et 1916.	1 482 221,60
Profits et pertes	1 573 803,12
	32 808 889,61

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

La limite du pouvoir d'expropriation. Arrêt du Conseil d'État des 20-27 avril 1917

Commune de Venoix, ville de Caen.

On parle beaucoup actuellement d'une nouvelle loi sur l'expropriation qui est en état de gestation au Parlement et qui aurait pour but de permettre aux communes l'extension très considérable du pouvoir assez étroit d'expropriation dont elles jouissent actuellement. On sait que la déclaration d'utilité publique ne peut aujourd'hui frapper aucune zone étrangère à celle qui est destinée à recevoir l'ouvrage public qui sert de base à l'opération projetée. On ne comprendrait point, dans l'état actuel de la législation, que l'autorité expropriante pût faire tomber le droit de propriété privée pour se rendre elle-même acquéreur d'un terrain dans l'espoir de le revendre à son profit avec bénéfice. Avant que la législation soit changée, pour bien la préciser dans son état actuel, nous donnons un arrêt du Conseil d'État qui annule un décret d'utilité publique comme constituant un excès de pouvoir.

Pour qu'une opération projetée par une ville puisse juridiquement être l'objet d'un décret la déclarant d'utilité publique, il faut qu'elle ait réellement ce caractère d'utilité et ne dissimule pas sous ce prétexte l'intention d'une municipalité de favoriser l'extension de son périmètre et de donner des facilités à des entrepreneurs : doit, en conséquence, être annulé un décret de déclaration d'utilité publique qui serait pris en violation de ce principe.

La ville de Caen avait, depuis 1880, conçu le plan de remblayer certaines parties marécageuses de son territoire situées aux Prés d'Aulne, d'ouvrir sur les parcelles ainsi surélevées une grande voie dans le prolongement de l'avenue Albert-Sorrel et de revendre les terrains à des particuliers. Mais sur ces terrains dont l'acquisition était nécessaire, diverses communes avaient des droits de servitude très spéciaux dits de « secondes herbes » qui permettent la pâture, depuis le 1er août de chaque année jusqu'au 15 avril de l'année suivante, aux habitants des communes de Louvigny et de Venoix ; ce droit a été nettement caractérisé comme étant une servitude réelle de pacage par divers arrêts de la cour de Caen du 18 juillet 1835 et du 28 juillet 1851 et un arrêt de la cour de Cassation du 14 novembre 1853.

Pendant plusieurs années, la ville put néanmoins acquérir une partie des terrains à remblayer sans soulever de réclamations : elle put même ensuite les lotir et les vendre à un sieur Lacroix, simplement parce que cette partie n'était en réalité qu'un marécage, peu utile aux usagers qui laissèrent aller les choses.

Mais, sous la poussée d'un sieur Badin qui avait, paraît-il, des vues sur les mêmes terrains et était propriétaire d'une parcelle dans le voisinage, la commune de Venoix, obtint du tribunal civil en date du 27 juillet 1914, un jugement confirmé par la Cour d'appel en date du 23 juin 1915 par lequel la ville était condamnée à remettre en état une partie des lieux litigieux, déjà remblayés, lotis et revendus par elle au sieur Lacroix. Pendant que cette instance se poursuivait au tribunal civil, la ville avait obtenu le 29 décembre 1914 un décret d'utilité publique, ayant pour but de lui permettre d'acheter, soit à l'amiable, soit par expropriation, des terrains (autres d'ailleurs que ceux qui faisaient l'objet des instances au civil), mais qui, situés au delà, n'étaient pas moins destinés à être incorporés au périmètre public.

Il ne pouvait donc y avoir aucune espèce de conflit entre l'autorité administrative et l'autorité judiciaire ; et il ne se posait qu'une seule question devant le Conseil d'État : les travaux, visés au décret attaqué, dans les termes suivants : « sont déclarés d'utilité publique à « temps, l'établissement et l'extension de la décharge « publique créée en vue de l'amélioration et de l'approvisionnement du quartier de la place du Parc » ont-ils vraiment le caractère d'utilité publique au sens de la loi.

Le premier argument que faisait valoir la ville de Caen, en réponse au pourvoi intenté pour excès de pouvoir contre ledit décret par la commune de Venoix, consistait dans cette unique fin de non-recevoir : l'administration est le seul juge de l'utilité publique de ses projets : à quoi le Conseil d'État a répondu par une série de décisions révélant qu'il s'est toujours considéré comme nanti d'un pouvoir de contrôle non sur l'opportunité du travail mais sur sa nature (arrêt Béranger, 26 janvier 1906 ; Laurent-Champ Rosay, 14 janvier 1908, de Maraumand, 6 août 1910, Rivière, 8 mai 1914) ; dans cette dernière décision, le Conseil d'État a déclaré qu'il devait examiner si le travail présente un caractère d'utilité générale et si par là même, il rentre, dans la catégorie des opérations pour lesquelles les communes peuvent recourir à la procédure d'expropriation.

Or, une décharge publique n'a pas un caractère autre que celui d'une commodité plus ou moins grande pour le public ; sans doute l'article 97 de la loi du 5 avril 1884 donne bien au conseil municipal le droit et le devoir d'assurer la commodité du passage dans les rues ; mais cela lui donne la possibilité de veiller à ce que personne n'encombre la voie publique et non pas d'exproprier les

Digitized by Google

particuliers pour donner aux entrepreneurs la place nécessaire. On apercevait nettement que la ville voulait arriver à l'acquisition d'une zone que l'opération projetée avait pour but de mettre en valeur ; mais comme l'a fait observer dans ses conclusions, M. le Commissaire du gouvernement Blum, bien qu'aucun texte, pas plus celui de l'article 545 du code civil que celui de la loi du 3 mai 1841 n'ait défini ce qu'il faut entendre par l'utilité publique, soixante-dix ans d'application d'une jurisprudence invariable ont aujourd'hui fixé la pratique administrative dans le sens suivant : le *droit d'expropriation ne doit pas s'étendre au delà des terrains strictement nécessaires à l'exécution matérielle du travail.*

Peut-être ne sera-ce pas la loi de demain ?

Le 21 novembre 1911, un projet de loi était déposé par le gouvernement sur le bureau de la Chambre des députés. La disposition essentielle de ce projet était précisément de permettre l'expropriation par zones, telle qu'elle existait dans la loi allemande et dans la loi belge. Elle était possible dans trois cas : pour permettre la création, autour de l'ouvrage public, des installations publiques ou privées nécessaires à sa bonne exploitation. On dessinait ainsi autour de l'ouvrage une zone d'exploitation ;

Pour répondre à des soucis de salubrité ou de perpective, c'était alors une zone d'hygiène ou d'esthétique ;

Pour permettre à l'autorité expropriante de prendre possession des terrains dont les travaux devaient augmenter sensiblement la valeur, c'était la zone de plus-value.

Dans les trois cas, quelle que fût la forme dans laquelle l'utilité publique était déclarée, la zone ne pouvait être délimitée que par un décret en Conseil d'Etat.

Ce projet fut rapporté devant la Chambre par le député Escudier. Mais la commission dont il était l'organe avait substitué au projet du gouvernement, en ce qui concerne la zone de plus-value, un amendement dû à M. de Ramel : la Chambre ne se prononça pas entre le système du gouvernement et le système de la commission lequel permettait seulement de faire arbitrer la plus-value par le jury et d'en récupérer le montant sur le propriétaire. Elle disjoignit les propositions relatives à la plus-value et vota le texte ainsi réduit le 30 juillet 1913. Porté au Sénat, le projet y eut pour rapporteur le sénateur M. Jeanneney, lequel estima fâcheux d'engager la question des zones sans trancher celle de la plus-value qui en était la partie essentielle et proposa par suite de distraire du projet tout ce qui concernait l'expropriation par zones. Le Sénat se rallia à son avis et acheva l'œuvre de disjonction.

Le projet qui ne touchait plus qu'à l'article 38 de la loi de 1841 (rôle du magistrat directeur), à l'article 48 (exclusion du préjudice incertain et éventuel), à l'article 42 (recours en cassation), fut voté sans modification à la Chambre et devint la loi du 21 avril 1914.

Mais le 29 avril 1915 le gouvernement reprenait, notamment en ce qui concerne les zones, les principales dispositions contenues dans son projet primitif et en faisait l'objet d'un projet nouveau qui est actuellement soumis au Sénat.

Le texte de l'arrêt est reproduit à la « Gazette des Tribunaux » du 25 juin 1917 dans les termes suivants :

« Le Conseil d'État ;

» Considérant que la requête de la commune de Venoix et celle du sieur Badin tendent l'une et l'autre à l'annulation pour excès de pouvoir du décret susvisé du 29 décembre 1914 qui autorise l'expropriation d'immeubles sur lesquels les requérants ont des droits, l'un de propriété, l'autre d'usage ; que, dès lors, il y a lieu de joindre ces requêtes pour y être statué par une seule décision ;

» Considérant que le décret attaqué a, aux termes mêmes de son article premier, « déclaré d'utilité pu-« blique à Caen l'établissement et l'extension de la « décharge publique créée en vue de l'amélioration et « de l'approvisionnement du quartier de la place du « Parc » ; et que, par son article 2, il a autorisé la ville de Caen à recourir à la procédure d'expropriation pour cause d'utilité publique instituée par la loi du 3 mai 1841 en vue d'acquérir les terrains nécessaires à la réalisation de ce projet et dont la consistance est déterminée dans un plan annexe.

» Mais considérant que la création d'une décharge publique, destinée à permettre aux entrepreneurs de travaux et autres particuliers de se débarrasser des vieux matériaux et des décombres provenant de démolitions, n'est pas un travail qui, par sa nature, puisse faire l'objet d'une déclaration d'utilité publique et permettre le recours à la procédure d'expropriation régie par la loi du 3 mai 1841 ; que, d'ailleurs, il résulte manifestement des pièces du dossier et notamment des délibérations du Conseil municipal que la ville de Caen s'est proposée, moins de mettre à la disposition de ses habitants un lieu où ils puissent se débarrasser des décombres et vieux matériaux, que d'acquérir de vastes terrains nus, joignant l'agglomération actuelle, dans le but de les revendre après les avoir remblayés et lotis, en vue de l'édification de maisons et de la création d'un quartier nouveau ; qu'une telle opération qui n'a d'autre fin et d'autre utilité que de favoriser l'extension de la ville en donnant des facilités aux constructeurs, n'est pas de celles pour lesquelles les administrations municipales peuvent, dans l'état actuel de la législation, recourir à la procédure d'expropriation pour cause d'utilité publique.

» Décide : Le décret susvisé du 29 décembre 1914 est annulé. »

Si jamais la loi dont nous visions plus haut le projet en cours de discussion devient un fait accompli, cet arrêt aura l'originalité d'être le dernier en vue en pareille matière, à moins que d'autres décrets rendus dans les mêmes conditions, et qui en vertu des lois existantes devaient subir le même sort, soient soumis à des instances actuellement en cours devant le Conseil d'État.

Paul Bougault.
Avocat à la Cour d'appel de Lyon.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF : Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. TOME IV. — N° 11. 14 SEPTEMBRE 1918.

Chronique. — Les perturbations produites par les courants de traction sur les circuits télégraphiques et téléphoniques. Office national du Commerce extérieur. — Académie des Sciences. — Bibliographie : Le technique des affaires nouvelles, par L. CHAMBONNAUD, p. 361-362.

Section scientifique et technique. — Propagation des courants électriques dans une antenne, par H. CHIREIX, p. 363. — Revues, analyses et informations : Projet d'élargissement des règles concernant l'échauffement de la machinerie électrique, p. 374.

Section industrielle. — Sur la préparation au four électrique de quelques métaux susceptibles d'utilisation industrielle, par Jean ESCARD, p. 375. — Revues, analyses et informations : Les sous-stations automatiques et les réseaux de traction à courant continu, p. 386.

Section économique et financière. — La Houille blanche pendant la guerre, par le commandant Henri CAHEN, p. 393. — Revues, analyses et informations : Les terrains pétrolifères d'Oukhta, p. 400.

Les perturbations produites par les courants de traction sur les circuits télégraphiques et téléphoniques. — Dès l'origine de l'application de l'électricité à la traction, on observa que les lignes télégraphiques et téléphoniques voisines de la ligne de traction devenaient le siège de courants parasites qui en gênaient le fonctionnement. Peu graves quand le réseau de traction est alimenté par le courant continu, ces troubles prirent dans ces dernières années, quand les courants alternatifs furent appliqués à la traction des trains des grandes voies ferrées, une gravité telle que des recherches durent être entreprises en vue de trouver les moyens, sinon de les supprimer, tout au moins de les atténuer.

Ces recherches ont été poursuivies avec plus ou moins de succès en divers pays : Suisse, Italie, France, Etats-Unis. Nos lecteurs connaissent d'ailleurs les intéressantes expériences faites sur le réseau des Chemins de fer du Midi et les importants résultats qu'elles ont donnés [1], et ils trouveront bientôt dans un article dont la publication ne saurait tarder de nouveaux renseignements sur ces essais. Aussi n'est-ce point sur ce sujet que nous voulons aujourd'hui appeler l'attention de nos lecteurs; c'est sur une communication qui nous a été adressée fin janvier dernier par la Railroad Commission of the State of California, et qui, par suite de circonstances inexplicables, vient seulement de nous parvenir.

Dans cette communication, la Railroad Commission, après avoir rappelé l'importance des travaux accomplis par le Joint Committee on inductive Interference, institué en 1912 par les compagnies de traction et les compagnies de distribution en vue d'étudier les perturbations auxquelles donnent lieu leurs installations, nous informait qu'elle se proposait de publier en un ou deux volumes une trentaine des principaux rapports qui ont été présentés à ce Comité, mais que, en raison des prix actuels du papier et de l'impression, elle n'entreprendrait cette publication que si le nombre des souscripteurs était suffisant. Elle demandait donc que ses intentions fussent portées à la connaissance des électriciens et que ceux qui désireraient recevoir cette publication l'en informent le plus promptement possible [1].

Ajoutons quelques mots sur les travaux du Comité.

Le premier rapport présenté par ce Comité a été approuvé par la Railroad Commission le 30 juillet 1914 et publié dans les « Transactions of the American Institute of Electrical Engineers », 1914, t. XXXIII, p. 1411-1508. A la suite de ce rapport préliminaire, dans lequel étaient posés les problèmes qu'il s'agissait de résoudre et étaient examinés les moyens d'y parvenir, divers sous-comités furent institués en vue de rechercher l'efficacité de ces moyens. Des recherches expérimentales furent dès lors entreprises, en particulier sur une ligne triphasée, 60 p : sec, 22000 v, isolée du sol, sur

[1] Ch. DACHARY; Application des transformateurs-suceurs à la ligne électrique à courant monophasé de Perpignan à Villefranche de la Compagnie des Chemins de fer du Midi, *R. G. E.*, 3 mars et 7 avril 1917, t. I, p. 331-336 et 535-546.

[1] Le prix de souscription à la publication ne paraissait pas devoir dépasser 10 dollars; les souscriptions doivent être adressées à M. Richard Sachse, chief engineer, California Railroad Commission, 833, Market Street, San Francisco, California; il est indiqué de ne pas envoyer d'argent pour le moment.

Digitized by Google

diverses lignes triphasées, 60 p : sec, à 22000, 33000 et 55000 v, avec points neutres reliés au sol, et sur un circuit à 1000 p : sec, 15000 v. Les résultats de ces essais (dont quelques-uns ont été publiés dans les « Transactions of A. I. E. E. ») ainsi que ceux des recherches de laboratoire entreprises concurremment ont donné lieu à 71 rapports (sur lesquels 30 ont été sélectionnés pour la publication en question). Leur ensemble est résumé dans un rapport final présenté à la Railroad Commission.

Ce dernier rapport est divisé en trois parties : historique de la formation et des travaux du Comité et indication de l'emploi des fonds qui lui ont été attribués, revue des principes d'électricité qui se rapportent à la question et examen des règles qu'il convient de suivre pour empêcher les perturbations, enfin recommandations concernant la revision des règles actuellement adoptées dans le calcul, la construction et l'exploitation des lignes de transmission d'énergie et des lignes télégraphiques et téléphoniques.

Cinq appendices sont joints au rapport. L'un est relatif aux perturbations que ne peuvent éviter les règles données dans le rapport ; le second fournit une liste des rapports techniques préparés par le Comité ; le troisième est consacré à un commentaire du rapport préliminaire de 1914 ; le quatrième donne une bibliographie du sujet ; enfin le dernier reproduit le règlement d'organisation du Comité.

Ce court aperçu des travaux du Joint Committee on inductive Interference ne saurait avoir la prétention de montrer toute l'importance de ces travaux, auxquels ont participé non seulement des compagnies de traction et des compagnies de distribution, mais encore les plus puissantes des compagnies américaines de téléphonie et qui, en cinq ans, ont nécessité plus de 500000 fr de dépenses. Mais il permettra sans doute à ceux de nos lecteurs qui s'intéressent particulièrement à la question de pouvoir répondre en toute connaissance de cause à la demande de la Railroad Commission.

Office national du Commerce extérieur. — Par décret présidentiel du 3 septembre rendu sur des rapports du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes, etc., et du ministre des Affaires, étrangères M. François Crozier, ministre plénipotentiaire, attaché commercial pour les pays d'Europe, est délégué dans les fonctions de directeur de l'Office national du Commerce extérieur, en remplacement de M. Mercier, admis sur sa demande à faire valoir ses droits à la retraite.

Académie des Sciences. — Parmi les communications, publiées dans les comptes rendus des séances des 5, 12, 19 et 26 août, les suivantes présentent un intérêt pour les électriciens :

M. Carl Benedicks, dans une note intitulée « Effet électrothermique comprenant comme cas spécial l'effet Thomson » montre que d'un effet *thermo-électrique* découvert par lui en 1916, résulte l'existence d'un effet *électro-thermique* général qui en est le renversement un transport de chaleur par le courant électrique dans un conducteur de température constante ; il cite les résultats d'expériences qui prouvent cette existence.

M. Marcel Chopin décrit un « appareil de mesure de la perte à la cheminée et des éléments constitutifs de cette perte » qui permet d'obtenir très rapidement et avec exactitude la proportion d'anhydride carbonique contenue dans les gaz de combustion ; il ajoute qu'il étudie un appareil automatique basé sur les mêmes principes et donnant une indication continue de cette proportion.

Bibliographie : La technique des affaires nouvelles, par L. Chambonnaud, professeur à l'Ecole des hautes études commerciales (1). — Ce livre est le premier d'une série de neuf ouvrages du même auteur sur la technique des affaires, qui paraîtront successivement à la librairie Dunod et Pinat. Il est, à grands traits, la justification des huit autres, comme ceux-ci seront, dans le détail, la large explication du premier et sa totale mise en œuvre. Dans ce volume l'auteur a voulu être une sorte d'*appeleur* au seuil d'une organisation vivante ; dans les suivants il s'est proposé d'être un vulgarisateur méthodique. Citons l'avant-propos : « En faisant à chaque élément sa part, et sans avoir à s'attarder à des théories scientifiques, philosophiques, ou sociologiques, le lecteur trouvera dans cette collection une doctrine. Mais il y trouvera aussi, et surtout, de multiples applications tendant à résoudre presque tous les problèmes qui se proposent à l'intelligence de l'homme d'affaires et s'imposent à son activité, l'indication précise de moyens terre à terre révélés par l'expérience et conduisant au succès individuel. » Passons rapidement en revue les différents chapitres de ce premier ouvrage : I. La libération économique ; ce sont des généralités ayant trait à l'avant-guerre et à l'après-guerre. — II. Le succès ; il peut s'analyser ainsi : ceux qui ont quelque chose à offrir ; les livres sont-ils utiles ? ; la théorie et la pratique ; l'expérience et l'étude ; le rôle du savoir dans la lutte pour la vie ; la part du hasard ; les gens qui ne réussissent pas. — III. La manière, les talents ignorés ; l'employé de banque qui végète ; le comptable qui ne réussit pas ; l'officier, l'avocat, l'inventeur qui perdent le fruit de leurs efforts ; l'homme qui réussit. — IV. Qu'est-ce que l'organisation ? — V. Le facteur humain ; la psychologie et son application aux affaires ; le nouvel idéal des affaires ; le service ; les trois faces d'une affaire et la vente. — VI. Recherche du personnel. — VII. Le bon patron. — VIII. La vente. — IX. Vente par contact direct. — X. Vente par lettre. — XI. Annexes de la lettre et imprimés divers. — XII. Les formes variées de la publicité. — XIII. La publicité par l'annonce. — XIV. La préparation d'une campagne ou d'un lancement. — XV. La meilleure méthode de vente et la publicité. — XVI. Le meilleur personnel, le meilleur vendeur, le meilleur employé, le meilleur ouvrier. — XVII. Le meilleur directeur. — XVIII. Réveil et résurrection ; coordination et discipline ; la science au service des œuvres de paix ; la préparation de la paix en Allemagne ; le réveil français ; l'union des volontés et la lutte des classes ; la science des affaires. — Ajoutons que ce livre, écrit dans une langue facile, est rempli d'exemples suggestifs typiques qui en rendent la lecture fort profitable. — P. V.

(1) Un vol 25 cm × 17 cm, de 302 pages, cartonné. Editeurs : H. Dunod et E. Pinat, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e^. Prix, majoration comprise : 14 fr 40.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Propagation des courants électriques dans une antenne

Le problème de la propagation des courants électriques dans une antenne n'a été en général traité que dans le cas des antennes homogènes et pour la longueur d'onde correspondant à la résonance du système. Nous nous proposons, dans ce qui suit, de traiter le problème dans le cas général d'antennes non homogènes et nous développerons les formules étendues au cas déjà assez complexe de trois tronçons présentant des caractéristiques différentes. Nous essaierons, enfin, d'établir les formules dans le cas où la self-inductance et la capacité par unité de longueur ne peuvent plus être considérées comme des constantes, mais varient d'une façon continue suivant une loi déterminée à l'avance.

Le problème de la propagation des courants dans une antenne se rattache à celui de la propagation dans les lignes télégraphiques et téléphoniques ; il suffit de considérer l'*antenne et son image* comme les deux conducteurs d'aller et de retour, la source se trouvant à l'origine des deux conducteurs.

Dans tous les cas où l'on pourra définir pour l'antenne une self-inductance et une capacité par unité de longueur, les formules relatives aux lignes et aux câbles télégraphiques pourront être appliquées (voir par exemple sur ce sujet *La propagation des courants électriques dans les conducteurs télégraphiques*, par J.-A. Fleming).

Dans le cas des courants à très haute fréquence ces formules peuvent être simplifiées.

Nous remarquons que :

1° L'amortissement peut être négligé aussi bien en ce qui concerne les pertes dans le cuivre que dans le diélectrique ;

2° La vitesse de propagation des ondes est celle de la lumière.

Si nous désignons donc dans ce cas par :

u, la vitesse de la lumière ;

L, la self-inductance par unité de longueur de la ligne double ;

C, la capacité par unité de longueur dans les mêmes conditions,

on pourra écrire

$$u\sqrt{LC} = 1 \qquad (1)$$

λ et C étant exprimés dans le système électromagnétique ou le système pratique. La constante de propagation en tenant compte de la première remarque s'écrira donc $\omega\sqrt{LC}$, ω désignant la pulsation du courant ; et en tenant compte de la deuxième remarque on écrira plus simplement encore $\frac{2\pi}{\lambda}$, λ désignant la longueur d'onde.

La première remarque nous permet, enfin, de résoudre tous les calculs sans avoir recours aux fonctions hyperboliques.

I. — **Établissement des équations**. — Dans ce qui suit, nous emploierons les notations suivantes (fig. 1) :

l_1, l_2, l_3 représentent les longueurs des différents tronçons de caractéristiques différentes constituant l'antenne ;

L_1, L_2, L_3 représentent les self-inductances par unité de longueur dans chacun des tronçons ;

C_1, C_2, C_3 représentent les capacités par unité de longueur correspondantes ;

E, V_1, V_2, V_3 représentent les diverses amplitudes

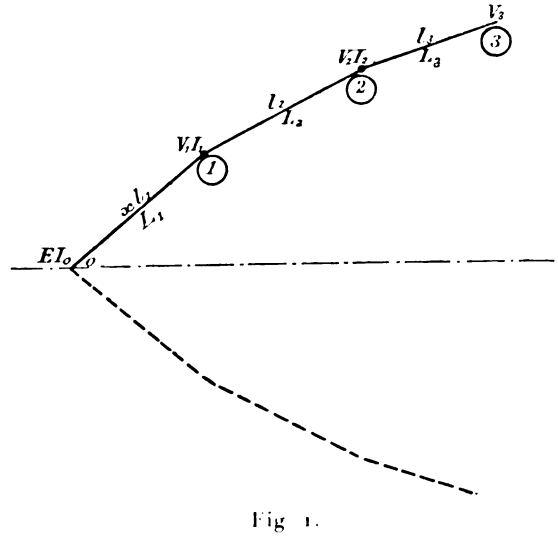


Fig. 1.

maxima de la tension aux points 0 (source), 1, 2, 3 (extrémité libre) ;

I_0, I_1, I_2, I_3 représentent les diverses amplitudes maxima des courants aux mêmes points ($I_3 = 0$).

Digitized by Google

Les tensions et courants sont en réalité des vecteurs, quantités réelles ou imaginaires pures.

j désigne $\sqrt{-1}$.

V et I désignent enfin la tension et le courant en un point quelconque x du premier tronçon l_1.

Ceci posé les équations différentielles de départ sont

$$\frac{\partial V}{\partial x} = j\omega L I,$$
$$\frac{\partial I}{\partial x} = j\omega C V. \qquad (2)$$

A. Cas d'un seul tronçon ($l_2 = 0$ et $l_3 = 0$), antenne homogène. — En posant les conditions limites $I_1 = 0$ et $V_0 = E$, on trouve pour le potentiel en un point quelconque

$$V = E\left[\cos\frac{2\pi}{\lambda}x + \operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda}l_1 \sin\frac{2\pi}{\lambda}x\right]. \qquad (3)$$

L'équation (3) appliquée à l'extrémité du tronçon l_1 donne

$$\frac{V_1}{E} = \frac{1}{\cos\frac{2\pi}{\lambda}l_1}. \qquad (4)$$

Cette dernière relation nous permet d'écrire l'équation (3) sous la forme suivante :

$$V = V_1 \cos\frac{2\pi}{\lambda}\left(l_1 - x\right). \qquad (3\,bis)$$

On trouve de même pour le courant en un point quelconque

$$jI = \frac{E}{L_1 u}\left[\operatorname{tg}\frac{2\pi l_1}{\lambda}\cdot\cos\frac{2\pi x}{\lambda} - \sin\frac{2\pi x}{\lambda}\right]. \qquad (5)$$

En ayant recours à la simplification que nous suggère l'équation (4) on a

$$jI = \frac{V_1}{L_1 u}\sin\frac{2\pi}{\lambda}\left(l_1 - x\right). \qquad (5\,bis)$$

Le symbole j signifie que le vecteur représentant le courant I est déphasé de $\frac{\pi}{2}$ en arrière de la force électromotrice E;

u la vitesse de la lumière s'introduit de même, en remarquant que l'impédance initiale à l'émission peut s'écrire

$$\sqrt{\frac{L_1}{C_1}} = \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} \times u\sqrt{L_1 C_1} = L_1 u,$$

en tenant compte de l'équation (1).

Les formules (3 *bis*) et (5 *bis*) nous donnent la tension et le courant en un point quelconque en fonction de la tension au sommet de l'antenne.

La formule (5) appliquée à l'origine donne

$$\frac{E}{I_0} = jL_1 u \operatorname{ctg}\frac{2\pi l_1}{\lambda}. \qquad (6)$$

Cette quantité est égale à l'impédance finale de l'antenne à l'émission. Tenant compte de l'égalité (6) nous pourrons mettre encore le courant sous la forme

$$I = \frac{I_0 \sin\frac{2\pi}{\lambda}(l_1 - x)}{\sin\frac{2\pi l_1}{\lambda}}. \qquad (5\,ter)$$

Nous pouvons encore déterminer le rapport $\frac{V_1}{I_0}$:

$$\frac{V_1}{I_0} = \frac{jL_1 u}{\sin\frac{2\pi l_1}{\lambda}}, \qquad (7)$$

rapport du potentiel à l'extrémité libre pour un courant déterminé à la base de l'antenne.

Nous remarquons que les fonctions (3 *bis*) et (5 *ter*) donnant le courant et la tension en un point en fonction du courant et de la tension maximum sont purement sinusoïdales.

La longueur d'onde fondamentale d'une telle antenne est donnée par l'équation (4) dans laquelle nous ferons V_1 infini, ce qui correspond bien au cas de la résonance, sans amortissement; on pourrait également raisonner sur l'équation (6) donnant l'impédance finale à l'émission qui doit être nulle dans le cas de la résonance, ces deux manières de faire nous conduisent à

$$\frac{2\pi l_1}{\lambda} = \frac{\pi}{2}, \qquad \lambda_0 = 4l_1, \qquad (8)$$

résultat connu.

On sait enfin que le rayonnement d'une antenne à grande distance est proportionnelle à

$$J = \cos\alpha \int_0^{l_1} I\,dx,$$

α désignant l'angle supposé constant que fait l'antenne avec le plan vertical. Nous négligerons de multiplier par $\cos\alpha$ dans ce qui suit, en vue de ne pas compliquer inutilement les formules. Cette intégrale est, d'après (5 *ter*)

$$J = \frac{\lambda}{2\pi} I_0 \left[\frac{1 - \cos\frac{2\pi l_1}{\lambda}}{\sin\frac{2\pi}{\lambda}l_1}\right], \qquad (9)$$

ou en tenant compte de (8)

$$J = \frac{\lambda}{2\pi} I_0 \left[\frac{1}{\sin\frac{\pi}{2}\frac{\lambda_0}{\lambda}} - \operatorname{ctg}\frac{\pi}{2}\frac{\lambda_0}{\lambda}\right]. \qquad (9\,ter)$$

Digitized by Google

Dans le cas particulier où l'onde émise est égale à la longueur d'onde fondamentale de l'antenne, nous trouvons

$$J_0 = \frac{\lambda_0}{2\pi} I_0 = \frac{2}{\pi} l_1 I_0. \qquad (10)$$

B. Cas de deux tronçons ($l_3 = 0$). — Ce cas correspond dans la pratique à une antenne dont la montée et la nappe ont des caractéristiques différentes. Le point 1 (fig. 1) est alors le point d'attache de la nappe.

Il suffit, dans la résolution des équations du début (2) de poser de nouvelles conditions limites.

On a $V_{l_1} = V_1$ et $I_{l_1} = I_1$,

avec en plus $$\frac{V_1}{I_1} = jL_2 u \operatorname{ctg} \frac{2\pi l_2}{\lambda}, \qquad (8)$$

qui n'est autre que l'impédance du deuxième tronçon [application de la formule (6)]. Nous trouvons alors pour le potentiel en un point quelconque du premier tronçon

$$V = E\left[\cos\frac{2\pi}{\lambda}x + \frac{L_2 \sin\frac{2\pi l_1}{\lambda}\cos\frac{2\pi l_2}{\lambda} + L_1 \cos 2\pi\frac{l_1}{\lambda}\sin 2\pi\frac{l_2}{\lambda}}{L_2\cos\frac{2\pi l_1}{\lambda}\cos\frac{2\pi l_2}{\lambda} - L_1\sin\frac{2\pi l_1}{\lambda}\sin 2\frac{\pi l_2}{\lambda}}\sin 2\pi\frac{x}{\lambda}\right]. \qquad (11)$$

Si nous remplaçons dans les formules la longueur réelle l_2 du deuxième tronçon par une longueur fictive l'_2 définie par la relation

$$\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda}l'_2 = \frac{L_1}{L_2}\operatorname{tg} 2\pi\frac{l_2}{\lambda}. \qquad (12)$$

nous pouvons mettre l'équation (11) sous la forme suivante :

$$V = E\left[\cos\frac{2\pi}{\lambda}x + \operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda}\left(l_1 + l'_2\right).\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\right]. \qquad (13)$$

Appliquée à l'extrémité l_1, la formule (13) donne

$$\frac{V_1}{E} = \frac{\cos\frac{2\pi}{\lambda}\left(l_1 + l_2\right)}{\cos\frac{2\pi}{\lambda}l'_2}. \qquad (14)$$

Cette dernière formule nous permet d'écrire l'équation (13) sous la forme plus simple

$$V = V_2 \cos\frac{2\pi}{\lambda}\left(l_1 + l'_2 - x\right)\frac{\cos\frac{2\pi}{\lambda}l_2}{\cos\frac{2\pi}{\lambda}l'_2}. \qquad (13\ bis)$$

Nous trouverons donc pour le courant I en un point quelconque du premier tronçon

$$jI = \frac{E}{L_1 u}\left[\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda}\left(l_1 + l'_2\right)\cos\frac{2\pi x}{\lambda} - \sin\frac{2\pi x}{\lambda}\right]. \qquad (15)$$

La formule (15) appliquée à l'origine nous donne

$$\frac{E}{I_0} = jL_1 u \operatorname{ctg}\frac{2\pi}{\lambda}\left(l_1 + l'_2\right). \qquad (16)$$

Cette quantité est égale à l'impédance finale de l'antenne à l'émission.

En tenant compte de l'équation (16), nous écrirons encore le courant sous la forme

$$I = I_0\left[\cos\frac{2\pi x}{\lambda} - \sin\frac{2\pi x}{\lambda}\operatorname{ctg}\frac{2\pi}{\lambda}\left(l_1 + l'_2\right)\right], \qquad (15\ bis)$$

ou, par une transformation facile,

$$I = I_0\frac{\sin\frac{2\pi}{\lambda}\left(l_1 + l'_2 - x\right)}{\sin\frac{2\pi}{\lambda}\left(l_1 + l'_2\right)}. \qquad (15\ ter)$$

Nous déterminerons encore $\frac{V_2}{I_0}$:

$$\frac{V_2}{I_0} = jL_1 u\frac{\cos\frac{2\pi}{\lambda}l'_2}{\cos\frac{2\pi}{\lambda}l_2} \times \frac{1}{\sin\frac{2\pi}{\lambda}\left(l_1 + l'_2\right)}, \qquad (17)$$

rapport du potentiel à l'extrémité libre pour le courant donné à la base de l'antenne.

Nous remarquerons tout de suite que toutes les formules écrites depuis l'équation (13) sont tout à fait semblables à celles présentant les mêmes numéros diminuées de 10.

Les premières étant seulement un cas particulier des secondes. Nous voyons ainsi que l'artifice de la formule (12) substituant à la longueur réelle l_2 une longueur fictive l'_2 nous permet de ramener l'étude d'une antenne non homogène à deux tronçons à celle d'une antenne homogène à un seul tronçon. La longueur d'onde fondamentale sera de même donnée par la relation

$$\frac{2\pi}{\lambda_0}\left[l_1 + l'_2\right] = \frac{\pi}{2}, \qquad (18)$$

équation qui peut encore s'écrire

$$\operatorname{tg}\frac{2\pi l_1}{\lambda_0}\operatorname{tg}\frac{2\pi l'_2}{\lambda_0} = 1, \qquad (18\ bis)$$

Digitized by Google

ou encore en tenant compte de l'équation (12)

$$\operatorname{tg}\frac{2\pi l_1}{\lambda_0}\operatorname{tg}\frac{2\pi l_2}{\lambda_0}=\frac{L_2}{L_1}=\frac{C_1}{C_2}. \qquad (18\ ter)$$

La formule (12) nous montre que, suivant que la self-inductance par unité de longueur du premier tronçon sera plus grande, égale ou plus petite que celle du deuxième tronçon (ou bien que la capacité par unité de longueur du deuxième tronçon sera plus grande, égale ou petite que celle du premier tronçon), la quantité l_2' sera plus grande, égale ou plus petite que l_2. Si ce rapport est plus grand que l'unité, la longueur d'onde fondamentale du système sera plus grande que $4(l_1+l_2)$, dans le cas contraire elle sera plus petite.

L'abaque à points alignés de la figure 2 permet de résoudre facilement l'équation (18 *ter*).

Comme exemple d'application nous pouvons rechercher des longueurs d'ondes fondamentales d'une même antenne suivant que le point d'attache de la montée est au milieu de la nappe (antenne en T) ou à l'extrémité, (antenne en L).

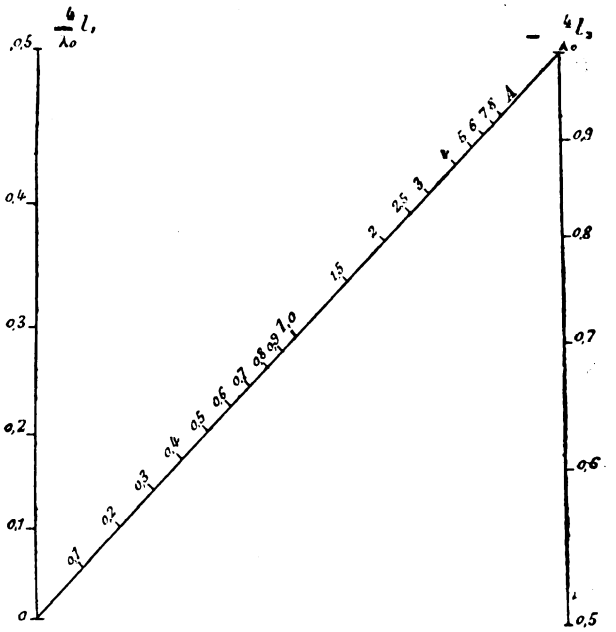


Fig. 2. — Abaque pour la résolution de l'équation (18 *ter*).

Nous aurons pour l'antenne en L

$$\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_L}l_1\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_L}l_2=\frac{C_1}{C_2}=\frac{L_2}{L_1},$$

et pour l'antenne en T

$$\operatorname{tg}\frac{2\pi l_1}{\lambda_T}\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_T}\frac{l_2}{2}=\frac{L_2}{2L_1}=\frac{C_1}{2C_2},$$

en désignant par λ_L la longueur d'onde fondamentale de l'antenne en L et par λ_T la longueur d'onde fondamentale de l'antenne en T.

La résolution de ces équations donne l'abaque de la figure 3.

Nous calculerons enfin le rayonnement d'une telle antenne à distance en considérant comme précédemment $\int I\,dx$; nous ne tiendrons pas compte de cos α dans nos formules et nous supposerons de plus que le premier

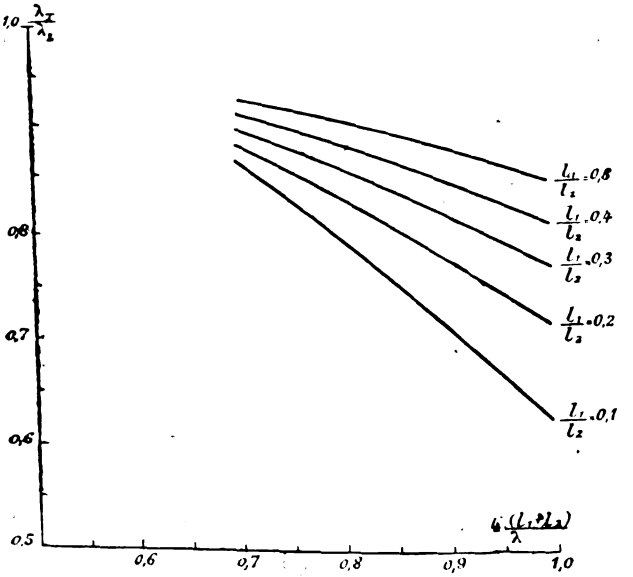


Fig. 3. — Abaque pour antennes en L et antennes en T.

tronçon seul rayonne (montée), la nappe (deuxième tronçon) étant horizontale; nous trouverons tous calculs faits

$$J=I_0\frac{\lambda_0}{2\pi}\left[\frac{\cos\frac{2\pi}{\lambda}l'_2}{\sin\frac{\pi}{2}\frac{\lambda_0}{\lambda}}-\operatorname{ctg}\frac{\pi}{2}\frac{\lambda_0}{\lambda}\right]. \qquad (20\ bis)$$

Dans le cas particulier où l'onde émise est égale à la fondamentale de l'antenne, cette équation se réduit à

$$J_0=I_0\frac{2\pi}{\lambda_0}\cos\frac{2\pi}{\lambda_0}l'_2. \qquad (21)$$

C. Cas de trois tronçons de caractéristiques différentes. — On pourra assimiler les tronçons l_2+l_3 à caractéristiques différentes à un tronçon unique $l_2+l'_3$ de caractéristique L_2 en posant

$$\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda}l'_3=\frac{L_3}{L_2}\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda}l_3. \qquad (22)$$

La longueur d'onde fondamentale sera donnée par la relation (18 *ter*) qui s'écrit ici

$$\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}l_1\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}\left(l_2+l'_3\right)=\frac{L_2}{L_1}=\frac{C_1}{C_2}. \qquad (23)$$

Digitized by Google

Si nous posons de plus

$$\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda}l'_1=\frac{L_1}{L_2}\operatorname{tg}2\pi\frac{l_1}{\lambda_0}, \qquad (24)$$

on obtiendra

$$\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}l'_1\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}\left(l_2+l'_3\right)=1. \qquad (25)$$

On vérifie facilement que la résolution de l'équation (25) conduit à

$$\cos\frac{2\pi}{\lambda_0}\left(l'_1+l_2+l'_3\right)=0 \text{ ou } 4\left(l'_1+l_2+l'_3\right)=\lambda_0, \qquad (25\,bis)$$

ce qui correspond bien au cas d'une antenne homogène.

La formule (25) peut du reste s'écrire

$$\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}l'_1\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}l_2+\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}l'_1\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}l'_3+\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}l_2\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}l'_3=1, \qquad (26)$$

ou bien encore sous les trois formes symétriques suivantes :

$$\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}l'_1=\operatorname{ctg}\frac{2\pi}{\lambda_0}\left(l_2+l'_3\right), \qquad (27)$$

$$\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}l_2=\operatorname{ctg}\frac{2\pi}{\lambda_0}\left(l'_1+l'_3\right), \qquad (27\,bis)$$

$$\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}l'_3=\operatorname{ctg}\frac{2\pi}{\lambda_0}\left(l'_1+l_2\right). \qquad (27\,ter)$$

On pourra encore, en réintroduisant les quantités L_1, L_2, L_3, écrire l'équation (26) sous la forme ci-dessous

$$L_1L_3\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}l_1\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}l_2+L_2L_3\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}l_1\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}l_3+L_2^2\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}l_2\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda_0}l_3=L_2L_3. \qquad (28)$$

Nous voyons ainsi que nous avons ramené l'étude d'une antenne à trois tronçons l_1, l_2, l_3 de caractéristiques différentes à celle d'une antenne homogène de caractéristiques L_2, C_2 ayant une longueur totale $l'_1+l_2+l'_3$; l'_1 et l'_3 étant donnés par les relations (22) et (24).

Opérant d'une façon tout à fait analogue à celle que nous avons employée précédemment et en désignant par x' l'abscisse le long du premier tronçon fictif l'_1 nous obtiendrons les formules suivantes :

Tension en un point quelconque du premier tronçon

$$V=V_3\frac{\cos\frac{2\pi}{\lambda}l_3}{\cos\frac{2\pi}{\lambda}l'_3}\cos\frac{2\pi}{\lambda}\left[l'_1+l_2+l'_3-x'\right], \qquad (29)$$

ou encore en tenant compte de (25 *bis*)

$$V=V_3\frac{\cos\frac{2\pi}{\lambda}l_3}{\cos\frac{2\pi}{\lambda}l'_3}\cos\left(\frac{\pi}{2}\frac{\lambda_0}{\lambda}-\frac{2\pi}{\lambda}x'\right). \qquad (30)$$

Courant en un point quelconque du premier tronçon

$$jI=\frac{V_3}{L_2\omega}\frac{\cos\frac{2\pi}{\lambda}l_3}{\cos\frac{2\pi}{\lambda}l'_3}\sin\frac{2\pi}{\lambda}\left[l'_1+l_2+l'_3-x'\right], \qquad (31)$$

ou encore en tenant compte de (25 *bis*)

$$jI=\frac{V_3}{L_2\omega}\frac{\cos\frac{2\pi}{\lambda}l_3}{\cos\frac{2\pi}{\lambda}l'_3}\sin\left[\frac{\pi}{2}\frac{\lambda_0}{\lambda}-\frac{2\pi x'}{\lambda}\right]. \qquad (32)$$

L'impédance finale de l'antenne à l'émission s'écrira également

$$\frac{E}{I_0}=jL_2\omega\operatorname{ctg}\frac{2\pi}{\lambda}\left(l'_1+l_2+l'_3\right)=jL_2\omega\operatorname{ctg}\frac{\pi}{2}\frac{\lambda_0}{\lambda}, \qquad (33)$$

et enfin

$$\frac{V_3}{E}=\frac{\cos\frac{2\pi}{\lambda}l'_3}{\cos\frac{2\pi}{\lambda}l_3}\frac{1}{\cos\frac{\pi}{2}\frac{\lambda_0}{\lambda}}, \qquad (34)$$

rapport de la tension au sommet de l'antenne au courant à la base.

En tenant compte de (34), nous écrirons encore

$$V=E\frac{\cos\left(\frac{\pi}{2}\frac{\lambda_0}{\lambda}-\frac{2\pi}{\lambda}x'\right)}{\cos\frac{\pi}{2}\frac{\lambda_0}{\lambda}}.$$

De même en tenant compte de (33), (34) et (25 *bis*)

$$I=I_0\frac{\sin\left(\frac{\pi}{2}\frac{\lambda_0}{\lambda}-\frac{2\pi}{\lambda}x'\right)}{\sin\frac{\pi}{2}\frac{\lambda_0}{\lambda}}.$$

II. — **Discussion des équations.** — Nous discuterons maintenant les équations (27) pour un certain nombre de cas particuliers intéressants en pratique.

La plupart des formules obtenues sont, du reste, déjà connues (voir notamment Tissot : Conférences à l'École supérieure d'Électricité).

Digitized by Google

Cas particuliers. — 1° Le premier tronçon se réduit à une impédance concentrée (fig. 4), (self-inductance L_0 et capacité C_0 en série).

L'équation (27) nous donne

$$\frac{2\pi L_0}{\lambda} - \frac{\lambda}{2\pi C_0} = L_2 \operatorname{ctg}(l_2 + l'_3). \qquad (35)$$

Cette impédance se déduit immédiatement en assimi-

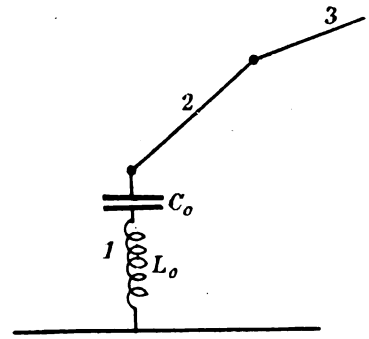


Fig. 4.

lant la tangente à l'arc, ce qui est possible puisque l'_1 tend vers o.

Or : $L'_1 L'_2 = L_0$ donc $\operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda} l'_1$ devient $\frac{2\pi}{\lambda}\frac{L_0}{L_2}$,

dans le cas où l'impédance se réduirait à la self-induction L_0.

l'_1 est, en effet, une longueur rapportée au deuxième tronçon de caractéristique L_2. De plus, on peut considérer la capacité intercalée comme une self-induction négative et par suite écrire l'impédance totale concentrée sous la forme

$$\frac{2\pi L_0}{\lambda} - \frac{\lambda}{2\pi C_0}.$$

Par raison d'homogénéité, on devra exprimer L_0 dans

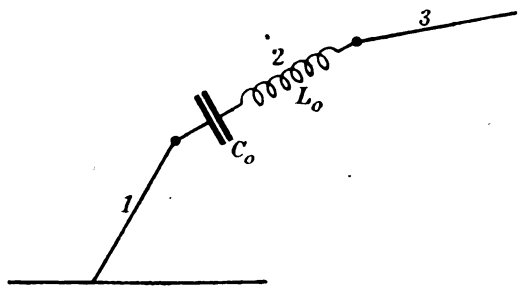


Fig. 5.

le système électromagnétique et C_0 dans le système électrostatique.

En faisant intervenir à nouveau les longueurs réelles l_1 et l_3, on écrira la formule (35) sous la forme

$$\frac{2\pi L_0}{\lambda} - \frac{\lambda}{2\pi C_0} = \frac{L_2\left[L_3 - L_2 \operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda} l_2 \operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda} l_3\right]}{L_3 \operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda} l_2 + L_2 \operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda} l_3}. \qquad (36)$$

2° Le deuxième tronçon se réduit à une impédance concentrée en série avec l'antenne (fig. 5).

Nous nous servirons dans ce cas de l'équation (27 *bis*) qui nous donnera

$$\frac{2\pi L_0}{\lambda} + \frac{\lambda}{2\pi C_0} = L_2 \operatorname{ctg}\frac{2\pi}{\lambda}\left(l'_1 + l'_3\right), \qquad (37)$$

ou, en remarquant que L_2 tend vers l'infini, la formule

$$\frac{2\pi L_0}{\lambda} - \frac{\lambda}{2\pi C_0} = L_3 \operatorname{ctg}\frac{2\pi l_3}{\lambda} - L_1 \operatorname{ctg}\frac{2\pi l_1}{\lambda}. \qquad (38)$$

3° Le deuxième tronçon se réduit à une impédance concentrée en dérivation entre l'antenne et la terre (fig. 6).

Nous nous servirons encore de l'équation (27 *bis*), mais cette fois nous ferons tendre L_2 vers o.

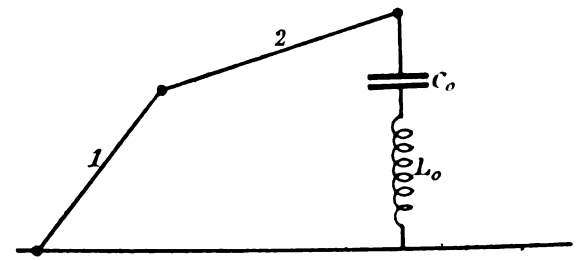


Fig. 6.

Nous trouvons alors l'équation

$$\frac{2\pi C_0}{\lambda} - \frac{\lambda}{2\pi L_0} = \frac{1}{L_1} \operatorname{ctg}\frac{2\pi l_1}{\lambda} + \frac{1}{L_3} \operatorname{tg}\frac{2\pi l_3}{\lambda}. \qquad (39)$$

4° Le troisième tronçon se réduit à une impédance concentrée en dérivation entre l'antenne et la terre (fig. 7)

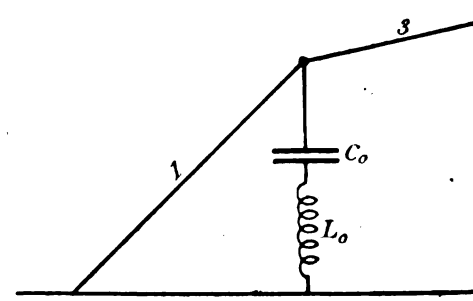


Fig. 7.

Pour résoudre ce cas, nous nous servirons de l'équation (27 *ter*).

Digitized by Google

On obtient alors d'une façon analogue

$$\frac{2\pi C_0}{\lambda} - \frac{\lambda}{2\pi C_0} = \frac{L_2 - L_1 \operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda} l_1 \operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda} l_2}{L_1 \operatorname{tg}\frac{2\pi l_1}{\lambda} + L_2 \operatorname{tg}\frac{2\pi}{\lambda} l_2}. \quad (40)$$

Les cas particuliers 3 et 4 permettent l'étude de systèmes d'antennes préconisées par Alexanderson.

Nous pouvons nous rendre compte de l'allure de la tension et du courant le long de l'antenne dans le cas de trois réflexions successives en examinant la figure 8

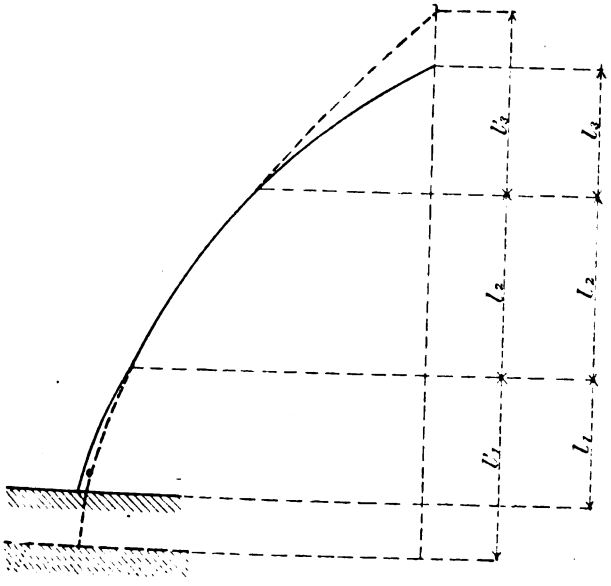


Fig. 8.

qui représente une courbe de courant. La courbe en pointillé est la sinusoïde correspondant à l'antenne fictive de longueur $l'_1 + l_2 + l'_3$; la courbe en trait plein se rapporte au contraire à l'antenne réelle. L'hypothèse de la figure est $L_1 > L_2 > L_3$.

Cas général. — Nous traiterons maintenant le cas général où la self-induction par unité de longueur et la capacité par unité de longueur ne peuvent plus être considérées comme des constantes.

Si nous posons $L = L_0 f(x)$,

et $C = \frac{f(x)}{C_0}$,

de telle sorte que

$$LC = L_0 C_0 = \frac{1}{a^2},$$

les équations fondamentales du problème seront

$$\frac{\partial V}{\partial x} = j\omega I L_0 f(x), \quad (41)$$

$$\frac{\partial I}{\partial x} = j\omega V \frac{C_0}{f(x)}. \quad (42)$$

En séparant les variables, on trouve

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} - f'(x)\frac{\partial V}{\partial x} + \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)^2 V = 0, \quad (43)$$

$$\frac{\partial^2 I}{\partial x^2} + f'(x)\frac{\partial I}{\partial x} + \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)^2 I = 0. \quad (44)$$

Les équations différentielles (43) et (44) ne sont pas en général intégrales; nous pouvons cependant nous placer dans quelques cas particuliers :

1° $f(x)$ est une fonction de la forme $f(x) = (a - bx)$. En faisant le changement de variable $(a - bx) = bz$, l'équation (44) donnant I devient une équation de Bessel de degré 0. L'expression de V est ensuite donnée par l'équation (42). Ce cas est celui d'une self-inductance variant suivant une loi linéaire décroissante depuis l'origine. La capacité par unité de longueur croît alors depuis l'origine suivant une loi hyperbolique.

2° $f(x)$ est une fonction de la forme $f(x) = \frac{1}{a + bx}$.

En faisant le changement de variable $(a + bx) = bz$, l'équation (43) donnant V devient une équation de Bessel de degré 0. L'expression de I est ensuite donnée par l'équation (41). Ce cas est celui d'une self-inductance variant suivant une hyperbole décroissante. La capacité par unité de longueur croît alors depuis l'origine suivant une loi linéaire.

3° $f(x)$ est une fonction exponentielle de la forme $f(x) = e^{-\frac{x}{A}}$; A est ici une longueur positive ou négative. Nous adoptons le signe — comme correspondant au cas de la pratique, celui où la self-induction par unité de longueur diminue à partir de l'origine.

Les équations (43) et (44) deviennent des équations différentielles linéaires à coefficients constants

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{1}{A}\frac{\partial V}{\partial x} + \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)^2 V = 0. \quad (45)$$

$$\frac{\partial^2 I}{\partial x^2} - \frac{1}{A}\frac{\partial V}{\partial x} + \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)^2 I = 0. \quad (46)$$

Nous nous bornerons à développer ce cas. L'hypothèse faite d'une self-inductance et d'une capacité par unité de longueur variant suivant une loi exponentielle est évidemment sujette à critiques et ne peut être justifiée que par la simplification qu'elle permet d'apporter dans les calculs. Elle ne pourra être admise évidemment que si elle donne des résultats concordants avec la pratique, ce qui semble être le cas comme nous allons le voir tout au moins qualitativement.

Faisons d'abord plusieurs remarques.

a) Si nous posons

$$L = L_0 e^{-\frac{x}{A}},$$

nous avons pour la self-inductance totale intégrée sur la longueur l

$$\mathcal{L} = AL_0 (1 - e^{-\frac{l}{A}}).$$

Digitized by Google

Si nous avions posé la self-induction par unité de longueur constante et égale à L_0, self-induction par unité de longueur pour la longueur o, on aurait évidemment trouvé

$$\mathcal{L}' = L_0 l.$$

Le rapport $\frac{\mathcal{L}'}{\mathcal{L}}$ est facilement connu et nous donne A.

En réalité, la constante A ainsi déterminée nous permet de donner une valeur correcte à la self-inductance par unité de longueur *à l'origine*, tout en maintenant une valeur correcte pour la *self-induction totale*.

b) Si nous examinons la répartition de la tension le long de l'antenne telle qu'il serait pour de très grandes longueurs ou de très petites fréquences, nous voyons que la notion de self-inductance par unité de longueur conduit à admettre une droite pour cette répartition (pour de très grandes longueurs d'onde, le sinus peut être assimilé à un arc et la tension croît proportionnellement à la self-induction totale), au contraire la notion de self-induction par unité de longueur variant suivant une loi exponentielle (avec le signe —) conduit à admettre dans les mêmes conditions des courbes de répartition de tension croissant moins vite que la droite et d'autant moins que A est plus petit. Ceci est bien le cas de la pratique.

c) La self par unité de longueur englobant non seulement la self propre de l'élément dx considéré mais encore la mutuelle des éléments voisins intervenant dans la proportion du courant qui les parcourt réellement, il est bien certain qu'une formule dérivée d'une loi continue de variation doit être plus juste qu'une formule obtenue en admettant des éléments constants et des réflexions successives, les coefficients d'induction mutuelle adoucissant les angles de réflexion.

CAS D'UNE SELF-INDUCTANCE ET D'UNE CAPACITÉ PAR UNITÉ DE LONGUEUR VARIANT SUIVANT UNE LOI EXPONENTIELLE. — Nous nous servirons donc des équations (45) et (46) avec la condition

$$L = L_0 e^{-\frac{A}{x}} \qquad C = C_0 e^{+\frac{A}{x}} \tag{47}$$

Posons

$$b_1 = \sqrt{\left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)^2 - \left(\frac{1}{2A}\right)^2}, \tag{48}$$

$$b_2 = \sqrt{\left(\frac{1}{2A}\right)^2 - \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)^2}. \tag{48 bis}$$

Suivant que

$$\left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)^2 - \left(\frac{1}{2A}\right)^2 \gtrless 0,$$

la solution sera oscillante ou amortie.

Remarquons ici que les équations étant en x, il s'agit d'un amortissement dans l'espace et non de l'amortissement dans le temps dû à la résistance ou aux pertes dans le diélectrique, amortissement que nous continuerons à négliger.

Cet amortissement signifie simplement que les divers maximum de V et I le long de l'antenne iront en décroissant pour V et en croissant au contraire pour I (A positif; on aurait le résultat inverse pour A négatif). Ceci est dû évidemment à la modification continue des caractéristiques L et C le long de l'antenne.

Les conditions limites sont ici que pour

$$x = 0,\ V = E,$$
$$x = l,\ I = 0.$$

Nous traiterons en même temps les deux cas, solution oscillante et solution amortie. Les formules *bis* se rapporteront au cas de la solution amortie.

La solution des équations différentielles est

$$V = e^{-\frac{x}{2A}}\left[B_1 \cos b_1 x + B_2 \sin b_1 x\right], \tag{49}$$

$$V = e^{-\frac{x}{2A}}\left[B'_1 \operatorname{ch} b_2 x + B'_2 \operatorname{sh} b_2 x\right]. \tag{49 bis}$$

Il résulte déjà de ces formules que $B_1 = E$.

Pour trouver B_2 nous ferons $\frac{dV}{dx} = 0$ pour $x = l$

$$\frac{\partial V}{\partial x} = e^{-\frac{x}{2A}}\left[\left(B_2 b_1 - \frac{B_1}{2A}\right)\cos b_1 x - \left(B_1 b_1 + \frac{B_2}{2A}\right)\sin b_1 x\right], \tag{50}$$

$$\frac{\partial V}{\partial x} = e^{-\frac{x}{2A}}\left[\left(B'_2 b_2 - \frac{B'_1}{2A}\right)\operatorname{ch} b_2 x - \left(\frac{B'_2}{2A} - B'_1 b_2\right)\operatorname{sh} b_2 x\right]. \tag{50 bis}$$

d'où

$$B_2 = E\,\frac{\operatorname{tg} b_1 l + \frac{1}{2Ab_1}}{1 - \operatorname{tg} b_1 l \frac{1}{2Ab_1}} \qquad B'_2 = E\,\frac{1 - 2Ab_2 \operatorname{th} b_2 l}{2Ab_2 - \operatorname{th} b_2 l}.$$

Digitized by Google

Nous poserons alors

$$\operatorname{tg}\theta_1 = \frac{1}{2Ab_1} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{4A\pi}{\lambda}\right)^2 - 1}}, \text{ par suite } \sin\theta_1 = \frac{\lambda}{4A\pi};\ \cos\theta_1 = \frac{b_1\lambda}{2\pi}, \tag{51}$$

$$\operatorname{th}\theta_2 = 2Ab_2 = \sqrt{1 - \left(\frac{4A\pi}{\lambda}\right)^2}, \text{ par suite } \operatorname{sh}\theta_2 = \frac{b_2\lambda}{2\pi};\ \operatorname{ch}\theta_2 = \frac{\lambda}{4A\pi}. \tag{51 bis}$$

L'introduction de ces nouvelles quantités est logique.

$\operatorname{th}\theta_2$ varie de 1 à 0 quand $\frac{\lambda}{4A\pi}$ varie de 0 à l,

$\operatorname{tg}\theta_1$ varie de l'infini à 0 quand $\frac{\lambda}{4A\pi}$ varie de l à ∞.

En remplaçant les constantes par leurs valeurs, les équations (49) et (49 *bis*) s'écrivent

$$V = Ee^{-\frac{x}{2A}}[\cos b_1 x + \operatorname{tg}(b_1 l + \theta_1)\sin b_1 x], \tag{52}$$

$$V = Ee^{-\frac{x}{2A}}[\operatorname{ch} b_2 x + \operatorname{cth}(\theta_2 - b_2 l)\operatorname{sh} b_2 x]. \tag{52 bis}$$

Appliquées à l'extrémité de ligne ces équations donnent

$$V_1 = Ee^{-\frac{l}{2A}}\frac{\cos\theta_1}{\cos(b_1 l + \theta_1)}, \tag{53}$$

$$V_1 = Ee^{-\frac{l}{2A}}\frac{\operatorname{sh}\theta_2}{\operatorname{sh}(\theta_2 - b_2 l)}. \tag{53 bis}$$

En tenant compte de (53) et (53 *bis*) on pourra encore écrire

$$V = V_1\frac{e^{\frac{l-x}{2A}}}{\cos\theta_1}\cos[\theta_1 + b_1(l-x)], \tag{54}$$

$$V = V_1\frac{e^{\frac{l-x}{2A}}}{\operatorname{sh}\theta_2}\operatorname{sh}[\theta_2 - b_2(l-x)]. \tag{54 bis}$$

Pour calculer le courant nous nous servirons de la relation (47).

On a

$$\frac{\partial V}{\partial x} = e^{-\frac{x}{2A}}\left(B_1 b_1 + \frac{B_2}{2A}\right)\left[\operatorname{tg} b_1 l\cos b_1 x - \sin b_1 x\right] \tag{55}$$

$$\frac{\partial V}{\partial x} = e^{-\frac{x}{2A}}\left[\frac{B'_2}{2A} - B'_1 b_2\right]\left[\operatorname{th} b_2 l\operatorname{ch} b_2 x - \operatorname{sh} b_2 x\right], \tag{55 bis}$$

qui, en remarquant que,

$$B_1 b_1 + \frac{B_2}{2A} = Eb_1[\operatorname{tg}(b_1 l + \theta_1)\operatorname{tg}\theta_1 + 1],$$

$$\frac{B'_2}{2A} - B'_1 b_2 = Eb_2[\operatorname{cth}\theta_2\operatorname{cth}(\theta_2 - b_2 l) - 1],$$

nous donnent

$$jI = \frac{Eb_1}{\omega L_0}\left[1 + \operatorname{tg}(b_1 l + \theta_1)\operatorname{tg}\theta_1\right]e^{+\frac{x}{2A}}\left[\operatorname{tg} b_1 l\cos b_1 x - \sin b_1 x\right], \tag{56}$$

$$jI = \frac{Eb_2}{\omega L_0}\left[\operatorname{cth}\theta_2\operatorname{cth}(\theta_2 - b_2 l) - 1\right]e^{+\frac{x}{2A}}\left[\operatorname{tg} b_1 l\cos b_1 x - \operatorname{sh} b_2 x\right]. \tag{56 bis}$$

Or

$$\frac{b_1}{\omega} = \frac{b_1\lambda}{2\pi u} = \frac{\cos\theta_1}{u}, \tag{57}$$

$$\frac{b_2}{\omega} = \frac{b_2\lambda}{2\pi u} = \frac{\operatorname{sh}\theta_2}{u}. \tag{57 bis}$$

En remplaçant $\frac{b}{\omega}$ par sa valeur on trouve finalement

$$jI = \frac{E}{L_0 u}e^{+\frac{x}{2A}}\frac{\cos b_1 l}{\cos(b_1 l + \theta_1)}\left[\operatorname{tg} b_1 l\cos b_1 x - \sin b_1 x\right], \tag{58}$$

$$jI = \frac{E}{L_0 u}e^{+\frac{x}{2A}}\frac{\operatorname{ch} b_2 l}{\operatorname{sh}(\theta_2 - b_2 l)}\left[\operatorname{th} b_2 l\operatorname{ch} b_2 x - \operatorname{sh} b_2 x\right], \tag{58 bis}$$

Digitized by Google

ou encore

$$jI = \frac{E}{L_0 u} \frac{e^{\frac{x}{2A}}}{\cos(b_1 l + \theta_1)} \sin b_1 (l - x), \qquad (59)$$

$$jI = \frac{E}{L_0 u} \frac{e^{\frac{x}{2A}}}{\operatorname{sh}(\theta_2 - b_2 l)} \operatorname{sh} b_2 (l - x). \qquad (59\ bis)$$

L'impédance finale à l'émission s'écrira donc

$$\frac{E}{I_0} = j L_0 u \frac{\cos(b_1 l + \theta_1)}{\sin b_1 l}, \qquad (60)$$

$$\frac{E}{I_0} = j L_0 u \frac{\operatorname{sh}(\theta_2 - b_2 l)}{\operatorname{sh} b_2 l}. \qquad (60\ bis)$$

Tenant compte des équations (60) et (60 *bis*), nous pourrons encore écrire le courant sous la forme

$$I = I_0 e^{\frac{x}{2A}} \frac{\sin b_1 (l - x)}{\sin b_1 l}, \qquad (61)$$

$$I = I_0 e^{\frac{x}{2A}} \frac{\operatorname{sh} b_2 (l - x)}{\operatorname{sh} b_2 l}, \qquad (61\ bis)$$

et enfin le rapport de la tension à l'extrémité V_1 au courant à la base de l'antenne I_0 s'écrira

$$\frac{V_1}{I_0} = j L_0 u e^{-\frac{l}{2A}} \frac{\cos\theta_1}{\sin b_1 l}, \qquad (62)$$

$$\frac{V_1}{I_0} = j L_0 u e^{-\frac{l}{2A}} \frac{\operatorname{sh}\theta_2}{\operatorname{sh} b_2 l}. \qquad (62\ bis)$$

La longueur d'onde fondamentale d'un tel système se trouvera en annulant les équations (60), (60 *bis*) ou en rendant infinis les seconds membres des équations (53) et (53 *bis*).

Les deux façons de faire conduisent à

$$b_1 l + \theta_1 = \frac{\pi}{2}, \qquad (63)$$

$$b_2 l - \theta_2 = 0. \qquad (63\ bis)$$

Les équations (63) et (63 *bis*) sont représentées par la fonction de la figure 9 donnant le rapport $\frac{\lambda_0}{l}$ en fonction de $\frac{l}{2A}$. On remarque que pour A infini, le rapport est 4, résultat connu, qu'il augmente ensuite d'une façon continue quand $\frac{l}{2A}$ diminue, la valeur 2π étant atteinte pour l'amortissement critique correspondant à $\frac{l}{2A} = 1$.

Ce résultat est conforme avec la pratique où il n'est pas rare de constater des $\frac{\lambda}{l}$ de l'ordre de 5,5 à 6 et même

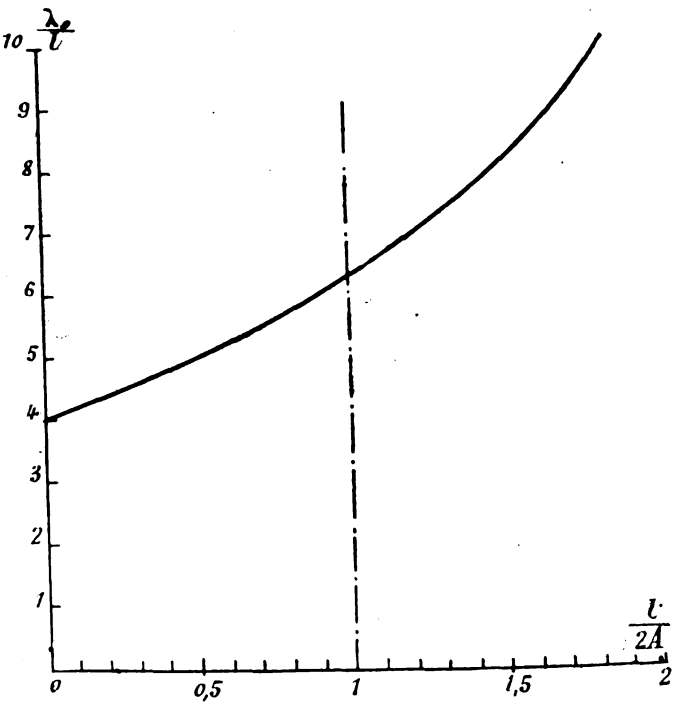


Fig. 9. — Représentation graphique des équations (63) et (63 *bis*).

plus, dans le cas d'éventails plus ou moins accentués ou d'antennes en T.

Nous calculerons maintenant comme précédemment $\int_0^l I dl$ pour nous donner une idée du rayonnement. Ceci revient à intégrer les équations (61) et (61 *bis*).

Nous remarquerons pour cela que

$$\int e^{\frac{x}{a}} \sin z dz = \frac{e^{\frac{z}{a}}}{\frac{1}{a^2} + 1} \left(\frac{\sin z}{a} - \cos z \right),$$

$$\int e^{\frac{x}{a}} \operatorname{sh} z dz = \frac{e^{\frac{z}{a}}}{\frac{1}{a^2} - 1} \left(\frac{\operatorname{sh} z}{a} - \operatorname{ch} z \right).$$

Digitized by Google

En posant $b(x-l)=z$, On obtient facilement

$$\int_0^l I\,dl = \frac{I_0}{\sin b_1 l}\cdot\frac{e^{+\frac{l}{2A}}}{b_1}\cdot\frac{1}{\frac{1}{4A^2b_1^2}+1}\left[e^{\frac{z}{2Ab_1}}\left(\frac{\sin z}{2Ab_1}-\cos z\right)\right]_{-b_1 l}^{0}$$

$$\int_0^l I\,dl = \frac{I_0}{\operatorname{sh} b_2 l}\cdot\frac{e^{+\frac{l}{2A}}}{b_2}\cdot\frac{1}{\frac{1}{4A^2b_2^2}-1}\left[e^{\frac{z}{2Ab_2}}\left(\frac{\operatorname{sh} z}{2Ab_2}-\operatorname{ch} z\right)\right]_{-b_2 l}^{0}$$

En tenant compte des égalités (51) et (53 *bis*) on peut écrire finalement ces expressions sous les formes ci-dessous

$$\int_0^l I\,dl = \frac{\lambda}{2\pi} I_0\left[e^{+\frac{l}{2A}}\frac{\cos\theta_1}{\sin b_1 l}-\frac{\cos(b_1 l-\theta_1)}{\sin b_1 l}\right], \quad (64)$$

$$\int_0^l I\,dl = \frac{\lambda}{2\pi} I_0\left[e^{+\frac{l}{2A}}\frac{\operatorname{sh}\theta_2}{\operatorname{sh} b_2 l}-\frac{\operatorname{sh}(\theta_2+b_2 l)}{\operatorname{sh} b_2 l}\right]. \quad (64\ bis)$$

En faisant dans la formule (64) A égal à l'infini et par suite $b_1=\frac{2\pi}{\lambda}$ et $\theta=0$ on retombe sur la formule (9 *ter*).

Dans le cas de l'onde fondamentale les formules (64) et (64 *bis*), se résolvent par des transformations faciles en la seule formule

$$\int_0^l I\,dl = \frac{\lambda_0}{2\pi}\left[e^{+\frac{l}{2A}}\cdot\frac{1}{\pi}\cdot\frac{\lambda_0}{l}\cdot\frac{l}{2A}\right], \quad (65)$$

formule applicable pour toute valeur de $\frac{l}{2A}$. Cette formule peut être facilement résolue en tenant compte de l'abaque de la figure 9.

Le coefficient de I_0 dans les formules (64), (64 *bis*) et (65) est désigné par les radiotélégraphistes sous le nom de *hauteur effective* de l'antenne. Les formules ci-dessus permettent de se rendre compte du rapport de la hauteur effective à la hauteur réelle l (bien entendu nous supposons ici l'antenne verticale, s'il en était autrement il faudrait faire intervenir l'angle).

Dans le cas particulier de l'onde fondamentale ce rapport est

$$\frac{1}{2\pi}\frac{\lambda_0}{l}\left[e^{+\frac{l}{2A}}-\frac{1}{\pi}\cdot\frac{\lambda_0}{l}\cdot\frac{l}{2A}\right]. \quad (66)$$

Ce rapport est $\frac{2}{\pi}$ pour A infini, croît à la valeur $e-2$ pour $\frac{l}{2A}=1$, passe par un maximum et décroît ensuite.

Lorsque l'onde émise n'est pas l'onde fondamentale, ce rapport est beaucoup plus complexe.

Il reste encore une question intéressante à déterminer c'est la résistance de rayonnement d'une telle antenne pour l'onde fondamentale. Nous admettons la formule connue

$$R = 160\pi^2\left(\frac{h}{\lambda_0}\right)^2 \text{ohms},$$

h étant la hauteur effective de l'antenne ; R la résistance du demi-oscillateur.

Cette formule nous donne immédiatement

$$R = 160\pi^2\left(\frac{\lambda_0}{2\pi}\right)^2\frac{\left(e^{+\frac{l}{2A}}-\frac{1}{\pi}\cdot\frac{\lambda_0}{l}\cdot\frac{l}{2A}\right)^2}{\lambda_0^2}\ \text{ohms}, \quad (67)$$

$$R = 40\left(e^{+\frac{l}{2A}}-\frac{1}{\pi}\cdot\frac{\lambda_0}{l}\cdot\frac{l}{2A}\right)^2\text{ohms}.$$

Pour A infini, la formule donne 40 ohms, valeur généralement admise.

Pour $\frac{l}{2A}=1$, on trouve 20 ohms seulement et d'une façon générale des valeurs d'autant plus faibles que $\frac{l}{2A}$ devient plus grand. Ceci est un second résultat conforme à la pratique.

Bien entendu pour connaître la résistance de rayonnement correspondant à des longueurs d'onde plus grandes que la fondamentale il faudrait partir des formules (62) et non admettre comme on le fait généralement une loi inversement proportionnelle aux carrés des longueurs d'onde.

Autre application. — Nous terminerons cette étude par un exemple, la comparaison d'une antenne unifilaire pour laquelle $A=\infty$ à une antenne pour laquelle $\frac{l}{2A}=1$, pour une même puissance mise en jeu, ces deux antennes émettant la même longueur d'onde (leur onde fondamentale : 600 m par exemple), le courant à la base de l'antenne unifilaire étant de I_0.

Digitized by Google

Nous négligerons les résistances autres que celles de rayonnement.

1 ANTENNE	2 ANTENNES
Hauteur : 150 mètres,	Hauteur : 95 mètres,
Résistance : 40 ohms,	Résistance : 20 ohms,
Courant à la base : I_0 amp.	Courant à la base : $1{,}4 I_0$ amp.(1)

Action à très grande distance. On sait que la composante du champ électrique est alors

$$\frac{2}{r} \cdot \frac{2\pi h}{\lambda} \cdot I_0$$

où h est la hauteur effective; par suite

1 ANTENNE	2 ANTENNES
$\frac{2 I_0}{r}$,	$\frac{2 I_0}{r}\ 1{,}4.0{,}718 \cong \frac{2 I_0}{r}$.

L'action à distance est la même dans les deux cas sensiblement, mais la première solution exige une antenne de 150 m de hauteur, et la seconde 95 m seulement.

H. CHIREIX,
Ingénieur à la Société française radio-électrique.

Revues, analyses et informations

Projet d'élargissement des règles concernant l'échauffement de la machinerie électrique (2).

L'auteur estime que les règles existantes concernant l'échauffement des machines électriques imposent de sévères et inutiles restrictions aux ingénieurs qui les calculent; elles ne remplissent pas leur but, et ne protègent pas complètement l'acheteur. Il est difficile de mesurer les températures qui déterminent réellement le point dangereux. Si la température maximum (et non moyenne) d'un point d'un enroulement isolé au coton dépasse 105°, il y a danger d'inflammation. Les règles et les essais devraient se rapporter à la température maximum qui peut exister en un point seulement de l'enroulement. L'écart entre la température maximum et la moyenne ne doit pas être trop grand, sinon il n'y a plus progrès et la construction économique n'est plus possible. L'élévation moyenne de température se mesure aisément par la variation de résistance, tandis que le point de température maximum ne peut être déterminé facilement et n'est pas accessible aux mesures. Les clauses relatives à l'élévation moyenne pourraient être maintenues, mais elles devraient être complétées par la limitation de la différence entre les points de température maximum moyenne.

Au lieu de considérer un nombre infini de lignes de chaleur allant des profondeurs de l'enroulement à la surface, l'auteur imagine que l'enroulement entier est un corps homogène à l'intérieur duquel la source de chaleur est uniformément distribuée. Il est relativement simple de traiter, ce corps hypothétique dans tous les cas pratiques. L'auteur développe sa méthode en détail, il montre quelles sont les suppositions à faire et dans quelles conditions les résultats peuvent être appliqués.

On emploie des bobines imprégnées dans presque toutes les machines : la conductibilité thermique interne de telles bobines est environ 3,5 fois celle de fils recouverts de coton et 1 2 3 fois celle du coton gommé-laqué.

Outre les bobines de transformateurs et de pièces polaires, il faut considérer aussi les bobines enroulées dans des encoches. Dans celles-ci, le transport de chaleur de l'intérieur de la bobine à la surface est moins important, la chaleur passant le long des encoches à l'extrémité des enroulements. Il n'existe qu'une faible différence de température entre fils à travers la section de la bobine, mais le gradient de température est considérable du centre à l'extrémité de la bobine.

A ce sujet, l'auteur calcule la température moyenne de l'intérieur de l'enroulement, et conclut que si nous supposons le gradient de température interne moyen moitié du maximum, on n'est pas en dehors d'une bonne hypothèse. Si on suppose l'excès maximum de température interne toujours inférieur à deux fois la moyenne, cette moyenne peut devenir la base de règles rationnelles se substituant aux règles arbitraires employées jusqu'ici. La méthode par variation de résistance ne donne pas le véritable gradient moyen interne de l'enroulement Le gradient thermique total est partie externe, partie interne; il varie selon une loi peu définie, mais la principale partie du gradient de température se trouve entre l'enroulement et l'air, et des températures superficielles de 50° ne sont pas rares sur les enroulements. Les mesures par variation de résistance donnent le gradient moyen total, et les mesures au thermomètre donnent le gradient externe. La différence représente la chute moyenne interne, et en l'ajoutant à la mesure par variation de résistance on obtient pour l'excès total de température une valeur qui n'est certainement pas atteinte actuellement. L'auteur suggère que les règles devraient spécifier, non pas la température moyenne permise de l'enroulement entier, mais la différence permise entre l'élévation moyenne totale doublée et l'élévation à la surface. Ce nouveau statut ajoute à la sécurité sans rien sacrifier de la sécurité apportée par les anciennes règles.

Considérons par exemple le cas d'un transformateur de 10 kv-A, 10000 390 v, 50 p : sec. Les enroulements sont concentriques, la bobine haute tension est à l'extérieur et un cylindre intermédiaire sert d'isolation électrique et thermique. Les chiffres donnés ci-dessous montrent que ce transformateur est conforme aux règles existantes, bien qu'il a peut-être une température maximum de 109°, laquelle surpasse le point dangereux pour le coton : chute maximum interne, 52°; chute moyenne, 35°; chute à la surface, 22°; élévation moyenne totale $= 35 + 22 = 57°$; élévation maximum $= 52 + 22 = 74°$, ce qui correspond à 109° si l'air ambiant est à 35°. La méthode de l'auteur révélerait le dangereux échauffement dans un cas comme celui-ci. La mesure par variation de résistance indiquerait une élévation moyenne de 52°; le thermomètre donnerait 22° à la surface; ensuite $2 \times 52 - 22 = 82°$, tandis que la différence permise entre la température limite de 105° (coton) et la température ambiante 35°, est 70°.

En plus de l'isolation des fils eux-mêmes, chaque millimètre d'isolation nécessite environ 1° de gradient de température quand la radiation est de 1 w : dm². Ce facteur est discuté par l'auteur et la règle modifiée qu'il préconise est comparée avec la base de fonctionnement généralement employée à l'heure actuelle pour les transformateurs à refroidissement à huile. On pourra économiser beaucoup de métal dans les grands alternateurs et transformateurs en adoptant la nouvelle manière de voir et, en même temps, on assurera une sécurité raisonnable pour les petites machines.

P. V.

(1) Ceci d'après la notion même de R, R étant une quantité telle que RI_0^2 représente la puissance réelle.

(2) M. VIDMAR. *Elektrot. u. Maschinenbau*, 3 et 4 février 1918, p. 49-52 et p. 64-66. *Science abstracts*, avril 1918, p. 151-153, 1100 mots.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Sur la préparation au four électrique de quelques métaux susceptibles d'utilisation industrielle

Dans ce travail, l'auteur envisage la production électrothermique de métaux et alliages dont la préparation est demeurée jusqu'à ces dernières années dans le domaine de la chimie ou de la métallurgie pures. La production, sur une échelle suffisante, de certains de ces éléments, a permis d'étudier leurs propriétés en détail et aussi de développer leurs applications. C'est ainsi que plusieurs métaux alcalino-terreux (baryum, calcium) sont devenus industriels et que ceux de la famille du chrome (métaux dits autrefois secondaires ou spéciaux) peuvent jouer actuellement un rôle important dans la métallurgie du fer et de l'acier.

Baryum. — Il est facile d'obtenir le baryum métallique au four électrique. Un mélange de baryte et de charbon placé dans cet appareil donne en effet le métal, celui-ci se volatilisant lentement. En faisant traverser le four par un courant d'hydrogène, on évite son oxydation et les vapeurs métalliques peuvent être recueillies dans un récipient où elles se condensent par refroidissement.

L'isolement du baryum s'explique par la formation de carbure de baryum, puis par sa dissociation qui met en liberté le métal tandis que le carbone demeure dans le four comme résidu. On a les deux équations suivantes :

$$BaO + C = C^2Ba + CO;$$
$$C^2Ba = 2C + Ba.$$

Guntz a utilisé l'aluminothermie pour la préparation du baryum, la réaction ayant lieu entre la baryte et l'aluminium. Or, il est possible de remplacer ce dernier métal par le silicium et d'effectuer l'opération au four électrique (procédé Matignon). Elle se produit avec une grande facilité d'après l'équation suivante :

$$3BaO + Si = SiO^3Ba + 2Ba.$$

Effectivement, si l'on mélange ces deux substances, baryte anhydre et silicium, dans les proportions théoriques de 3 molécules d'oxyde de baryum pour 1 atome de silicium, on constate que la réaction s'effectue régulièrement à 1 200°.

Pratiquement, on place le mélange précédent dans un tube d'acier fermé à une extrémité et chauffé dans un tube de porcelaine dans lequel on maintient le vide pendant toute la durée de l'opération. Le baryum, qui est volatil, distille et vient se condenser dans l'intérieur du tube d'acier, dans une région moins chauffée. On obtient ainsi du baryum renfermant 98,5 pour 100 environ de métal pur.

Cette préparation réussit également bien avec le silicium amorphe et avec les ferro-siliciums riches (90 à 95 pour 100 de silicium) qui sont aujourd'hui des produits de fabrication courante. Cependant, le ferro-silicium à 95 pour 100 est assez coûteux et, en outre, difficile à obtenir à cause de la volatilité de l'élément silicium au four électrique; on peut néanmoins admettre avec le ferro à 90 pour 100 une quantité de silicium effectif revenant à 0,50 fr environ par kilogramme d'alliage, cette dernière quantité étant susceptible de mettre en liberté 10 kg de baryum métallique.

La préparation se ramène donc à un chauffage qu'il faut réaliser électriquement pour sa bonne régularisation et qui, effectué dans une usine productrice de ferro-silicium avec de l'énergie à bon compte, n'est pas coûteux. Il apparaît donc que cette méthode de préparation du baryum est susceptible de le fournir à bon compte et d'en faire, si les besoins l'exigent, un métal tout à fait industriel.

Le baryum est blanc; il a la couleur de l'étain lorsqu'il est fraîchement coupé, mais il devient gris, puis noirâtre en absorbant l'azote de l'air. Il est mou comme le plomb, mais devient cassant lorsqu'il renferme quelques centièmes de mercure. Il fond vers 850° et émet déjà des vapeurs à 950° environ, bien que son point d'ébullition soit voisin de 1 150°. A l'état de poudre, il peut s'enflammer subitement, surtout si l'on exerce contre lui des frottements à l'aide d'un corps dur. Il s'allie facilement avec plusieurs métaux, et notamment avec le nickel.

Calcium. — Ce métal, dont les intéressantes propriétés chimiques justifient sa production en grand, peut être obtenu au four électrique par électrolyse et par électrothermie. Ce dernier procédé n'a malheureusement pas pu être encore appliqué industriellement. En dissociant à haute température le carbure de calcium au cours même de sa préparation, on obtient en effet, comme avec le carbure de baryum, d'une part du carbone qui reste dans l'appareil, et d'autre part du calcium qu'il est facile de condenser et de recueillir à l'état métallique.

Digitized by Google

En électrolysant dans des proportions données un mélange de chlorure de calcium, de chaux et de charbon, on obtient une masse dont la partie inférieure est constituée en majeure partie par du calcium; le restant est formé de carbure de calcium.

On peut également préparer du calcium sous forme de métal fondu ou cristallisé par l'électrolyse, à la température du rouge sombre, de l'iodure de calcium fondu, ce sel étant bon conducteur de l'électricité. L'électrode négative est constituée par du nickel pur et l'électrode positive par du graphite. La décomposition se produit aisément, l'iode se vaporisant rapidement et le calcium pouvant être recueilli à l'état de métal blanc fondu.

Mais c'est par l'électrolyse du chlorure de calcium seul ou additionné de sels appropriés qu'on arrive aux meilleurs résultats. Pour le traitement du *chlorure de calcium seul* on opère de la manière suivante :

On place dans un creuset de graphite servant d'anode une certaine quantité de chlorure de calcium que l'on fond au moyen d'un petit arc électrique; une tige de graphite verticale sert de cathode. Par des additions successives de chlorure de calcium solide, on emplit bientôt le creuset; puis, après ce premier phénomène de fusion produit par l'arc, on laisse l'électrolyse du chlorure s'effectuer, au moyen d'un courant de 10 à 15 A sous 120 V environ.

Il se forme dans ce cas une croûte solide à la partie supérieure du bain, ce qui permet d'opérer à l'abri du contact de l'air; il se dégage du chlore en abondance et du calcium est mis en liberté. Mais la résistance électrique du bain change rapidement et la formation probable d'un sous-chlorure fait varier également les conditions de l'électrolyse. Après une heure de marche, on arrête le courant et on brise le creuset. A l'intérieur de celui-ci se trouve une masse à cassure cristalline : la partie centrale projetée dans l'eau s'y dissout facilement en donnant un mélange gazeux formé d'acétylène et d'hydrogène, ce dernier gaz étant parfaitement pur; elle est constituée par du calcium métallique contenant une très faible quantité de carbure provenant de l'attaque des électrodes.

Le procédé Seward et Kugelgen emploie aussi comme électrolyte le chlorure de calcium fondu. Le principe du four utilisé est de séparer le métal avec une grande densité de courant en opérant sur le sel liquéfié par le courant; le métal à peine isolé est rapidement entraîné dans une partie plus froide de l'électrolyte avant qu'une quantité appréciable de calcium puisse se dissoudre à nouveau dans le sel fondu.

On emploie pour cela un récipient A (fig. 1) en fonte avec cathode B en fer ou acier et une anode C annulaire en graphite. Les deux électrodes sont isolées des parois du creuset par une épaisseur suffisante d'amiante a, tandis qu'une circulation d'eau D isole le reste du récipient extérieur en formant en m une couche de sel solidifié. Au-dessus de la cathode B, un serpentin b produit un anneau E suffisant pour protéger le métal formé.

Grâce à la forte densité de courant, le calcium s'isole à l'état de petits globules qui, lorsqu'ils [illegible] une dimension suffisante, se détachent de la cathode; ils viennent alors flotter à la surface, dans l'intérieur de l'anneau, où ils forment une masse résistante qu'on peut facilement recueillir sans qu'elle s'enflamme au contact de l'air.

L'emploi *de chlorure et de fluorure de calcium* (*fluorine*) *mélangés* permet d'obtenir un bain beaucoup plus fluide. La proportion de fluorine est de 20 pour 100 environ dans le mélange des deux sels qui, ainsi, permettent au courant d'agir d'une façon très uniforme. Le procédé Rathenau, utilisé industriellement aux usines de Bitterfeld (Allemagne), repose sur ce principe : on

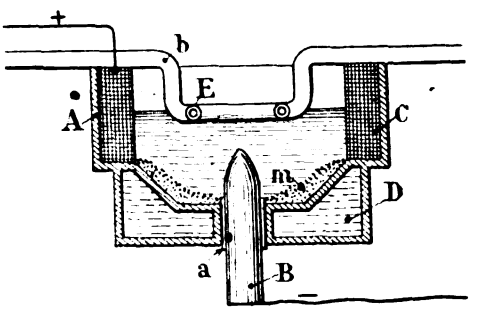


Fig. 1. — Appareil Seward et Kugelgen pour la fabrication électrolytique du calcium.

électrolyse un mélange de chlorure et de fluorure de calcium fondu au-dessous des points de fusion de chacun des deux composants. Pour réaliser une fabrication continue, on emploie une cathode de fer mobile qu'on soulève progressivement au fur et à mesure du dépôt; ainsi le calcium à peine déposé est isolé du bain fondu.

Utilisation industrielle. — Le calcium existe actuellement dans le commerce sous forme de métal contenant de 97 à 98,5 pour 100 de calcium pur. Sa densité varie entre 1,60 et 1,85; il est donc presque deux fois plus léger que l'aluminium. Il possède à peu près la teinte de l'argent. Il ne s'altère que lentement à l'air sec, mais très rapidement à l'air saturé d'humidité. Il brûle avec une flamme blanche très brillante et peut former avec quelques métalloïdes des composés intéressants. Sa dureté est supérieure à celle du sodium, du plomb ou de l'étain, comparable à celle de l'aluminium, mais légèrement inférieure à celle du zinc et du magnésium. Sa résistance à la rupture est de 0,61 kg : mm².

Allié à l'hydrogène, il forme un hydrure, capable de se décomposer au contact de l'eau avec élimination de l'élément gazeux combiné, d'après la réaction suivante :

$$CaH^2 + {}^2H^2O = CaO^2H^2 + 4H.$$

C'est là une des propriétés pratiques les plus intéressantes de ce métal : en effet, 1 kg d'hydrure de calcium pur peut dégager 1 140 litres d'hydrogène, à 20°. Cette combinaison a reçu le nom d'*hydrolithe* (Jaubert); sa préparation industrielle est des plus simples.

Le calcium est en outre très avide d'azote. Aussi

Digitized by Google

l'emploie-t-on en métallurgie pour affiner les fontes et les aciers, soit seul, soit sous forme d'alliages siliciés : *siliciure de calcium*, alliage *fer-calcium-silicium*, etc.

Alliages de calcium. — Parmi les autres alliages de calcium, on peut citer le *cupro-calcium*, alliage de cuivre et de calcium qu'on a plusieurs fois proposé pour l'affinage du cuivre; pour cette application, il est toutefois essentiel qu'il ne renferme pas de traces de silicium ; il possède une belle couleur jaune orangé et est très cassant.

Les alliages *plomb-calcium* ont une plus grande dureté que le plomb et sont moins malléables ; leur coupure est brillante mais se ternit rapidement au contact de l'air ; l'alliage de formule $Pb^3 Ca^2$ fond à 775° ; sa densité est de 7,6 ; il contient 12 pour 100 de calcium.

L'*aluminium* forme aussi avec ce métal des alliages intéressants. Leurs propriétés permettent de les utiliser industriellement, principalement lorsque leur teneur en calcium est élevée. En métallurgie, ils constituent un agent précieux de réduction en absorbant les gaz, hydrogène, oxygène, azote des métaux fondus et en formant avec eux des combinaisons stables à haute température. On a tout intérêt à obtenir des alliages riches en calcium.

Jusqu'à 8 pour 100 de calcium, ces alliages ont la couleur de l'aluminium. Ils sont un peu plus durs que ce métal. Ils se décomposent dans l'eau chaude en donnant de l'hydrogène. Ils sont stables dans l'eau froide et en présence de l'air. Entre 20 et 50 pour 100 de calcium ils sont très poreux et difficiles à polir. L'alliage à 20 pour 100 est fragile, cassant, de couleur blanc d'argent et offre une structure cristalline très brillante. Il dégage de l'hydrogène dans l'eau froide. Chauffé dans un courant d'azote ou d'hydrogène, il absorbe ces gaz en formant un azoture ou un hydrure de calcium.

Lorsque la teneur en calcium augmente, les alliages deviennent moins fragiles, mais ils sont de plus en plus instables à l'air et ils agissent sur l'eau avec une plus grande énergie. Il en est de même pour l'absorption des gaz.

Ces alliages sont généralement obtenus par l'électrolyse du chlorure de calcium en présence de l'aluminium. L'appareil comprend un four dans lequel on fond d'abord une certaine quantité d'aluminium que l'on recouvre de chlorure de calcium également fondu. Le récipient est relié au pôle négatif de la source d'énergie électrique, tandis que le pôle positif communique avec une électrode de charbon plongeant dans le bain de chlorure de calcium. Celui-ci est progressivement décomposé, de sorte que le calcium libéré se rend à la cathode d'aluminium où il donne naissance à l'alliage calcium-aluminium. On peut faire varier le pourcentage des éléments dans l'alliage en faisant durer plus ou moins l'opération électrolytique. Il est du reste facile de donner à celle-ci une marche continue.

Glucinium. — La réduction de la glucine, GlO, par le charbon au four électrique donne du carbure de glucinium mais non le métal. Par contre, on peut obtenir des alliages de glucinium en réduisant l'oxyde de glucinium par le charbon en présence du métal ou de l'oxyde du métal à allier.

C'est ainsi qu'il est facile de préparer des *alliages de cuivre et de glucinium* en utilisant les mélanges suivants en poids.

	N° 1.	N° 2.
Glucine	250	250
Oxyde de cuivre	500	1 900
Charbon	100	250

Les alliages à 50 pour 100 de glucinium se liment et se polissent très facilement ; ils peuvent être martelés à chaud et à froid et ne s'oxydent pas à l'air ; mais sous l'action de l'hydrogène sulfuré, ils se ternissent légèrement. L'acide nitrique les dissout très facilement. Un alliage composé de 0,5 pour 100 de glucinium et 99,5 pour 100 de cuivre possède une grande sonorité.

En suivant une marche identique à celle qui concerne la préparation des alliages cuivre-glucinium, on peut préparer également les alliages de glucinium avec les métaux usuels et avec un certain nombre de métaux réfractaires, tels que le chrome, le molybdène, le tungstène.

On peut obtenir du *glucinium métallique* en électrolysant le fluorure double de glucinium et de sodium fondu pur. En comprimant la poudre de métal réduit en cylindres que l'on fond entre 1 300 et 1 400° au four électrique, on obtient le métal pur à 99,5 pour 100. Il fond à 1280° C environ. L'impureté du métal primitif est due à la présence du fluorure de sodium retenu qui favorise la formation d'une pellicule d'oxyde laquelle, en présence d'oxyde de carbone, donne du carbure ; sa chaleur de fusion est de 277 calories par gramme, ce qui est la plus haute connue en raison du haut point de fusion et du faible poids atomique.

La dureté du glucinium est supérieure à 6 ; sa conductibilité n'est que le douzième de celle du cuivre.

Le *glucinium* et l'*aluminium* fondus sont miscibles, mais ne semblent pas s'allier car la solution solide contient seulement 8 pour 100 d'aluminium au maximum ; le point eutectique est 644° C.

Avec le *cuivre* il semble se former Cu^2Gl et $CuGl^2$; avec le *fer* on a probablement $FeGl^2$ qui fond entre 1 400 et 1 500° C. L'*argent* ne se combine pas au glucinium et donne seulement diverses solutions ; l'addition de proportions croissantes de glucinium développe sa ductilité et diminue sa dureté. L'étude des alliages avec le *magnésium* semble intéressante à plus d'un titre, mais ce dernier métal bout à la pression ordinaire au-dessous du point de fusion du glucinium et on ne peut savoir lequel des deux métaux est ou non miscible.

Cobalt. — Ce métal possède un certain nombre d'applications industrielles (aciers, alliages, etc.), qui nécessiteront sans doute d'ici peu sa préparation en assez fortes quantités. L'aluminothermie permet de l'obtenir

Digitized by Google

aisément en réduisant l'oxyde Co^3O^4 (1) par l'aluminium ; elle donne du cobalt exempt de carbone et ne contenant que 0,5 pour 100 d'aluminium. Mais on obtient des résultats aussi satisfaisants et plus économiques par l'emploi du four électrique ; on part également de l'oxyde Co^3O^4 qu'on additionne de la quantité voulue de charbon réducteur ; le tout est introduit dans un four à résistance ; le métal obtenu est suffisamment pur pour tous ses usages. Nous donnons ci-dessous l'analyse de trois échantillons obtenus dans ces conditions par la réduction électrothermique de l'oxyde de cobalt commercial à l'aide du carbone :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Cobalt.....	97,05 %	98,50 %	98,62 %
Nickel.....	1,50	0,65	0,50
Fer.....	1,00	0,58	0,15
Soufre.....	0,22	0,22	0,21
Carbone.....	0,20	0,47	0,13
Calcium.....	0,25	0,06	0,27
Silice.....	0,12	0,13	0,11

En employant comme carbone réducteur de l'anthracite pulvérisé, la réduction de l'oxyde de cobalt n'est pas suffisamment rapide pour être d'un intérêt pratique dans l'industrie, à moins d'atteindre 1 200° C au minimum (2). A cette température, on obtient un rendement à peu près complet de métal, la fusion étant de plus très rapide.

L'emploi de briquettes donne du cobalt plus pur, à 0,20 pour 100 seulement de carbone, et qui n'a pas besoin d'être refondu avant d'être livré au commerce. Ces briquettes, formées de l'oxyde, du charbon et d'une substance agglutinante, permettent d'effectuer la réduction à une température plus basse (800°) que celle correspondant à l'emploi du mélange en poudre.

On peut aussi obtenir du cobalt très pur, exempt de carbone, en réduisant l'oxyde par l'hydrogène dans un four électrique à tube. Cette réaction concerne surtout les travaux de laboratoire, car elle ne fournit que de petites quantités de métal. La réduction s'effectue au-dessus de 500° C. Entre 700 et 1 100 C°, elle est beaucoup plus rapide et complète.

L'oxyde de carbone peut remplacer l'hydrogène ; dans les usines où il est facile de se procurer ce gaz, son emploi constitue même un moyen économique et pratique de préparer de grandes quantités de cobalt pur. La réduction commence un peu au-dessus de 600° C ; elle est complète entre 750 et 900° C. Le procédé employé généralement consiste à placer dans le tube d'un four à résistance l'oxyde de cobalt desséché ; on le porte à la température désirée et, lorsque celle-ci demeure constante, on fait passer un courant d'oxyde de carbone.

Alliages de cobalt. — Les principales études relatives au cobalt, dans ces dernières années, concernent surtout son emploi dans la préparation des *aciers spéciaux*. Il en résulte que, dans les aciers, il augmente la résistance à la rupture et la limite d'élasticité, mais diminue les allongements. Son influence est comparable à celle du nickel, mais son prix très élevé (35 à 40 fr le kilogramme) rend difficile son application courante.

Cependant, on fabrique depuis peu à Sheffield, un *acier au cobalt et au chrome* qui possède des qualités remarquables. Cet acier sans tungstène se comporterait comme les aciers rapides. Sa température de fusion est inférieure à celle de l'acier au tungstène (acier rapide) ; de plus, sa fluidité est telle qu'il serait possible de le couler sous forme de fraises, de jauges, de forets et produits similaires. On peut le faire revenir à la manière ordinaire et le rendre ainsi assez doux pour que l'on puisse facilement l'usiner ; on peut également le forger sans difficulté. On augmente sa dureté en le chauffant à 1 100° C ; le refroidissement se fait à l'air simplement, sans avoir recours à un soufflage énergique. Ces précieuses qualités donnent au nouvel acier un champ très vaste d'applications, surtout dans la fabrication si délicate des fraises, où l'on peut difficilement se servir de l'acier rapide d'une manière courante. Les forets hélicoïdaux faits avec cet acier sont, paraît-il, beaucoup moins fragiles que ceux en acier rapide et supportent sans danger des manipulations assez rudes. A l'état fondu, mais après traitement thermique, il possède exactement les mêmes qualités de coupe que le même acier forgé ou laminé que l'on aurait trempé. La pointe d'un gros tour fait avec cet acier a pu travailler, sans être rectifiée, pendant sept mois ; le tour, actionné directement par courroie, absorbait 35 ch. Les pointes de ce même tour en acier rapide (18 pour 100 de tungstène), duraient environ trois mois, mais exigeaient un ou deux meulages ; des pointes en acier au carbone ne duraient jamais plus de trois semaines et encore fallait-il les meuler deux ou trois fois par semaine.

Les *alliages de cobalt et de chrome* sont aussi employés pour la fabrication d'objets demandant un brillant vif et durable et qui, aussi, doivent posséder une grande dureté, une résistance aussi élevée que possible à la corrosion et à l'oxydation. On les emploie pour faire des étalons de mesures et de poids concurremment au platine. On les utilise aussi pour remplacer l'acier doux recuit dans la fabrication des outils tranchants tels que couteaux, instruments de chirurgie (silvéroïde). Ils possèdent l'intéressante propriété de prendre avec la plus grande facilité la forme qu'on veut leur donner quand on les travaille au rouge.

L'alliage à 10 pour 100 de chrome et 90 pour 100 de cobalt a une dureté satisfaisante sans être fragile, mais il ne résiste pas à la corrosion comme l'alliage à 15 ou

(1) Les principaux minerais de cobalt sont : la *smaltine* ou *cobalt arsenical*, $CoAs^2$ ou (Co, Fe) As^2, qui contient environ 30 pour 100 de cobalt (Saxe) ; l'*asbolane*, minerai oxydé double de manganèse et de cobalt, qui en renferme de 2 à 20 pour 100 (Nouvelle Calédonie) ; la *cobaltine*, CoAsS, arséniosulfure qui, à côté du fer et du nickel, renferme environ 35 pour 100 de cobalt (Silésie, Suède, Norvège, Angleterre).

(2) H. T. Kalmus. *Préparation du cobalt métallique par la réduction de l'oxyde au four électrique.* — Une brochure in-8°, Ottawa, ministère des Mines, n° 260 (1916).

Digitized by Google

30 pour 100 de chrome. Cependant l'alliage contenant 30 pour 100 ou plus de ce dernier métal convient très bien pour les outils tranchants ; mais il est nécessaire qu'il soit exempt de soufre et de carbone. On fabrique ces différents alliages au four électrique en raison de la température très élevée qu'ils nécessitent.

On prépare également des alliages de cobalt remplaçant l'acier dur, avec deux ou plusieurs métaux tels que le chrome, le tungstène, le molybdène et l'uranium. De préférence, on emploie le chrome dans une proportion variant de 5 à 60 pour 100, le pourcentage total des autres éléments variant entre 60 et 5 pour 100 environ. Pour la coutellerie et les outils à bois, on utilise l'alliage suivant :

Cobalt	70 pour 100
Chrome	25
Tungstène	5

On fabrique également l'alliage ci-dessous :

Cobalt	35 à 60 pour 100
Tungstène	50 à 25
Chrome	15

Il est plus dur que le précédent et sert pour les outils de tours.

L'alliage correspondant au mélange suivant :

Cobalt	31,8 pour 100
Cuivre	68,2

se signale par sa ténacité, sa malléabilité et ses propriétés magnétiques. Celui ayant pour composition :

Cobalt	20 pour 100
Etain	80

se laisse légèrement forger.

Nickel. — Le principal minerai de nickel employé pour la préparation de ce métal, est la *garniérite*, que l'on trouve en grandes quantités à la Nouvelle-Calédonie. C'est un silicate hydraté de nickel et de magnésium, accompagné de différents autres silicates, de chromite et de divers minéraux. La quantité de fer qu'il contient dépasse presque toujours la teneur en nickel, de sorte que, par réduction et fusion, on obtient un mélange de divers éléments, très riche en fer.

Ce minerai peut être traité dans un haut fourneau comme s'il s'agissait de faire de la fonte de fer, mais cette manière d'opérer n'est bonne que s'il s'agit de produire simplement une fonte nickelifère. Elle ne l'est plus si l'on veut extraire le nickel de la fonte nickelifère.

La garniérite peut être réduite au four électrique aussi bien que dans le haut fourneau, mais la fonte nickelifère obtenue, est non seulement très carburée, mais renferme une forte proportion de silicium provenant de la réduction des silicates. Il faudrait donc affiner cette fonte nickelifère sur la sole d'un four à réverbère ou dans un convertisseur Bessemer pour arriver au nickel.

Le four électrique permet de faire des fontes titrant de 35 à 60 pour 100 de nickel, suivant la qualité des minerais traités, comme celles qu'on arrive, du reste, à faire avec les fours ordinaires. Mais il est difficile de dire si l'emploi des fours électriques est plus avantageux et il reste à trouver un procédé économique d'affinage de la fonte nickelifère.

Des essais de traitement de minerai de la Nouvelle-Calédonie ont été faits dans plusieurs usines électrochimiques des Alpes, et actuellement une petite usine de 1500 ch installée à Tao, en Nouvelle-Calédonie, commence à produire un peu de fonte nickelifère.

La question de savoir s'il n'y a pas intérêt à pousser plus loin la métallurgie du nickel sur place au lieu de fondre simplement des mattes a été sérieusement envisagée. Plusieurs électrométallurgistes se sont attaqués au problème et ont cherché à préparer le métal en utilisant les chutes d'eau nombreuses dans le pays. Ils se sont malheureusement tous butés à la difficulté de ne pouvoir obtenir un produit sans une teneur élevée en silicium (5 à 10 pour 100). Le traitement de la garniérite n'a jusqu'ici permis de préparer au four électrique que du *ferro-nickel* renfermant généralement 40 pour 100 de nickel ; on a atteint exceptionnellement 70 pour 100. Mais le *nickel pur* ne peut être préparé dans ces conditions.

Le traitement électrothermique de l'*oxyde de nickel* ou des *minerais oxydés* a été essayé et paraît donner, en principe, de bons résultats. Il consiste en une réduction effectuée en présence d'une proportion convenable de silice et de charbon, de manière à obtenir un siliciure de nickel qu'on affine dans un four électrique en présence d'une proportion calculée d'oxyde de nickel ; l'élimination du soufre s'effectue par l'introduction dans le four d'une faible quantité de silico-manganèse. On aurait successivement les deux réactions ci-dessous :

$$2\,NiO + SiO^2 + 4\,C = SiNi^2 + 4\,CO\,;$$
$$SiNi^2 + 3\,NiO = 4\,Ni + 3\,SiO^3Ni.$$

Si, comme c'est le cas le plus général, on traite des minerais de nickel oxydés par grillage préalable de la garniérite, il faut tenir compte de l'oxyde de fer contenu dans ce minerai.

L'opération de réduction s'effectue donc d'après l'équation :

$$\underbrace{(1,2NiO + 0,6Fe^2O^3 + 3,5MgO + 0,2Al^2O^3 + 8,4SiO^2)}_{\text{Minerai silicaté à 70 pour 100 de nickel}} + 5,4\,C =$$
$$= \underbrace{0,6\,(SiNi^2 + SiFe^2)}_{\text{Fonte riche en silicium}} + \underbrace{(3,5MgO + 0,2Al^2O^3 + 7,2SiO^2)}_{\text{Scorie de réduction}} + 5,4\,CO.$$

L'affinage se fait en présence d'oxyde de nickel seulement, l'opération de réduction ayant donné naissance à un siliciure double de nickel et de fer. Ce dernier, en présence d'oxyde, produit la réaction suivante :

$$(SiNi^2, SiFe^2) + 6\,NiO = 8\,Ni + 2\,SiO^3Fe.$$

Le silicate de fer, qui forme la scorie d'affinage, peut

Digitized by Google

ensuite retourner au four électrique de réduction pour régénérer le siliciure de nickel ou le siliciure double de nickel et de fer.

Il y aurait un grand intérêt à pouvoir préparer économiquement le nickel, étant donnés les emplois de ce métal pour la fabrication des aciers et de nombreux alliages : nickelo-manganèse, nickelo-chrome, nickelo-silicium, nickelo-ferro-silicium, nickelo-tungstène, nickelo-molybdène, nickelo-vanadium, ferro-nickel, platinite, métal invar de Guillaume, etc. Il semble que les procédés électrothermiques, sans être encore complètement au point, ne sont pas éloignés de la période industrielle.

Titane. — Les minerais de titane sont très abondants. La plupart se trouvent en Suède, en Norvège et au Canada. Le principal minerai est le *rutile*, TiO^2. Dans ces dernières années, on s'est aussi préoccupé de l'exploitation des sables de Java qui constituent de véritables mines de fer titanifère ; ils renferment 10, 20 et parfois 40 pour 100 de titane.

On obtient facilement de la fonte de titane au four électrique en réduisant le rutile par le carbone ou l'aluminium. Cette fonte contient une proportion variable de carbone suivant l'intensité du courant ; elle possède une cassure très brillante. On peut la purifier en la traitant à nouveau au four électrique en présence d'acide titanique. En prenant les précautions nécessaires pour éviter l'action carburante de l'arc, Moissan a pu obtenir un métal ne contenant que 2 pour 100 de carbone et ni azote ni silicium.

Rossi a proposé de préparer le titane en projetant de l'acide titanique sur un bain d'aluminium fondu au four électrique ; à part l'emploi de ce dernier appareil, cette méthode avait déjà été indiquée par Moissan.

Le titane a l'aspect de l'acier poli. Sa cassure est brillante et blanchâtre ; il est assez friable, fragile à froid et forgeable au rouge sombre. Il se laisse très difficilement étirer en fils fins. Sa densité varie entre 4,5 et 4,87. Sa dureté est assez grande, car il peut rayer facilement l'acier et le quartz. Son point de fusion est compris entre 1800 et 1850°. Le chlore l'attaque à 325° avec incandescence, le brome à 360° et l'iode à une température encore plus élevée. Il brûle à 610° dans l'oxygène et se transforme en azoture à une température voisine de 800°, lorsqu'on le fait traverser à l'état pulvérulent par un courant de chlore.

Le titane pur s'emploie surtout pour la fabrication des filaments de lampes à incandescence ; sa résistance électrique est en effet très élevée. A l'état d'alliage, on l'utilise principalement à l'état de *ferro-titane* comme absorbeur de phosphore et d'azote. C'est par cette propriété qu'il rend de grands services dans la métallurgie de l'acier. Les alliages de titane et de manganèse sont employés en fonderie. Ceux de titane et de tungstène servent à fabriquer des filaments de lampes à incandescence (filaments Heany et Allen). On a également préparé des alliages de titane et d'aluminium. Le carbure de titane est utilisé pour la fabrication des électrodes de certaines lampes à arc.

La *titane-thermite* est un mélange d'aluminium et d'oxyde de titane pulvérisés ; on l'emploie concurremment au ferro-titane pour absorber l'azote dans les aciers et diminuer les soufflures ; l'azoture de titane se forme, en effet, aisément dès que le titane se trouve au contact de l'azote ou même simplement de l'air à une température suffisamment élevée.

Manganèse. — Ce métal a comme principaux minerais la *pyrolusite*, MnO^2, et la *rhodonite*, SiO^3Mn. Le plus employé, grâce au grand nombre de ses gisements et de ses variétés, est la pyrolusite qu'il est facile de transformer par la chaleur en oxyde salin, Mn^3O^4.

On a toujours éprouvé de réelles difficultés à obtenir du manganèse pur, vu son affinité pour le carbone et la facilité avec laquelle le carbure de manganèse CMn^3 entre en solution dans le métal. On le prépare généralement par voie aluminothermique ; il est assez pur et renferme comme principales matières étrangères de la silice (1,3 pour 100), du fer (1,2 pour 100) et de l'aluminium (1,4 pour 100).

Le four électrique permet d'obtenir du manganèse par réduction de l'oxyde à l'aide du charbon. En présence d'un excès d'oxyde, on peut ainsi préparer un métal ne renfermant pas plus de 3 à 5 pour 100 de carbone. On a les deux équations suivantes :

$$Mn^3O^4 + 5\,C = CMn^3 + 4\,CO$$
$$4\,CMn^3 + Mn^3O^4 = 15\,Mn + 4\,CO.$$

Pour décarburer CMn^3, on peut utiliser le carbonate de manganèse

$$2\,CMn^3 + CO^3Mn = 7\,Mn + 3\,CO.$$

On peut aussi partir du minerai carbonaté ou *dialogite*, CO^3Mn, qu'on transforme d'abord en Mn^3O^4, puis en siliciure à l'aide d'un mélange de silice (sable blanc) et de charbon contenant le moins possible de cendres (anthracite anglais ou coke de pétrole)

$$2Mn^3O^4 + 3\,SiO^2 + 14\,C = 3\,SiMn^2 + 14\,CO.$$

Le siliciure, en présence d'une nouvelle quantité d'oxyde Mn^3O^4 et de chaux, donne du manganèse et une scorie formée de silicate de calcium

$$2\,SiMn^2 + Mn^3O^4 + 2\,CaO = 7\,Mn + 2\,SiO^3Ca.$$

On évite ainsi, en grande partie, le présence du carbone.

Nous donnons ci-dessous la composition d'échantillons de manganèse électrothermique provenant des usines électrothermiques Blackwell, Son and Co, de Liverpool :

	N° 1.	N° 2.
Manganèse.....	95 à 98 %	99 %
Fer.....	2 à 4	1
Carbone.....	moins de 5	0

On a utilisé, au laboratoire, l'électrolyse de fluorures additionnés d'oxyde de manganèse, comme pour la pré-

Digitized by Google

paration de l'aluminium. Ce procédé donne un métal assez pur, mais il est trop coûteux pour être susceptible d'une extension industrielle.

Le manganèse, seul ou à l'état d'alliages (ferro-manganèse, silico-manganèse, cupro-manganèse, etc.) a des applications industrielles importantes. A l'examen micrographique, le métal pur présente une série de polygones analogues à ceux de la ferrite, avec des inclusions sombres et claires; les premières sont vraisemblablement du sulfure de manganèse, les autres sans doute des combinaisons Si-Al-Mn. Le manganèse renfermant un peu de carbone, soit de 0 à 3,6 pour 100, montre, à l'état trempé, des grains polygonaux renfermant, pour le métal carburé, un constituant de transition.

Chrome. — Le principal et presque unique minerai de chrome est la *chromite*, FeO, Cr^2O^3. Les gisements les plus abondants se trouvent en Rhodésia, Nouvelle-Calédonie (mines de Tiebaghi à 57 pour 100 de Cr^2O^3), Turquie, Russie et Grèce. On en exploite aussi des quantités plus ou moins importantes dans l'Amérique du Nord, les Indes et la Bosnie.

Les méthodes aluminothermiques donnent du chrome pur, mais on peut utiliser aussi le four électrique, par exemple en réduisant le sesquioxyde de chrome par le charbon. On obtient ainsi une fonte de chrome contenant environ 10 pour 100 de carbone. Cette fonte peut être affinée en la concassant et la chauffant à nouveau au four électrique en présence d'une brasque d'oxyde de chrome. Le métal préparé dans ces conditions présente la composition suivante :

Chrome	98,96 pour 100
Carbone	0,21
Manganèse	0,10

Il est caractérisé par son éclat brillant, sa dureté et, malgré cela, sa facilité à se laisser polir. Sa densité est de 6,9 environ. Il fond vers 2 000°.

La réduction du sesquioxyde en présence de silice donne du siliciure de chrome d'après la formule

$$Cr^2O^3 + SiO^2 + 5C = SiCr^2 + 5CO.$$

Ce siliciure peut être réduit à son tour d'après l'équation suivante :

$$3\,SiCr^2 + 2\,Cr^2O^3 + 3\,CaO = 10\,Cr + 3\,SiO^3Ca.$$

On peut remplacer dans la première formule le sesquioxyde de chrome par le chlorure de chrome qui donne un siliciure, puis un métal très pur. Ce procédé est malheureusement assez coûteux.

Le chrome est surtout utilisé en métallurgie pour la fabrication de certains alliages durs et résistants. Les *ferro-chromes* sont spécialement employés pour la fabrication des aciers spéciaux au chrome, des aciers à coupe rapide, des aciers au nickel-chrome, au chrome-silicium, etc. A l'état d'alliages binaires il entre dans la composition du *cupro-chrome* ou *bronze chromé*, du *nickelo-chrome*, des alliages *chrome-aluminium*, *chrome-tungstène*, *chrome-molybdène*, du *silico-chrome*, des *siliciures doubles de fer et de chrome*, de plusieurs ferro-alliages complexes tels que le *ferro-chrome-aluminium*, le *ferro-silico-chrome*.

L'alliage ternaire *chrome-cuivre-nickel* est utilisé depuis peu pour la construction des appareils industriels et de laboratoire destinés à contenir des liquides acides; il possède en effet une grande inertie chimique vis-à-vis des acides minéraux et organiques.

Le chrome métallique plus ou moins carburé est employé comme résistance de chauffe dans certains fours électriques à tube de laboratoires. Pour cette application, on le réduit en grains plus ou moins fins et mélangé ou non à des corps conducteurs ou semi-conducteurs, tels que le graphite, le carborundum, etc.

Molybdène. — Le principal minerai de molybdène est la *molybdénite*, MoS^2 (Australie, Scandinavie), qu'on traite, soit directement, soit transformée en acide molybdénique ou en bioxyde de molybdène.

On peut obtenir directement du molybdène à l'aide de la molybdénite en chauffant simplement cette dernière au four électrique. Pratiquement, le minerai est généralement assez pur pour pouvoir être employé sans traitement préalable. Le soufre s'élimine peu à peu et on obtient un métal ne renfermant que très peu de fer.

En chauffant au four électrique un mélange de molybdénite et de bioxyde de molybdène, on obtient un métal renfermant environ 98,5 pour 100 de molybdène et seulement 0,7 pour 100 de soufre. On a l'équation suivante :

$$MoS^2 + 2\,MoO^2 = 3\,Mo + 2\,SO^2.$$

On traite parfois aussi la molybdénite au four électrique par le charbon en présence de la chaux

$$MoS^2 + 2\,C + 2\,CaO = Mo + SCa + 2\,CO.$$

Le métal obtenu contient de 3 à 4 pour 100 de soufre.

On arrive à de meilleurs résultats en chauffant un mélange de molybdénite, de chaux et de fluorure de calcium (fluorine) dans un four à arc ou à résistance. Si l'on emploie un courant trop puissant, soit 600 à 800 A sous 110 v, il ne se forme pas de molybdène métallique, mais un sulfure du type Mo^2S^3. Avec un courant de 70 à 100 A sous 35 v environ, on obtient un métal dont la pureté dépend de la quantité de chaux employée. Lorsqu'on élimine le fer par un traitement à l'acide chlorhydrique, cette méthode permet de produire un métal très pur et répondant à la composition suivante :

Molybdène	98,95 pour 100
Fer	0,67

Il est relativement doux et peut être travaillé à froid et forgé à chaud; il possède une structure cristalline. Avec 94,31 pour 100 de molybdène et 4,58 pour 100 de fer, on a un métal fragile doué d'une grande dureté et qui peut être usé seulement par une meule de carborundum. L'aspect plus ou moins fondu et l'homogénéité du

Digitized by Google

métal ainsi préparé dépendent en grande partie de sa teneur en fer.

La réduction du bioxyde de molybdène par le charbon donne un métal assez pur. Ce procédé est utilisé, soit pour la préparation du métal en lingots, soit pour la fabrication des filaments de lampes électriques. On doit avoir soin de brasquer le mélange par du bioxyde de molybdène qui évite la carburation du métal ou réduit le carbure s'il prend naissance au cours de la réaction. On a alors successivement les deux réactions

$$2\,MoO^2 + 5\,C = C\,Mo^2 + 4\,CO$$

et

$$2\,CMo^2 + MoO^2 = 5\,Mo + 2\,CO.$$

Le métal obtenu dans ces conditions présente l'une des compositions suivantes :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Molybdène.....	99,98 %	99,37 %	99,78 %
Carbone.....	0,00	0,01	0,00
Scories.....	0,13	0,28	0,17

C'est donc un métal très pur et qui, de plus, peut être préparé assez rapidement.

Pour la fabrication des fils électriques, les filaments de charbon sont soumis à l'action thermique d'un courant électrique en présence d'hydrogène dans une atmosphère de pentachlorure de molybdène Cl^5Mo qui les transforme en carbure de molybdène. On les introduit ensuite dans du bioxyde MoO^2 en poudre très fine qui, comme dans la réaction précédente, isole le molybdène à l'état de métal pur.

Le bioxyde de molybdène peut être remplacé par du molybdate de calcium. On part de fonte à 3 pour 100 environ de carbone qu'on chauffe en présence d'alumine et de molybdate et qui donne la réaction ci-dessous :

$$9\,CMo^2 + 3\,MoO^4Ca + Al^2O^3 = 21\,Mo + Al^2O^6Ca^3 + 9\,CO.$$

La fonte de molybdène peut, soit être introduite dans le bain à poudre, soit former les électrodes. L'amorçage du four est facilité en plaçant dans l'appareil une barre mince de métal qui laisse d'abord passer le courant, fond ensuite et permet une fusion partielle du bain, nécessaire pour la marche régulière du four.

Par électrolyse du chlorure double de molybdène et de sodium, on obtient un métal bien exempt de carbone. Cette opération s'effectue avec un four électrique semblable à ceux servant pour l'extraction de l'aluminium. Ce procédé donne du molybdène très pur, mais il est assez coûteux, vu qu'il entraîne la préparation du chlorure double qui est assez compliqué à partir de la fonte du carbure de ce métal.

Utilisation industrielle. — Le molybdène pur est blanc brillant. Il fond entre 1800 et 2000°. Sa densité est voisine de 9. Il est malléable à froid et forgeable à chaud comme le fer et il se laisse limer et polir avec facilité. Sa dureté est inférieure à celle du verre qu'il ne peut rayer. La propriété qu'il possède de donner par oxydation au contact de l'air ou de l'oxygène, à température moyennement élevée, un oxyde volatil, l'acide molybdique, peut le rendre précieux pour certaines opérations métallurgiques. En effet, il présente sur le manganèse et l'aluminium, fréquemment utilisés pour faire passer dans la scorie l'oxygène occlus dans le fer (première période au Bessemer), deux avantages importants : il supprime immédiatement du bain liquide l'oxygène grâce à la volatilité de l'acide molybdique formé et, de plus, s'il est en léger excès dans le métal, augmente les qualités de l'acier produit au point de vue de ses emplois. On lui substitue cependant presque toujours le ferro-molybdène qui est plus fusible et moins difficile à obtenir régulièrement.

Tungstène (1). — Le tungstène est un métal dont les emplois ont subi une progression des plus rapides depuis une quinzaine d'années. Vers 1910, la production de concentrés à 60 p. 100 d'anhydre tungstique à partir du minerai était de 200 t environ ; elle est passée, au cours de ces dernières années, à 6000 t, ce qui représente environ 10000 t de minerais. Le principal minerai est le *wolfram*, tungstate double de fer et de manganèse répondant à la formule TuO^4 (Mn, Fe). On le rencontre surtout en Australie, en Nouvelle-Zélande, au Colorado, dans l'Arizona et le Montana, au Portugal, au Tonkin et aux Indes.

Préparation. — *Tungstène compact.* — Le procédé habituel de traitement est le suivant : 1° production de concentrés à 60 ou 70 pour 100 d'oxyde ; 2° transformation en acide tungstique par l'action du carbonate de sodium sur l'oxyde en fusion, lessivage de la matière fondue et précipitation par un acide qui est généralement l'acide chlorhydrique ; 3° concassage des gâteaux d'acide tungstique, séchage et réduction par le carbone. Le métal ainsi obtenu peut titrer jusqu'à 99,5 pour 100 de tungstène et seulement 0,5 pour 100 de carbone.

Pratiquement, l'emploi du four électrique pour cette réduction est très avantageux et, si l'on prend soin de mettre un excès d'oxyde, on obtient un métal très pur. On peut cependant préparer d'abord du tungstène légèrement carburé par réduction du wolfram en présence de coke. La fonte obtenue (2) est ensuite traitée dans une seconde opération par de l'acide tungstique. On obtient ainsi un métal très brillant correspondant aux compositions suivantes :

	N° 1.	N° 2.
Tungstène.....	99,76 %	99,82 %
Carbone.....	0	0
Scories.....	0,8	0,09

(1) Rappelons à ce propos l'étude très complète sur le tungstène, faite au point de vue économique, due à M. Pector et publiée dans la *R. G. E.*, 30 et 27 juillet 1918, t. IV, p. 87-94 et 121-126.

(2) On prend : minerai, 100 parties ; coke, 14 parties. La fonte obtenue renferme 92,5 pour 100 de tungstène, 2,37 pour 100 de fer et 5,21 pour 100 de carbone avec un minerai à 71,7 pour 100 de $Tu\,O^3$, 7,6 pour 100 de FeO, 18,3 pour 100 de MnO, 1,7 pour 100 de SiO^2, 2,3 pour 100 de CaO.

Digitized by Google

L'absence de carbone est mise en évidence par le spectroscope qui dénote un métal totalement exempt d'impuretés. Il est bien évident que, pour arriver à ce résultat, le charbon et l'acide utilisés doivent être eux-mêmes très purs.

La réduction, par le siliciure de tungstène, de l'acide tungstique ou du tungstate de calcium, en présence de la chaux, donne également du tungstène très pur. On a la réaction

$$Si^3 Tu^2 + 2\,Tu O^4 Ca + Ca O = 4\,Tu + 3\,Si O^3 Ca.$$

On a proposé également plusieurs méthodes d'électrolyse ignée, telles que celles du paratungstate de lithium fondu, du chlorure double de tungstène et de sodium, du bioxyde de tungstène en solution dans du fluorure de calcium fondu. Ces méthodes n'ont pas été étendues à l'industrie et sortent à peine de la période des essais.

Filaments de tungstène. — Pour la fabrication des filaments de lampes électriques au tungstène, on emploie des procédés assez variés. Nous ne décrirons que ceux dans lesquels intervient l'énergie électrique comme agent thermique, laissant de côté les procédés chimiques purs qui ne rentrent pas dans le cadre de cette étude. A ce titre, nous devons tout d'abord signaler la méthode par *dissociation électrothermique* d'alliages ou mélanges intimes de tungstène et d'autres métaux (nickel, cadmium, cuivre), plus aisément volatilisables que le tungstène.

Dans ce but, de la poudre de tungstène est mélangée et agglomérée par pression avec l'un des métaux précédents à l'aide d'un agglutinant de manière à former des bâtonnets. Ceux-ci, d'un diamètre de plusieurs millimètres et d'une longueur de 2 à 3 cm sont chauffés dans un four électrique, lentement d'abord, puis avec une intensité de courant suffisante, de manière à atteindre 1 400° environ. Le mélange métallique a alors l'aspect brillant et peut être laminé et étiré en fils très minces. On l'introduit ensuite sous une cloche à vide où il est soumis à l'action d'un courant très puissant qui le porte à 2 700° environ : le métal mélangé au tungstène est ainsi volatilisé et ce dernier seul subsiste.

Pour pouvoir chauffer les barreaux à une telle température, il faut naturellement disposer d'appareils spéciaux. La figure 2 représente le type de four électrique le plus généralement employé. L'enveloppe S du four munie de tubulures a et b pour l'entrée et la sortie de l'hydrogène, est en fonte et elle est revêtue intérieurement de graphite. La paroi A du four est amovible et se trouve fixée en temps normal par des vis avec écrous à oreilles. La paroi opposée a deux regards b et c pour permettre de surveiller l'opération. Les électrodes en cuivre d et e sont à circulation d'eau. L'inférieure e est fixe, tandis que l'autre, suspendue à un câble passant sur les galets h est équilibrée par le contrepoids n et peut coulisser dans le couvercle isolé du four. Elle porte une cloche u qui plonge dans un cylindre k rempli de mercure. Le barreau à traiter est fixé aux électrodes par des griffes à ressort. On le monte d'abord entre les électrodes, puis on ferme le four et on le remplit d'hydrogène, puis on fait passer le courant. Il faut avoir soin d'éliminer complètement l'oxygène avant l'opération. Le retrait du barreau pendant la calcination atteint 14 pour 100 environ. Pour chauffer des barreaux de 16 à 20 mm² de section, il faut environ 53 A : mm² pour 2 650° et 57 A : mm² pour 2 750°.

Ce dispositif présente l'inconvénient de ne pas échauffer les deux extrémités des barreaux de tungstène,

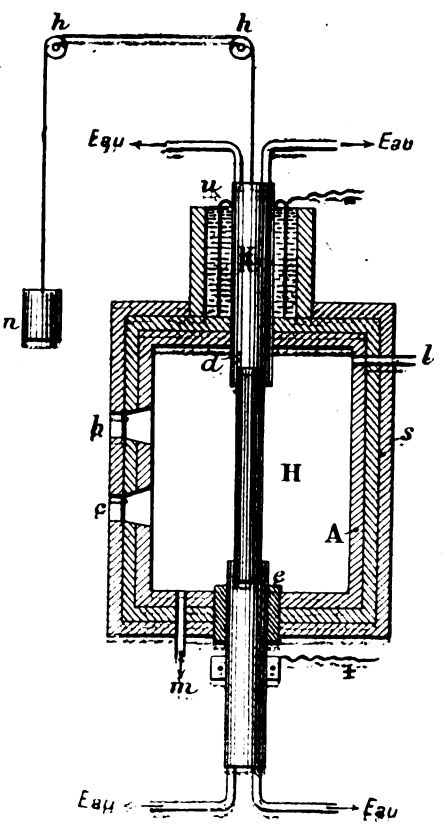


Fig. 2. — Four pour l'affinage des barreaux de tungstène.

vu qu'elles sont prises dans des ressorts ou dans des griffes. On évite ce défaut par le dispositif de four représenté par la figure 3. Il comprend une cloche cylindrique A à double enveloppe pour permettre la circulation d'un liquide réfrigérant. Cette cloche repose sur une plaque circulaire B avec laquelle elle fait joint étanche quand le four est en marche. Pendant l'opération, on envoie à l'intérieur de l'appareil, dans le but de réaliser une atmosphère neutre, un courant d'hydrogène, ce gaz arrivant en a et s'échappant en b. Le contact supérieur m relié à l'un des pôles de la source d'énergie électrique est en tungstène et se trouve fixé solidement entre deux pièces de cuivre fondu y refroidies par une circulation d'eau a'b'. Le contact inférieur n est fixé de la même façon dans une seconde pièce de cuivre y' qui flotte sur un bain de mercure Hg. Le fonctionnement de l'appareil est le suivant :

On abaisse le contact m et on place la baguette de

Digitized by Google

tungstène (aggloméré avec un autre métal) entre m et le second contact n relié à l'autre pôle de la source d'énergie. La baguette est maintenue par la pression exercée de bas en haut par le contact inférieur n poussé dans cette direction par le bain de mercure. La cloche A est alors abaissée, de manière à occuper la position indiquée par la figure et l'hydrogène ou tout autre gaz inerte envoyé à l'intérieur du four. Le courant est ensuite lancé graduellement de manière à obtenir dans la baguette R la température nécessaire à l'élimination du métal volatilisable et à la contraction de la baguette. On diminue ensuite le courant, on laisse refroidir le four et on retire

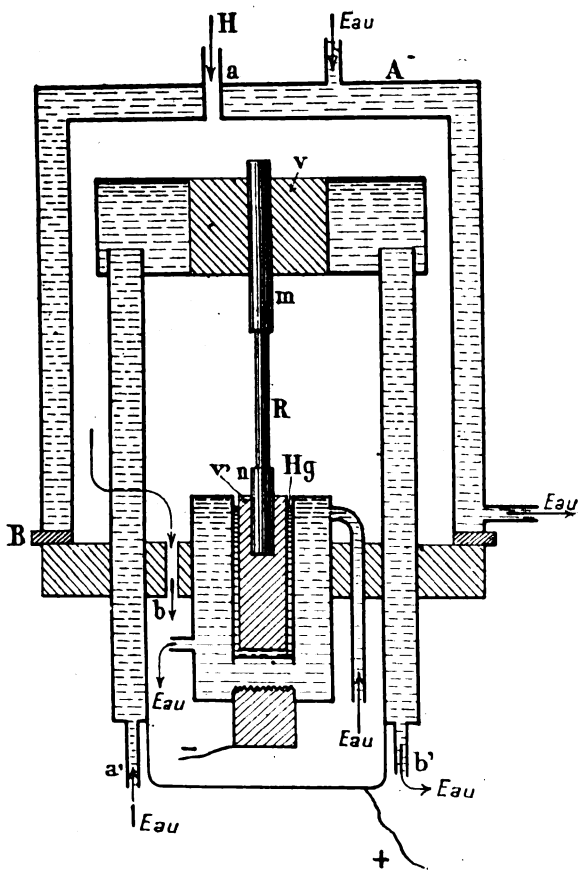


Fig. 3. — Four électrique pour l'affinage des barreaux de tungstène, autre modèle.

la baguette qui possède alors toute la solidité et la ténacité nécessaires à son étirage en fils de très faible diamètre.

Dans d'autres méthodes, on part d'un filament de carbone ordinaire qu'on soumet à l'action thermique d'un fort courant électrique dans une atmosphère d'hexachlorure de tungstène Cl^6Tu en présence d'hydrogène. Il se produit alors la réaction suivante :

$$2Cl^6Tu + C + 12H = CTu^2 + 12ClH.$$

Quand le filament, formé en majeure partie de carbure de tungstène CTu^2, a acquis une épaisseur suffisante, on le porte de nouveau à une température élevée, à l'aide d'un courant électrique, dans une atmosphère de gaz réducteur. Avec la vapeur d'eau, on a la réaction ci-dessous :

$$CTu^2 + 2H^2O = 4H + CO^2 + 2Tu.$$

On peut aussi enfermer les filaments en carbure de tungstène dans un four électrique, après les avoir mis en contact intime avec un sous-oxyde de tungstène tel que TuO^2 finement pulvérisé. On chauffe pendant plusieurs heures à 1600° environ. Le carbone est alors oxydé et le métal mis en liberté

$$TuO^2 + CTu^2 = 3Tu + CO^2.$$

Fusion électrothermique du tungstène. — Pour la fusion du tungstène, on peut utiliser une méthode analogue à celle mise à profit pour le tantale et qui consiste dans l'emploi d'un tube à vide. Les électrodes étant recouvertes d'un oxyde alcalino-terreux, on les porte à l'incandescence au moyen d'un courant électrique pour les rendre conductrices. Une tension relativement faible, soit 110 v environ, suffit dans ce cas et permet de réaliser de fortes intensités. Cette méthode, purement électrothermique, quoique non réalisée dans un four proprement dit, est très simple. Dans l'appareil de Wartemberg, la cathode est formée d'une feuille mince de platine enduite de chaux portée à 1300° au moyen d'un courant secondaire ; l'anode est constituée par un bâtonnet de tungstène fait de poudre de ce métal agglomérée ou par une plaque très fine préparée dans les mêmes conditions. Par le passage du courant (800 w environ concentrés sur 70 mm², soit la puissance de 2000 bougies-arc environ) le tungstène fond rapidement et peut être recueilli au sein même de l'appareil, dans un petit creuset où il s'agglomère en donnant un culot fondu de métal pur. Ce procédé est extrêmement simple et pratique. Son seul défaut est de ne donner par opération qu'une faible quantité de métal.

Utilisation industrielle. — Les applications du tungstène tiennent à l'ensemble de ses propriétés assez spéciales qu'on rencontre très rarement réunies dans un même élément et qui concernent notamment sa grande ténacité et ductilité comparables à celles de l'acier, son point de fusion très élevé (2800 à 2850°), de 1000° supérieur à celui du platine (1750), sa grande densité (18,7 à l'état fondu), sa dureté, enfin sa température de volatilisation plus élevée encore que celle du carbone déjà voisine de 3500°.

Métallurgie. — En métallurgie, le tungstène est utilisé non seulement à l'état de *ferro-tungstène*, mais aussi sous forme d'alliages variés : *nickelo-tungstène*, *cupro-tungstène*, *chromo-tungstène*, *silico-tungstène* et autres composés métallurgiques plus complexes employés industriellement. Il convient de signaler aussi les applications de ce métal ayant trait à l'artillerie et aux armes portatives. On sait en effet que la force de pénétration d'un projectile dépend, entre autres variables, de sa

Digitized by Google

charge transversale, c'est-à-dire du rapport qui existe entre son poids et son diamètre. La substitution du tungstène au centre, dans les balles de fusil, pourrait conduire, à égalité de calibres, à une augmentation de près de moitié de la force de pénétration, vu sa densité. La même considération s'applique aux balles de shrapnells, tant au point de vue du remplissage de l'obus qu'à celui de l'effet isolé de chaque projectile.

Dans l'artillerie, l'emploi du tungstène conduirait certainement à d'importantes améliorations du tir de plein fouet, c'est-à-dire dans les pièces de petit et moyen calibres utilisées sur terre et jusqu'aux pièces de gros calibre de la marine ; on peut ainsi, soit conserver aux mêmes pièces un tir plus rasant mais alors plus efficace, soit, pour un même effet produit, diminuer le poids des armes en les rendant ainsi plus maniables et plus transportables.

Industrie électrique. — Le principal avantage du tungstène comme *filament* de lampes à incandescence est l'augmentation du rendement ; ces lampes donnent environ 8 lumens par watt alors que celles à filament de carbone en donnent moins de 3 et sont de moins longue durée. En somme, le coût total de l'éclairage est réduit et le filament plus résistant. On est encore loin, cependant, du rendement théorique et de nouveaux progrès s'imposent dans cette voie.

Par sa dureté, sa conductibilité calorifique et sa faible tension de vapeur, le tungstène semble mieux approprié que le platine à la fabrication des *contacts électriques*. On en fait également des couples thermo-électriques avec le molybdène (pyromètres tungstène-molybdène) pour la mesure des températures très élevées auxquelles les couples platine-platine rhodié ne résistent pas.

Les fils de tungstène étirés à 5 millièmes de millimètre de diamètre présentent une résistance suffisante pour pouvoir être utilisés à la suspension des équipages mobiles de galvanomètres ou comme fils de réticule. Le paramagnétisme de ce métal le recommande également pour la fabrication des ressorts de montres et les appareils de mesures électriques. Il convient enfin pour les poids étalonnés. Son prix élevé (75 à 100 fr le kilogramme suivant pureté) est le seul obstacle à la généralisation de ses emplois.

Le tungstène a été également proposé et utilisé pour la *fabrication des fours électriques*, tant à cause de sa faible chaleur spécifique que de sa possibilité de supporter les hautes températures. Le charbon peut donner une température plus élevée entre électrodes, mais il présente le double inconvénient de se transformer en graphite et de carburer les métaux traités.

Pour la fabrication des *tubes* ou *creusets* en tungstène ou en fonte de tungstène peu carburée, on peut utiliser le procédé signalé plus haut pour l'obtention de métal à l'aide d'un mélange de poudre de tungstène et de métaux volatilisables. Dans ce but on comprime le mélange dans des moules de manière à lui donner la forme qu'il doit avoir lors de son emploi ; puis on le chauffe dans le vide afin d'expulser les gaz occlus et on le trempe partiellement dans le ou les métaux choisis, à l'état fondu. Ces derniers pénètrent peu à peu, comme par capillarité ou imbibition, dans la masse de tungstène qu'il suffit de chauffer ensuite à une température suffisante pour la rendre homogène, dure et résistante. Bien entendu, le tungstène subsiste seul, remplissant les conditions voulues de corps à la fois conducteur et réfractaire.

Dans le four Wartemberg, on emploie un tube de tungstène placé dans un récipient en bronze dans lequel on fait le vide ; cette disposition a pour but de diminuer les pertes de chaleur par conductibilité et l'oxydation du tube à haute température au contact de l'air extérieur (1). On peut voir à l'intérieur de l'appareil à l'aide d'un regard. Le tube est rendu imperméable (cas de tungstène légèrement poreux) au moyen d'un enduit fait d'une solution d'oxyde de thorium. La consommation, pour un tube de 7 mm de diamètre, 5 cm de longueur et 2 mm d'épaisseur de paroi est de 2 kw, ce qui est relativement peu, étant donnée la température élevée à laquelle on arrive. Il faut noter du reste que la chaleur spécifique du tungstène est faible, d'après les chiffres trouvés par Defacz et Guichard d'une part, Weiss et Schimmelmayr, d'autre part. La loi de Dulong et Petit permet de la calculer ; le poids atomique du tungstène étant 184, on a pour cette chaleur spécifique :

$$\text{Chaleur spécifique du tungstène} = \frac{6,4}{184} = 0,035.$$

La chaleur spécifique du fer est 0,1138, c'est-à-dire que 56 g de fer absorbent autant de chaleur que 184 g de tungstène pour s'élever au même nombre de degrés. Il est vrai que 184 g de tungstène occupent un volume de 10,2 cm^3 et que 56 g de fer en occupent un de 7 cm^3, ce qui fait qu'un tube donné construit en tungstène absorbe 2/3 de la chaleur qu'absorberait le même tube construit en fer.

Ces chiffres prennent de l'importance quand il s'agit de fours électriques où l'on dépasse couramment 1800°. A ces températures il n'y a plus que le charbon qui puisse être comparé au tungstène ; encore a-t-il l'inconvénient d'être rapidement transformé en graphite. Au-dessus de 800° sa chaleur spécifique est de 0,454, soit 13 fois plus grande que celle du tungstène. La différence s'accentue vraisemblablement à mesure que la température monte ; on peut admettre qu'à 1800° le graphite est assez loin de son point de fusion pour suivre la loi de Dulong et Petit, et que le même nombre de calories est nécessaire pour faire monter du même nombre de degrés 12 g de carbone et 184 g de tungstène.

Si les chaleurs spécifiques sont dans le rapport inverse de 12 à 184, c'est-à-dire comme 1 : 0,065, l'avantage n'existe pas encore pour le tungstène ; mais si l'on tient compte des poids spécifiques (2,25 pour le graphite, 18,7 pour le tungstène) qui sont dans le rapport

(1) Dès la température du rouge, le tungstène est, en effet, attaqué par l'oxygène et se transforme en acide tungstique, TuO^3. Il brûle également à l'air au rouge vif et foisonne en donnant pareillement de l'acide tungstique.

Digitized by Google

1 : 9, on peut admettre finalement que, pour chauffer un tube de dimensions données, la consommation d'énergie sera, si ce tube est en tungstène, les 65/100 de ce qu'elle serait si ce tube était en charbon.

Emplois comme abrasif. — Rappelons, comme autre application dont est susceptible le tungstène, sa grande dureté qui dépasse celle de certains silicates. Ce métal paraît donc apte, sous des formes déterminées, aux travaux de rectification, les grains de tungstène offrant certainement moins de difficultés pour l'enchâssage que le diamant et le corindon. Ajoutons que certains composés de tungstène, entre autres le *siliciure* et le *borure*, sont encore plus durs, car ils rayent facilement le corindon et le rubis.

Vanadium. — Le vanadium se prépare surtout par voie aluminothermique. Au four électrique on obtient des fontes plus ou moins carburées par la réduction de l'acide vanadique Va^2O^5. La facile fusibilité de cet acide oblige à effectuer l'opération à l'aide d'un courant intense et en peu de temps. Les fontes ainsi préparées renferment de 4 à 25 pour 100 de carbone.

A l'état pur, du reste, ce métal n'a encore que peu d'applications. On l'a utilisé cependant, à différentes reprises, pour la fabrication des filaments de lampes électriques; la dissociation des oxydes inférieurs de vanadium à haute température (voie électrothermique) et dans le vide donne un métal pur ou peu carburé.

Le principal débouché commercial du vanadium est la fabrication du *ferro-vanadium* qu'on obtient directement au four électrique; l'alliage à 33 pour 100 de vanadium et 66 pour 100 de fer fond vers 1380° alors que le vanadium pur ne fond qu'à 2000°. A l'état d'alliages, il est également utilisé sous forme de *nickelo-vanadium*, d'*alumino-vanadium*, de *cupro-vanadium*. M. Guillet a effectué sur ces derniers une série d'études qui montrent l'intérêt industriel de ces alliages de même que celui des laitons et maillechorts au vanadium.

Jean ESCARD,
Ingénieur civil, Lauréat de l'Institut.

Revues, analyses et informations

Les sous-stations automatiques et les réseaux de traction à courant continu.

Durant les trois années qui viennent de s'écouler, de nombreuses sous-stations automatiques ont été mises en service sur plusieurs réseaux de traction aux Etats-Unis, et les résultats obtenus ont été des plus satisfaisants tant au point de vue du fonctionnement qu'à celui des économies réalisées. Le lecteur trouvera dans le présent exposé quelques détails sur le mode de fonctionnement des sous-stations de

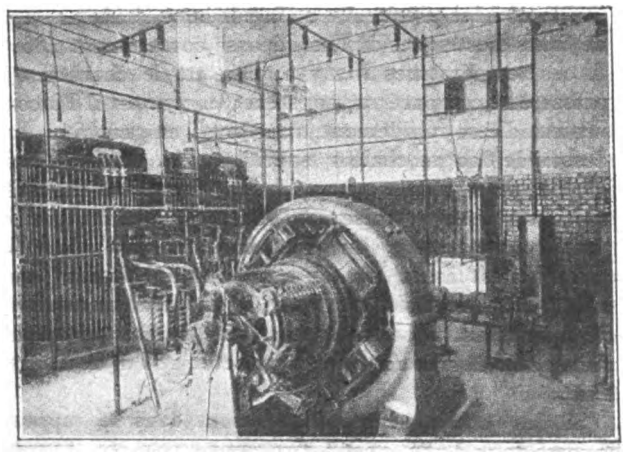


Fig. 1. — Sous-station automatique à courant continu 600 v de Des-Moines.

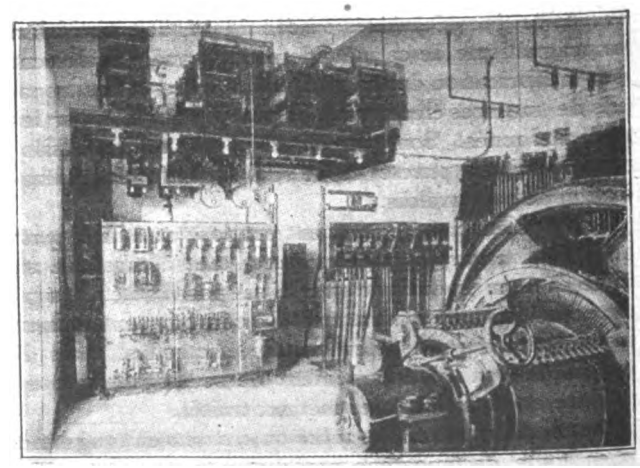


Fig. 2. — Sous-station automatique à courant continu 600 v du Grand Rapid Grand Haven and Muskegon Railway.

ce genre ainsi qu'une série de tableaux montrant les résultats obtenus en exploitation.

L'alimentation des lignes suburbaines, le plus souvent longues et à faible fréquence de départs, a toujours été l'objet de préoccupations pour les exploitants. Pour éviter la marche à vide des sous-stations, on était obligé d'augmenter leur zone d'alimentation et d'établir des feeders souvent coûteux.

Digitized by Google

Un des avantages procuré par l'emploi des sous-stations automatiques est de ne fonctionner qu'à bon escient et jamais à vide, ce qui permet d'en multiplier le nombre et de supprimer la presque totalité des feeders.

La « Revue générale de l'Electricité » a déjà signalé (1) les économies réalisées par l'emploi de sous-stations automatiques à Des-Moines. Il nous a paru intéressant de renseigner nos lecteurs sur le mode de fonctionnement de ces sous-stations ainsi que sur les moyens permettant d'en fixer judicieusement le nombre et la puissance.

En principe, la caractéristique d'une sous-station automatique est d'être mise en service lorsque la demande de puissance croit au-dessus d'une certaine valeur et d'être retirée du circuit lorsque cette demande descend au-dessous d'une valeur également fixée. La mise en circuit est généralement commandée par la chute de tension en ligne au moyen d'un voltmètre à contact et la mise hors circuit par un relais à minimum de courant à action différée.

1° *Sous-station à 600 v.* — Réduite à ses éléments essentiels une sous-station automatique comprend une série de contacteurs qui réalisent les diverses combinaisons correspondant au démarrage des machines et à leur couplage sur la ligne. La fermeture et l'ouverture de ces contacteurs est commandée par des circuits reliés à un contrôleur à tambour entraîné par un servo-moteur. L'énergie nécessaire à l'alimentation des circuits auxiliaires est le plus sou-

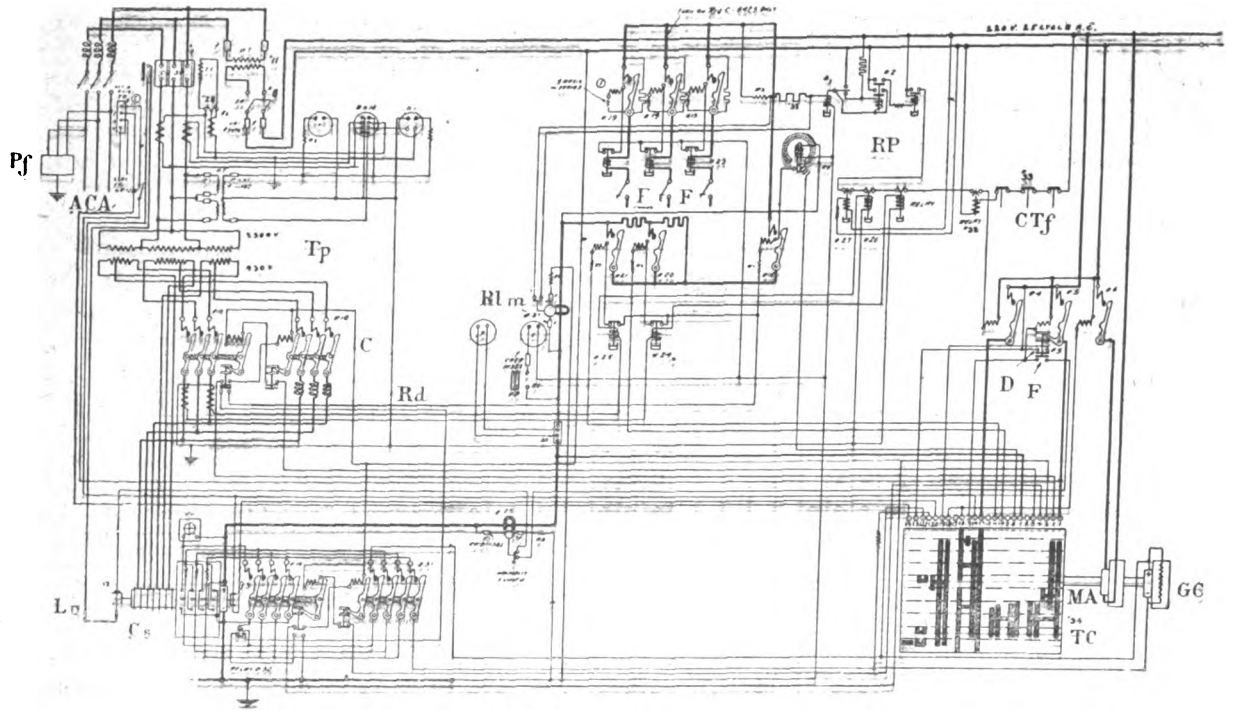


Fig. 3. — Schéma général des connexions d'une sous-station à courant continu 600 v.

A. C. A. ligne d'alimentation à courant alternatif; Pf, parafoudres; Tp, transformateur principal; C, contacteur; Rd, résistance de démarrage; Lv, limiteur de vitesse; CS, Commutatrice; Rlm, relais à minima; F, feeder; RP, relais polarisé; CTf, Contacts thermiques normalement fermés; D, Contact fermé où le contacteur est ouvert; E, Contact fermé où le contacteur est fermé; TC, tambour de commande dont la révolution complète a lieu en 45 sec; MA, moteur à courant alternatif 250 v; GG, génératrice à courant continu 250 v.

vent fournie par un petit transformateur monophasé.

La mise en route de la sous-station est commandée par un voltmètre à contact dérivé sur la ligne aérienne. Lorsqu'un train arrive sur la ligne au voisinage de la sous-station la chute de tension augmente et la différence de potentiel entre trolley et terre diminue ; le voltmètre établit alors un contact qui ferme le circuit initial de mise en route de la sous-station.

Les figures 1 et 2 indiquent les dispositions générales d'une sous-station automatique et les figures 3 et 4 le schéma des circuits principaux et auxiliaires. Pour faciliter l'exposé nous suivrons le principe de fonctionnement des appareils sur le schéma simplifié de la figure 4.

(1) *R. G. E.*, 19 mai 1917, t. 1, p. 788.

Sur ce schéma on peut voir le voltmètre à contact (1) branché en série avec une résistance (35) pouvant être court-circuitée par le contact 37. Un voltmètre polarisé 36 vérifie la polarité de la machine avant le couplage en ligne; le démarrage s'effectuant directement par courant alternatif, cette polarité n'est pas invariable et doit être vérifiée à chaque couplage. Pour faciliter la polarisation correcte de la machine, une fois le démarrage effectué, on l'excite indépendamment par du courant continu produit par un petit groupe moteur générateur servant également à l'entraînement du tambour de commande des circuits auxiliaires.

Si nous suivons la marche des opérations sur le schéma simplifié de la figure 4, nous aurons :

a) *Sous-station à l'arrêt.* — Tout est coupé, sauf le trans-

Digitized by Google

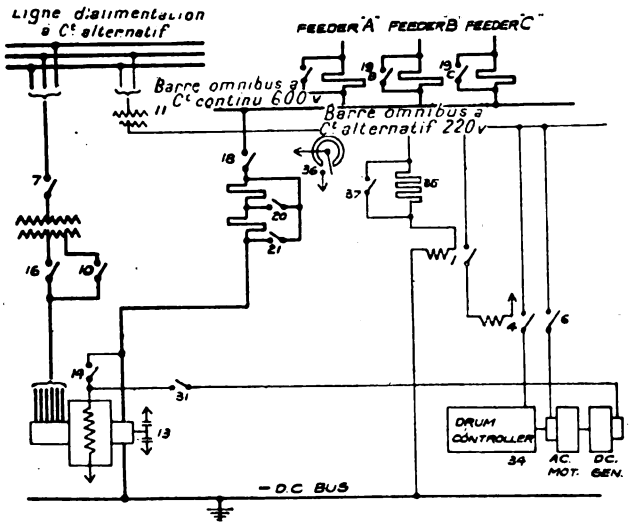


Fig. 4. — Schéma simplifié des connexions d'une sous-station à courant continu 600 v.

formateur des circuits auxiliaires et le circuit du voltmètre à contact.

b) *Baisse de tension en ligne.* — Le voltmètre ferme le circuit en 1 qui, à son tour, provoque la fermeture de 4 et 6 commandant la mise en route du tambour et l'amenée du courant aux doigts de contact sur ce dernier. Le tambour se mettant à tourner réalise successivement les opérations suivantes qu'il est facile de suivre sur le tableau annexé au schéma : fermeture de l'interrupteur à huile, fermeture des interrupteurs du premier temps du démarrage, coté alternatif de la commutatrice, fermeture des interrupteurs du deuxième temps du démarrage, polarisation de la machine en excitation indépendante alimentée par le groupe auxiliaire, marche en auto-excitation, mise en circuit avec interposition de résistances, suppression de ces résistances, arrêt du tambour, la sous-station étant en marche normale. Au cas de surcharges, les contacteurs 19, 20, 21 s'ouvrent successivement suivant l'importance de l'à-coup, ce qui a pour effet d'insérer des résistances en série et de limiter l'intensité du courant débité par la sous-station à une valeur non dangereuse pour les machines.

Au cas où le débit de la sous-station diminue et tombe

	SUITE DES OPÉRATIONS	NUMÉRO DES APPAREILS (Les points noirs indiquent que l'appareil est en circuit.) 1	4	6	7	10	13	14	16	18	19 A	19 B	19 C	20	21	31	36	37	REMARQUES
1	Coupure										◆	◆	◆					◆	Controller ouvert et à l'arrêt.
2	Baisse de tension sur le continu	◆	◆	◆							◆	◆	◆					◆	Controller de mise en route.
3	1re Position de controller	◆	◆	◆	◆						◆	◆	◆					◆	Fermeture de l'interrupteur à huile.
4	2e Id.	◆	◆	◆	◆	◆					◆	◆	◆					◆	Démarrage des commutatrices par courant alternatif à tension réduite.
5	3e Id.	◆	◆	◆	◆	◆	◆				◆	◆	◆					◆	Démarrage des commutatrices à pleine tension (synchronisme).
6	4e Id.	◆	◆	◆	◆	◆	◆				◆	◆	◆			◆	◆	◆	Vérification et correction de la polarité
7	5e Id.	◆	◆	◆	◆		◆	◆	◆		◆	◆	◆				◆	◆	Marche à pleine tension et auto excitation
8	6e Id.	◆	◆	◆	◆		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆				◆		Mise en circuit sur les barres courant continu avec toutes résistances.
9	7e Id.	◆	◆	◆	◆		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆			◆		Mise en circuit sur les barres courant continu, une partie des résistances étant éliminée.
10	8e Id.	◆	◆	◆	◆		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆		Mise en circuit sur les barres.
11	9e Id.	◆	◆		◆		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆		Arrêt du controller, marche normale de la sous-station.
12	Surcharge sur le feeder A	◆	◆		◆		◆	◆	◆	◆		◆	◆	◆	◆		◆		Coupure de l'interrupteur 19 A, intercalateur des résistances correspondantes.
13	Surcharge sur le feeder B	◆	◆		◆		◆	◆	◆	◆		◆	◆	◆			◆		Coupure de l'interrupteur 19 B, intercalateur des résistances correspondantes.
14	Surcharge sur le feeder C	◆	◆		◆		◆	◆	◆	◆		◆	◆				◆		Coupure de l'interrupteur 19 C, intercalateur des résistances correspondantes.
15	Diminution de la charge			◆	◆		◆				◆	◆	◆				◆		Démarrage du controller.
16	Coupure										◆	◆	◆						Arrêt du controller dans la position ouverte.

au-dessous d'une certaine valeur, le tambour est remis en route et commande la coupure de tous les circuits principaux. Tout retombe à l'arrêt et les mêmes opérations que ci-dessus se répéteront si une nouvelle baisse de tension au trolley vient à se produire.

Dans les sous-stations automatiques on s'est surtout attaché à multiplier les appareils de sécurité. L'échauffement des machines est contrôlé par des thermostats ou contacts thermiques qui sont insérés dans un circuit de commande et l'interrompent pour un échauffement anormal,

Digitized by Google

cette interruption ayant pour effet de provoquer l'arrêt de la sous-station.

Nous aurons d'ailleurs l'occasion de revenir sur ces dispositifs dans la description d'une sous-station automatique à 1 200 v faisant suite à celle-ci, les principes généraux de fonctionnement de ces sous-stations étant semblables.

2° *Sous-stations à 1 200 v.* — Le développement des lignes de traction à courant continu 1 200 v pour service suburbain s'accentuant de jour en jour en raison des résultats obtenus, il était normal pour les constructeurs d'étudier des sous-stations automatiques pour cette tension.

La première sous-station de ce type actuellement en service dessert une section suburbaine des lignes de la Milwaukee Electric Railway et Light Company. Cette sous-station, dite de East Troy, construite en 1910 comprenait 4 commutatrices 300 kw, 25 p:sec, 600 v de la General Electric Company. Ces commutatrices constituaient deux

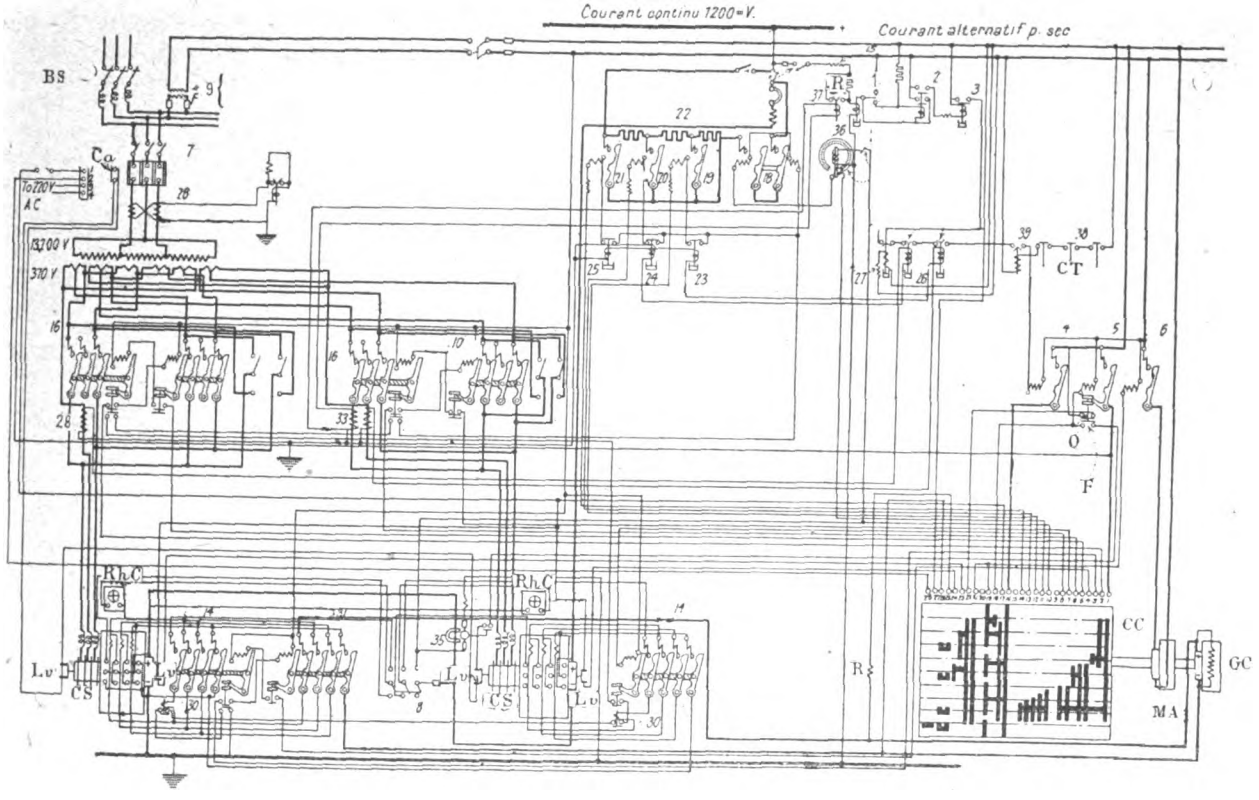


Fig. 5. — Schéma des connexions d'une sous-station automatique à courant continu 1 200 v.

1, voltmètre à contact; 2, relais à courant alternatif à double contact; 3, relais à courant alternatif à dash-pot; 4, 5, 6, contacteurs 50 A à courant allernatif; 7, interrupteur à huile; 8, interrupteur tripolaire à double direction 50 A; 9, transformateur 5 kv-A. 13 200/220 v; 10, Contacteur tripolaire de démarrage, 500 A; 11, commutatrice 300 kw 600 v; 14, contacteur tétrapolaire à courant alternatif, 50 A; 15, résistances; 16, contacteur tripolaire de marche 500 A; 18, 19, 20, 21, contacteurs courant continu 500 A, 1 200 v; 22, boîtes de résistances de 1,4 ohms; 23, 24, 25, relais à surcharge instantanés; 26, relais à retour de courant temporisé; 27, relais à minima de courant alternatif; 28, transformateur d'intensité; 31, contacteur tétrapolaire d'excitation; 35, relais à retour de courant continu; 36, relais polarisé; BS, bobines de self; CA, contact auxiliaire fermé lorsque l'interrupteur à huile est fermé; CT, contacts thermiques normalement fermés; O, fermé lorsque le contacteur est-ouvert; E, fermé lorsque le contacteur est fermé; MA, moteur à courant alternatif 250 v; GC, génératrice à courant continu 250 v; CC, contrôleur de commande, rotation complète en 90 sec; CS, Commutatrice; RhC, rhéostat de champ; F, fusible; Lv, limiteur de vitesse; R, résistance.

groupes de deux machines connectées en série. La commande s'effectuait à la main à l'aide de l'appareillage normal habituel.

Un de ces groupes a été muni du dispositif de commande automatique, l'autre servant de secours et étant commandé à la main. Il y a lieu de remarquer qu'on n'a pas démonté l'appareillage de commande à main du premier groupe, les contacteurs de la commande automatique ont été simplement branchés en dérivation sur les interrupteurs existants. Seul, l'interrupteur principal à huile à 13 200 v précédemment à commande à main a été muni d'une commande automatique et doublé d'un sectionneur tripolaire à coupure automatique qui fonctionne au cas de grande surcharge ou de court-circuit et rend le réenclanchement automatique impossible.

La figure 5 indique le schéma général des connexions des appareils et des machines de ce groupe. Nous retrouvons les principaux appareils figurant dans la sous-station à 600 v : voltmètre à contact, relais d'intensité, contacteurs de démarrage, tambour de commande, groupe moteur-générateur d'excitation, etc.

Si nous supposons la sous-station à l'arrêt, tous les contacteurs sont coupés et seuls sont sous tension un petit transformateur monophasé 25 p:s, 5 kv-A, 13 200/220 v ali-

Digitized by Google

mentant les circuits auxiliaires et un voltmètre à contact branché entre la ligne de trolley et la terre.

La différence de potentiel entre le fil de trolley et la terre varie, par suite de la perte en ligne, avec la charge. Lorsque cette différence de potentiel tombe au-dessous de 950 v, le voltmètre à contact (1) ferme le circuit du relais à double contact (2) qui, à son tour, ferme un circuit auxiliaire à travers un relais à dash pot (3) ayant pour but de maintenir les machines sur la ligne pour une baisse d'intensité au-dessous de 25 a d'une durée inférieure à cinq minutes. Ces 3 relais constituent les éléments essentiels ayant pour but de mettre le groupe en service ou hors circuit.

En outre, au cas où la tension aux bornes BT du transformateur auxiliaire de 5 kv-a tomberait au-dessous de 180 v par suite d'une chute de tension primaire, un relais à

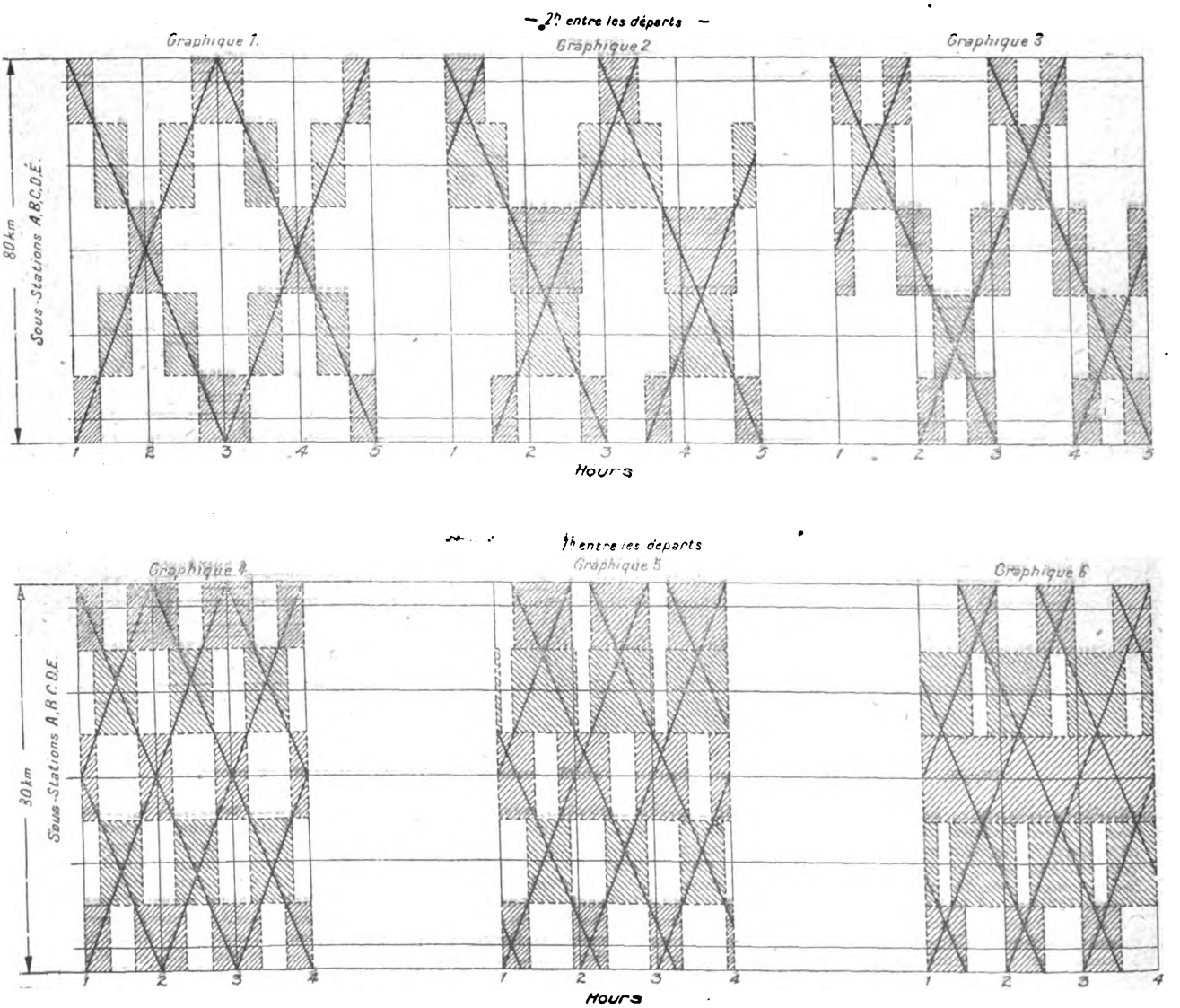


Fig. 6. — Graphiques montrant les durées de marche des sous-stations suivant la fréquence et le service adoptés.

minimum entre en jeu pour mettre le groupe hors circuit. De plus, chaque machine est munie d'un relais à maximum faisant aussi partie du circuit initial de commande. Ce circuit comprend, en outre, un relais (39) branché sur un circuit fermé par les thermostats des machines au nombre de 4 placées une sur chaque palier et les 2 thermostats des résistances à grilles des feeders. Si, par suite d'un échauffement anormal, un des thermostats coupe le circuit du relais 39, celui-ci est désexcité et à son tour coupe le circuit initial provoquant l'arrêt du groupe.

Si nous supposons ce relais 39 et ceux du circuit initial cités plus haut fermés, l'interrupteur à contacteur 4 est excité et le courant envoyé sur la moitié inférieure du tambour de commande.

Le doigt de contact 19 ferme alors le circuit de commande du contacteur 6 qui met sous tension le moteur à courant alternatif du groupe auxiliaire d'excitation et d'entraînement du tambour qui se met également à tourner en commandant les divers appareils de la sous-station. La durée de passage d'un cran à l'autre est calculée de façon

Digitized by Google

que les différentes manœuvres se succèdent normalement.

Le doigt de contact 18 qui est le premier en contact lorsque le tambour se met à tourner, ferme le circuit du contacteur 5 commandant celui des limiteurs de vitesse des machines, des contacts auxiliaires du disjoncteur à huile et du relais à retour de courant.

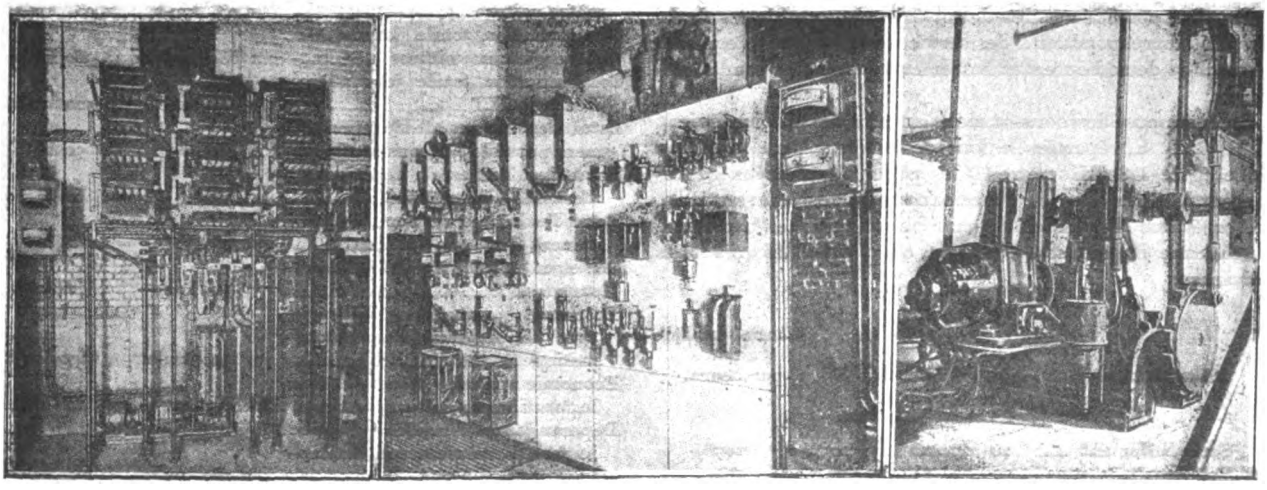
Lorsque les doigts 1 et 2 sont en contact avec le tambour, les contacteurs de prise à demi-tension des transformateurs de la commutatrice, côté terre, sont fermés.

Tandis que la machine prend sa vitesse, le tambour continue à tourner jusqu'à ce que le doigt 3 ferme le circuit d'un contacteur qui envoie dans les inducteurs de la commutatrice le courant continu de polarité déterminée produit par le groupe auxiliaire mentionné plus haut. Ce courant n'est maintenu dans les inducteurs de la commutatrice que juste le temps nécessaire à sa polarisation, il est ensuite coupé et la machine fonctionne en auto excitation, les connexions de transition étant réalisées par des contacteurs.

En même temps, les contacteurs de démarrage à demi-tension des transformateurs sont coupés et ceux à pleine tension fermés. Ces deux groupes de contacteurs sont enclanchés entre eux de sorte que l'un ne puisse être fermé que si l'autre est ouvert.

A ce moment, la machine côté terre est au synchronisme et accrochée. Les contacteurs de démarrage à demi-tension de la commutatrice côté trolley sont fermés. Le démarrage de cette machine et la synchronisation s'effectuent de la même manière que pour la première. Il y a lieu toutefois de remarquer que le courant d'excitation de la machine côté trolley est fourni par la machine côté terre; ceci afin de ne pas avoir une tension supérieure à 600 v entre les enroulements inducteurs et la terre. Si, au contraire, cette machine était auto-excitatrice, la tension entre ces enroulements et la terre serait de 1 200 v.

Les deux machines étant ainsi accrochées sur le réseau alternatif, les derniers doigts de contact du tambour commandent la fermeture des contacteurs de ligne. La mise en circuit des machines sur le trolley s'effectue en trois temps



Jeu de résistances avec controller et son servo-moteur. — Tableau de contrôle et couplage pour commande à main (à gauche) ou automatique (à droite). — Commande de l'interrupteur à huile.

Fig. 7. — Vue intérieure d'une sous-station automatique.

avec intercalation de résistances progressivement mises hors circuit par des contacteurs. La sous-station est alors en service et débite sur le réseau.

Lorsque la demande de courant tombe au-dessous de 25 A, le relais d'intensité tombe et court-circuite une résistance branchée en série avec le voltmètre à contact. Celui-ci met hors circuit les relais 2 et 3, l'action de ce dernier étant retardée par le dash pot de façon à ne pas couper le circuit de ligne pour une durée de baisse d'intensité inférieure à 5 min 10 sec. Si la baisse d'intensité persiste au-delà de cette limite le relais tombe, tous les contacteurs sont désexcités et la sous-station mise hors circuit du côté continu et du côté alternatif.

Dans l'appareillage, on s'est attaché, comme pour les sous-stations à 600 v, à multiplier les appareils de protection automatiques. C'est ainsi que la succession des divers temps de manœuvres est réglée de façon qu'une combinaison ne puisse être réalisée avant l'autre. Les thermostats des paliers des machines sont réglés pour couper le circuit auxiliaire qu'ils commandent pour une élévation de température de 80° C. Si cette température retombe au-dessous de cette valeur, le circuit auxiliaire est de nouveau fermé et la sous-station remise en service. La protection des machines est effectuée comme normalement par des disjoncteurs à maximum et à retour de courant, ainsi que par un relais à minimum sur la haute tension. L'ensemble est complété par un limiteur de vitesse.

En cas de court-circuit violent et persistant, outre l'interrupteur à huile, le sectionneur 17 s'ouvre et ne peut être refermé qu'à la main, rendant ainsi nécessaire la présence d'un électricien dans la sous-station pour la remise en service.

Les avantages procurés par l'emploi de sous-stations automatiques sont multiples. En premier lieu, nous citerons la réduction de l'effectif du personnel électricien. En effet, dans les sous-stations desservant particulièrement des lignes suburbaines à départs peu fréquents, le rôle de l'électricien de service est limité à la mise en route et à l'arrêt des machines à des heures fixées à l'avance ou suivant la charge du réseau et au réenclanchement des disjoncteurs au cas de disjonction pour excès de débit. Ainsi que nous l'avons vu précédemment, ces diverses opérations peuvent fort bien être effectuées automatiquement.

Actuellement pour utiliser le temps, non négligeable, que

Digitized by Google

la conduite et l'entretien de telles sous-stations laisse disponible aux électriciens de service, on les emploie souvent à des travaux tels de confections de sections d'induits, rebobinages, etc., qui peuvent s'effectuer à l'intérieur de la sous-station.

On ne saurait toutefois dire que les sous-stations automatiques suppriment tout personnel. Il est nécessaire qu'à des intervalles réguliers la sous station soit visitée, non seulement pour l'entretien, mais encore pour la vérification et le réglage des appareils. Mais, contrairement à ce qui a lieu avec les sous-stations non automatiques, la présence continuelle de l'électricien dans la sous-station n'étant plus nécessaire, celui-ci peut être chargé de la surveillance et du petit entretien de la ligne aérienne et de la signalisation dans la section desservie par la sous-station.

Outre ces avantages, l'emploi de sous-stations automatiques permet de réaliser de notables économies d'énergie électrique par suite de la suppression des heures de marche à vide particulièrement importantes sur les lignes suburbaines à départs peu fréquents.

En effet, considérons les deux séries de graphiques de la figure 6, correspondant à des services avec départs espacés de une et deux heures et battements variables ou à terminus.

On a supposé les sous-stations au nombre de cinq soient A, B, C, D, E, réparties le long de la ligne d'une longueur prise égale à 80 kilomètres. Les parties hachurées représentent les périodes de fonctionnement des sous-stations. Si l'on évalue les durées de marche en minutes par heure de chacune de ces sous-stations, on obtient les résultats suivants :

Sous-station.	A	B	C	D	E	Nombre total de minutes par heure.
Service aux 120 minutes.						
I. Sans battement ...	20	27	13	27	20	107
II. Battements 30 et 90'	20	25	28	32	15	120
III. Battements 60'.....	20	18	25	17	20	100
Service aux 60 minutes.						
IV. Sans battements...	40	35	26	35	40	175
V. Battements 30 et 90'	25	35	40	50	45	125
VI. Battements 60'.....	30	50	60	50	30	220

L'examen de ces graphiques et du tableau les résumant permet de faire quelques constatations intéressantes. On voit en effet que le graphique III du service aux cent vingt minutes avec battements de soixante minutes aux terminus est celui qui nécessite la moindre durée de fonctionnement des sous-stations pour un tel service. On peut déterminer de la même façon pour n'importe quel service la durée la plus avantageuse à donner aux battements. On sait, en outre que pour ce service, avec le graphique I, seule la sous-station C alimente deux trains simultanément, les autres n'en alimentant qu'un. Avec le graphique II, seule la sous-station A n'alimente qu'un train, les autres en alimentant deux simultanément. On opérerait de même pour les autres graphiques.

Si l'on examine le problème au point de vue des économies réalisées avec des intervalles entre les départs de une heure et de deux heures on arrive aux résultats résumés dans le tableau ci-dessous :

Intervalle entre les départs	2 heures	1 heure
Longueur de la ligne.....	80 km	80 km
Vitesse commerciale.....	40 km-h	40 km-h
Poids des voitures	27 t	27 t
Nombres d'arrêts par km.....	0,5	0,5
Puissance des commutatrices des sous-stations.....	300 kw	300 kw
Durée totale du service,.....	18 h	18 h
Nombre de kilomètres-voitures par jour.....	1 450	2 900
Consommation d'énergie par kilomètre-voiture.....	1,03 kw-h	1,03 kw-h
Consommation totale journalière d'énergie aux voitures.....	1 530 kw-h	3 060 kw-h
Consommation totale journalière d'énergie H.T.....	1 860 kw-h	3 720 kw-h
Total des heures de fonctionnement possible des sous-stations.	90 h	90 h
Total des heures de fonctionnement des sous-stations	30 h	52 h
Total des heures de non-fonctionnement des sous-stations.....	60 h	38 h
Pertes en marche à vide des sous-stations	15 kw	15 kw
Economie journalière d'énergie avec le fonctionnement automatique.....	900 kw-h	570 kw-h
Economie annuelle d'énergie avec le fonctionnement automatique.	328 500 kw-h	208 000 kw-h
Dépense journalière d'énergie avec le fonctionnement non automatique.....	2 760 kw-h	4 290 kw-h
Economie réalisée par le fonctionnement automatique.....	32,5 pour 100	13,4 pour 100

Jusqu'à ce jour les résultats obtenus avec les sous-stations automatiques ont été des plus encourageants. On ne saurait dire que la commande à main est toujours à remplacer par l'automatique. On a vu que de telles sous-stations ont des applications nettement caractérisées dans lesquelles elles permettent de réaliser de notables économies, ce qui explique leur succès toujours croissant. L'expérience montrera si, comme on a lieu de l'espérer, on peut en généraliser l'emploi sans compromettre la sécurité de l'exploitation des réseaux de traction.

La figure 7 montre quelques détails d'installation d'une sous-station automatique.

P. S.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

La « houille blanche » pendant la guerre

A l'occasion de l'ouverture du Premier Congrès général du Génie civil, la Société des Ingénieurs civils de France avait organisé une séance solennelle dans laquelle notre collaborateur, M. le commandant Henri Cahen, chef du Service des Forces motrices au Ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre, a fait une communication sur le développement de l'utilisation de la houille blanche pendant la guerre. C'est cette communication, des plus intéressantes au point de vue du développement de l'industrie hydro-électrique, que nous reproduisons ci-dessous.

Messieurs, la guerre a mis en complète évidence le rôle considérable de la houille blanche : elle est devenue un facteur important de la Défense nationale. Ses applications se multiplient chaque jour et envahissent toutes les branches de notre vie économique et sociale : distribution de la lumière et de la force motrice électrochimie, électrométallurgie, traction électrique, et bientôt, je n'en doute pas, agriculture. Des capitaux considérables y sont investis. Une législation spéciale est en discussion depuis de nombreuses années.

Je n'ai nullement l'intention de traiter devant vous cette vaste question dans son ensemble; je me bornerai simplement à vous entretenir, comme la Société des Ingénieurs civils m'a fait l'honneur de me le demander, de l'utilisation de nos forces hydrauliques pendant la guerre.

Je voudrais vous donner, tout d'abord, en un très bref résumé, le bilan de l'industrie de la houille blanche à la veille de la guerre. Je vous exposerai ensuite l'effort réalisé pendant la guerre, les difficultés rencontrées, les mesures prises pour les surmonter et les résultats obtenus.

I. — **La houille blanche avant la guerre.** — Messieurs, nous assistons depuis un an ou deux à une évolution caractéristique; il semble que dans beaucoup de milieux l'on soit en train de découvrir la houille blanche comme si elle venait de naître ; les revues et les journaux lui consacrent de nombreux articles. La houille blanche, grâce à la crise de la houille noire, est devenue populaire.

Cependant, avant la guerre, des résultats importants avaient été obtenus après une lutte de près d'un demi-siècle.

C'est en 1867 et 1868 que M. Fredet, industriel audacieux, installait à Brignoud, près de Grenoble, la première haute chute de 160 m de hauteur pour la création d'une nouvelle papeterie. C'est en 1868 et 1869 que M. Aristide Bergès créait, à son tour, à Lancey, une chute de 200 m de haut, bientôt portée à 400 m, puis à 500 m.

L'industrie de la houille blanche était née et un premier stade de l'utilisation de nos forces hydrauliques commençait. Au début, l'énergie électrique produite était consommée sur place, notamment par les industries de la papeterie et les industries électrochimiques. Mais bientôt, grâce aux expériences de M. Marcel Desprez, en 1883, le transport de l'énergie électrique à distance était créé, et dès lors les développements de la houille blanche marchèrent à grands pas : aménagement de chutes de plus en plus hautes grâce aux progrès réalisés dans la fabrication des conduites en tôle et des turbines; utilisation au loin des puissances permanentes dans les distributions d'énergie; utilisation sur place des débits variables par l'industrie électrochimique; naissance de l'industrie électrométallurgique; début des applications à la traction électrique; telles furent les caractéristiques du deuxième stade de l'industrie de la houille blanche.

Le Congrès de la Houille blanche, tenu en 1902 à Grenoble, avait réuni autour des pionniers de l'industrie naissante toute une élite de savants, d'hommes politiques et d'industriels.

En septembre 1914, devait s'ouvrir à Lyon le deuxième Congrès de la Houille blanche qui aurait fait la synthèse des progrès réalisés pendant les dix années précédentes, établi le bilan de la situation et marqué la voie dans laquelle on devait entrer pour réaliser des progrès encore plus grands. La guerre a malheureusement empêché ce Congrès de se tenir et d'établir à cette date l'inventaire de nos richesses hydrauliques aménagées ou disponibles. Mais il est possible néanmoins de s'en rendre compte avec une approximation suffisante.

Puissance disponible. — Le premier élément de ce bilan serait de connaître exactement la puissance hydraulique que renferme la France. Les chiffres donnés ont varié souvent, ce qui n'a rien d'étonnant; je crois même qu'actuellement il est probable qu'aucun pays n'a encore achevé l'inventaire complet et sûr de ses richesses hydrauliques.

L'établissement de cet inventaire présente, en effet, des difficultés d'autant plus grandes que la technique

Digitized by Google

des installations hydro-électriques varie elle-même et progresse constamment.

Au début de la houille blanche, les usines étaient établies uniquement pour la puissance d'étiage des cours d'eau. Ensuite, on a admis l'utilisation de puissances supérieures, et notamment des *débits caractéristiques moyens*, c'est-à-dire de ceux au-dessous desquels les rivières ne descendent pas plus de six mois par an.

Enfin, actuellement, on envisage l'utilisation de débits encore plus exceptionnels, et dans beaucoup d'usines nouvellement créées les installations ont été faites pour pouvoir utiliser même des débits de trois mois.

Ce progrès en entraîne un autre : l'augmentation et surtout la régularisation des débits utilisables des rivières par l'installation à l'amont de bassins régulateurs constitués, soit par l'aménagement de lacs naturels, soit par la création même de grands réservoirs artificiels. Il y a là, pour la meilleure utilisation de nos richesses hydrauliques, une voie féconde dans laquelle il est indispensable d'entrer résolument.

En tout cas, ces considérations montrent que la puissance que peuvent fournir nos rivières augmente au fur et à mesure que se perfectionnent les moyens d'utiliser leur débit; et on comprend très bien, par suite, quelles difficultés cette évolution ajoute à celles déjà très grandes rencontrées par le Service d'Études des Grandes Forces hydrauliques dans l'estimation complète de nos richesses hydrauliques.

D'après l'évaluation la plus récente faite en 1917 par le ministère des Travaux publics, les puissances disponibles sur les cours d'eau du Domaine public s'élèveraient à 2 460 000 ch dont :

1 710 000 ch dans le bassin du Rhône;
375 000 ch dans le bassin de la Garonne;
325 000 ch dans le bassin de la Loire;
50 000 ch répartis entre les autres bassins.

Mais, malgré le travail considérable déjà accompli, l'inventaire complet des puissances des rivières non navigables ni flottables n'a pu être encore terminé.

Il semble donc qu'il y a lieu de continuer à adopter provisoirement les chiffres établis avant la guerre par M. de la Brosse, et d'après lesquels la France entière disposerait à l'étiage d'environ 4 600 000 ch, et en eaux moyennes d'environ 8 000 000 ch.

Puissance aménagée. — En face de cette puissance disponible, il y a lieu d'examiner quelle était la puissance aménagée. Cette puissance, qui s'était élevée, de 1868 à 1899, à 115 000 ch, était en 1902, au moment du Congrès de Grenoble, de 200 000 ch, en 1906 de 350 000 ch, et devait s'élever, à la veille de la guerre, à environ 750 000 ch, dont 350 000 ch pour le transport de force motrice et 400 000 ch pour les industries électrochimiques et électrométallurgiques.

Les capitaux investis représentaient environ :

800 000 000 fr répartis de la manière suivante :

Distribution d'énergie.....	500 000 000 fr
Electrochimie, électrométallurgie et industries diverses...	300 000 000 fr

La proportion de la puissance installée, soit 750 000 ch, relativement à la puissance disponible estimée à 8 000 000 ch moyens, s'élève donc environ au dixième.

Cette proportion assez faible a fait l'objet de vives critiques dans lesquelles on n'a peut-être pas assez tenu compte des difficultés techniques et financières qui ont accompagné la naissance d'une industrie nouvelle aussi complexe et aussi difficile, et qui rendaient indispensable de n'avancer au début que par étapes.

Ces critiques ont paru renforcées par certaines statistiques concernant l'utilisation des forces hydrauliques dans les pays étrangers. Or, il me semble que ces statistiques n'avaient pas été assez approfondies.

Je ne citerai qu'un seul exemple : la Suisse qui, proportionnellement à sa superficie est un des pays les plus riches du monde en houille blanche. Or, en 1908, la Suisse passait pour avoir utilisé la moitié environ de ses forces disponibles telles qu'elles étaient évaluées alors (1).

En 1911, ce chiffre de 50 pour 100 avait déjà été ramené par M. Robert Pinot, dans son rapport sur l'Exposition de Bruxelles, à 25 pour 100. Cette proportion réduite est encore trop élevée.

En effet, l'inventaire des forces hydrauliques suisses était alors incomplet pour les mêmes raisons que celles que j'ai indiquées pour les forces hydrauliques françaises.

Au début de 1914, à l'occasion de l'Exposition nationale suisse, une statistique beaucoup plus précise a été publiée; elle est due à MM. Bessard et Ghezzi, tous deux ingénieurs au Service hydrographique fédéral.

De ces statistiques, il résulte que la totalité des forces hydrauliques suisses, en tenant compte de la création de réservoirs possibles et de l'utilisation des lacs, s'élève à une puissance moyenne de 3 000 000 ch.

La puissance moyenne installée était seulement de 400 000 ch environ.

Par conséquent, la proportion réelle de la puissance installée à la puissance disponible était en Suisse, à la veille de la guerre, non pas de 50 pour 100, non pas même de 25 pour 100, mais bien exactement de 16 pour 100. Elle est donc un peu supérieure à la proportion française, mais la différence est loin de justifier les reproches faits à ce sujet.

Le fait est d'autant plus frappant que la Suisse, dénuée presque complètement de toutes mines de houille noire, à la merci complète de ses voisins pour les approvisionnements en charbon, était un des pays qui avait le plus grand intérêt à utiliser la totalité de ses richesses hydrauliques pour l'alimentation de ses usines et la traction électrique de ses chemins de fer. Elle en fait en ce moment la très dure expérience.

II. — **La houille blanche pendant la guerre.** — Telle était la situation en 1914 au moment de la déclaration de guerre.

(1) M. Gariel. Rapport au *Congrès de la Houille blanche* de 1914, t. 1, p. 119.

Digitized by Google

En outre, beaucoup d'installations hydrauliques nouvelles étaient en cours d'exécution. Comme pour toutes les usines, les chantiers furent fermés, les ouvriers renvoyés et la continuation des travaux remise à des jours meilleurs.

C'est au mois d'août 1915 que l'on songea de nouveau à utiliser et à intensifier nos ressources en houille blanche : de grands besoins de force électrique apparaissaient déjà, non seulement pour les distributions d'énergie et nos usines de munitions, mais également pour développer nos industries métallurgiques et surtout nos industries électro-chimiques qui avaient à fournir à nos armées la poudre, les explosifs et le matériel chimique de guerre.

Le sous-secrétariat d'État des Fabrications de guerre prit l'initiative de faire appel aux industriels de la houille blanche : il leur demanda leur concours, non seulement pour terminer les installations qui étaient en cours en 1914 et qui avaient été suspendues, mais pour augmenter, si possible, la puissance des usines déjà aménagées, et surtout installer des chutes nouvelles.

Je n'ai pas besoin de vous dire que les industriels répondirent instantanément à cet appel.

Difficultés. — Les difficultés étaient cependant nombreuses : difficultés de main-d'œuvre, de matériel, difficultés financières, difficultés légales. Tous les industriels ont rencontré beaucoup de difficultés; mais certaines prennent une acuité bien plus grande dans la création des chutes, et les difficultés légales lui sont spéciales.

Main-d'œuvre. — La plupart des chutes sont faites dans les hautes vallées montagneuses à l'inverse des usines de munitions créées dans les villes. Tout y est particulièrement difficile, transport et ravitaillement. Il est presque impossible d'y travailler toute l'année : l'hiver, la neige chasse les ouvriers des hautes montagnes.

Les hautes eaux empêchent aussi de faire les barrages qui doivent être construits au moment des étiages.

Il est donc nécessaire de réunir à des dates précises pour des périodes en général d'assez courte durée, le maximum d'ouvriers pouvant être employés sur les chantiers.

Vous connaissez trop les grandes difficultés qu'a rencontrées et que rencontre encore le recrutement de la main-d'œuvre pour ne pas vous rendre compte quelles réperoussions très grandes et quels longs retards a pu parfois entraîner un délai plus ou moins long dans la réunion des travailleurs.

Le ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre n'a cessé cependant d'apporter à cette question la plus grande attention et il a pu donner aux chantiers de chutes une main-d'œuvre parfois insuffisante, mais qui a été néanmoins un secours indispensable pour les industriels.

Matériel. — La question du matériel a été également une grande source de difficultés, notamment en ce qui concerne la fourniture des turbines pour lesquelles nous ne possédions, avant la guerre, qu'un petit nombre d'ateliers. Il a été nécessaire de les remettre en marche, mais la production a été insuffisante pour assurer, dans les délais suffisants, la totalité des besoins. Il a donc fallu recourir à l'importation de turbines étrangères.

De nouveaux ateliers ont été créés récemment qui permettront, dans l'avenir, de nous soustraire à cette nécessité.

Les conduites forcées exigent des tôles de qualité spéciale et leur fabrication en quantité suffisante a nécessité un effort particulièrement difficile de nos forges et de nos constructeurs spécialistes.

Difficultés financières. — Les difficultés financières ont été également très grandes. En effet, dans l'industrie de la houille blanche, on est obligé d'engager immédiatement la totalité des capitaux que nécessite l'installation complète. On ne peut proportionner les frais de premier établissement au développement progressif de l'entreprise. Il faut que le barrage soit fait dans son intégralité dès le début; que le canal soit prévu et créé immédiatement pour pouvoir débiter le débit maximum envisagé, que l'usine elle-même puisse recevoir la totalité du matériel dont on aura besoin ultérieurement et enfin, que les lignes de transport de force soient installées pour pouvoir transporter dans les centres de distribution le maximum de l'énergie qui sera utilisée.

Ces difficultés, déjà très grandes en temps de paix, se sont considérablement accrues en temps de guerre à cause de la majoration énorme de toutes les dépenses.

Un double problème se posait donc devant les industriels : d'une part, trouver les moyens de trésorerie, d'autre part, s'assurer la possibilité d'amortir la superdépense due à l'état de guerre.

Le ministère de l'Armement a pu apporter à un certain nombre d'entre eux un concours intéressant sous forme d'avances remboursables dans un délai de dix ans après la cessation des hostilités. Beaucoup ont bravé ces obstacles et confiants dans l'avenir de la houille blanche, ont fait eux-mêmes la totalité de l'effort nécessaire, sans se laisser arrêter par l'incertitude très grande que présente l'avenir de certaines de ses industries, notamment des industries électrométallurgiques et électrochimiques.

Difficultés légales. — Enfin, la réalisation des chutes a été souvent entravée par les propriétaires refusant de vendre les terrains nécessaires à l'appui des barrages et au passage des canaux, ou bien exigeant des prix absolument déraisonnables, en un mot faisant les *barreurs* de chutes.

L'Administration de la Guerre n'a pu, dans ce cas, faire procéder à l'expropriation; la loi ne le permet pas. Elle n'a pu, quand tous les moyens de conciliation avaient échoué, qu'offrir aux industriels de les aider par la réquisition, à condition que ceux-ci prennent l'engagement de se substituer à l'État en cas de difficultés à la fin de la guerre. Certains ont accepté et s'exposent ainsi à se trouver dans une situation véritablement délicate à la fin de la réquisition.

Digitized by Google

II. — **Puissance réalisée.** — Messieurs, malgré toutes ces difficultés : main-d'œuvre, matériel, dépenses, législation, un très gros effort a été fait dont une partie a déjà abouti et dont une autre partie, la plus intéressante, est en voie de réalisation.

Depuis le mois de novembre 1915, les chutes dont l'aménagement a été entrepris et qui sont ou terminées ou en cours d'achèvement, comportent une puissance moyenne de 565 000 ch et une puissance installée ou à installer de 850 000 ch.

La différence assez grande entre ces deux chiffres est la meilleure démonstration que l'on est entré dans la

ANNÉES	PUISSANCE MOYENNE EN CHEVAUX		PUISSANCE INSTALLÉE EN CHEVAUX	
1916-1917	80 000	300 000	120 000	450 000
1918	220 000		330 000	
1919	120 000		175 000	
1920-1921	145 000		225 000	
Totaux	565 000		850 000	

voie de l'utilisation des forces temporaires et des gros débits d'été si abondants dans les hautes chutes.

Sur ce total, dès la fin de 1917, une puissance installée de près de 120 000 ch hydrauliques était mise à la disposition de la Défense nationale; 380 000 ch doivent être mis en service pendant l'année 1918 et l'on peut résumer dans le tableau ci-dessus, les étapes successives de mise en marche des chutes entreprises depuis fin 1915.

Si l'on rapproche ces chiffres de 450 000 ch et 850 000 ch, de la puissance de 750 000 ch installés au début de la guerre, on voit que l'effort entrepris depuis fin 1915, aura permis d'augmenter, en trois années, l'utilisation des forces hydrauliques françaises de plus de 50 pour 100 et que fin 1921, en cinq années, la France aura été dotée d'une puissance nouvelle supérieure à la totalité de celle qui avait été réalisée pendant toute la période précédant la guerre : elle possédera, à cette époque, environ 1 600 000 ch aménagés (1).

Ce qui rend encore plus intéressant ces résultats, c'est que les puissances nouvelles aménagées ne sont plus concentrées dans les Alpes, mais qu'au contraire, toutes les régions de la France, même l'Ouest, y participent. Le tableau suivant le démontre :

RÉGIONS	PUISSANCE MOYENNE EN CHEVAUX	PUISSANCE INSTALLÉE OU A INSTALLER EN CHEVAUX
Alpes	395 000	428 000
Pyrénées	110 000	185 000
Plateau Central	126 000	200 000
Jura et Vosges	32 060	35 000
Ouest	2 000	2 000
Totaux	565 000	850 000

Enfin, la répartition par industrie montre combien grand a été l'effort fait dans les industries chimiques et métallurgiques, qui intéressent tout spécialement la défense nationale.

EMPLOIS	PUISSANCE MOYENNE EN CHEVAUX	PUISSANCE INSTALLÉE EN CHEVAUX
Transport de force	208 000	308 000
Electrochimie	137 000	216 000
Electrométallurgie	220 000	326 000
Totaux	565 000	850 000

Ce puissant effort de création a été également accompagné d'un gros effort financier, et on peut estimer au moins à 660 000 000 fr le total des capitaux nouveaux qui vont être investis dans l'industrie de la houille blanche.

Ces 660 000 fr se répartissent, suivant les régions et suivant l'utilisation, de la manière ci-dessous.

RÉGIONS	TRANSPORT DE FORCE	ÉLECTROCHIMIE	ÉLECTRO-MÉTALLURGIE	TRACTION ÉLECTRIQUE	TOTAUX
Alpes	160 000 000	55 000 000	98 000 000		315 000 000
Pyrénées	25 000 000	80 000 000	10 000 000	35 000 000	150 000 000
Massif Central	76 000 000	10 000 000	72 000 000		158 000 000
Jura et Vosges	25 000 000		10 000 000		35 000 000
Ouest	4 000 000				4 000 000
Totaux	290 000 000	145 000 000	190 000 000	35 000 000	660 000 000

(1) Il y a d'ailleurs lieu de remarquer que, dans toutes les statistiques de cet ordre publiées jusqu'à ce jour, on ne tient compte que des usines d'une puissance supérieure à 500 ch. Si, au contraire, on voulait tenir compte de toutes les usines dont la puissance est inférieure à 500 ch et qui sont presque toutes incorporées dans les statistiques des pays étrangers, on obtiendrait un chiffre encore plus grand.

Ainsi, en 1916, la puissance hydraulique française aménagée, en tenant compte de toutes les petites usi-

Digitized by Google

Si on se rappelle qu'on pouvait évaluer à environ : 800 000 000 fr la totalité des capitaux déjà engagés avant la guerre, il en résulte qu'en 1921, l'industrie de la houille blanche, même en ne tenant compte que des entreprises déjà commencées, représentera une immobilisation de près de 1 500 000 000 fr répartis de la manière suivante :

Transport d'énergie.....	fr	865 000 000
Electrochimie, électrométallurgie et industries diverses...	fr	500 000 000
Traction électrique.....	fr	90 000 000
Total.....	fr	1 460 000 000

VI. — **Etude de quelques chutes.** — Messieurs, dans ce grand mouvement de mise en exploitation de nos forces hydrauliques, l'Etat est résolument entré, et actuellement le Ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre aménage directement trois chutes qui resteront après la guerre la propriété de l'État.

L'une est aménagée sur la Corrèze : ce sera une chute de 166 m de haut, utilisant un débit variable de 750 à 5 000 litres par seconde, et pouvant produire, au moyen d'un canal d'amenée de 7 km de long, une puissance variant de 1 200 à 8 000 ch. L'énergie hydro-électrique ainsi créée viendra remplacer de la manière la plus heureuse, l'énergie thermique qui alimente actuellement la manufacture d'armes de Tulle.

Les deux autres chutes aménagées par l'État sont dans la région des Pyrénées, sur la Neste-du-Louron : ces chutes de 161 m et de 228 m de hauteur utiliseront des débits variant de 765 à 4 250 litres par seconde, comporteront une puissance totale installée de 22 000 ch et donneront une puissance moyenne de 15 000 ch. L'énergie produite servira à alimenter un centre important de fabrication de cyanamide destinée à la production de nos explosifs et, après la guerre, à servir d'engrais à l'agriculture.

La ville de Toulouse a pris l'initiative d'installer sur la Garonne, au Ramier-du-Château, une chute de puissance variable de 1 500 à 3 000 ch.

Pour les chutes faites par l'industrie privée, il serait trop long de vous en donner la nomenclature complète. Quoique l'effort de tous soit également méritoire et intéressant à tous les points de vue, je me bornerai à vous citer deux des chutes qui me paraissent les plus caractéristiques au point de vue du génie civil.

La première synthétisera l'effort accompli en ce moment dans la voie de la régularisation des débits des rivières par la transformation en réservoirs des lacs des hauts plateaux. De nombreux travaux sont entrepris dans ce but. La Société pyrénéenne d'Énergie électrique a surélevé le lac de Naguille, et va augmenter beaucoup la puissance de son usine d'Orlu par l'aménagement du lac d'En-Beys.

Dans les Pyrénées encore, on est en train de capter le lac d'Oo pour créer, près de Bagnères-de-Luchon, un grand centre de fabrications électrochimiques.

Les Forges et Aciéries Paul Girod vont aménager dans les Alpes une chute importante au moyen des eaux du lac de la Girotte.

Chute des Sept-Laux. — Mais un effort particulièrement heureux a été réalisé dans ce sens par la Société générale de Force et Lumière, au plateau des Sept-Laux, dans le massif montagneux de Belladone. Au nord de ce massif, il existe un plateau bien connu de la clientèle alpine où se trouvent sept lacs étagés, dont quatre sur le versant nord et trois sur le versant sud. Ceux du versant sud se rattachent au bassin de l'eau d'Olle et seront prochainement aménagés. Les quatre du versant nord envoient leurs eaux dans l'Isère par le Bréda et la vallée d'Allevard. L'altitude du plateau varie entre 2 100 et 2 200 m.

Au pied du plateau, à Fond-de-France, l'altitude de la vallée du Bréda n'est que de 1 085 m. Il y avait là, sur un parcours très restreint, une chute verticale d'environ 1 000 m dans laquelle se perdait une énergie annuelle considérable, au moins 40 000 000 kw-h. On avait songé depuis longtemps à recueillir cette énergie et même à aménager les lacs en réservoir régulateur pour améliorer sur tout son développement le cours d'eau du Bréda où se trouvent déjà au moins sept grandes usines hydro-électriques. Le débit du Bréda est en effet fort irrégulier, et passe à l'extrémité du bassin de 2 500 litres par seconde à 9 000 litres par seconde.

Il s'agissait d'une œuvre considérable : aménagement, par la réunion de trois lacs, d'un réservoir 10 000 000 m³ au moyen d'un tunnel de 1 500 m creusé à l'altitude de 2 000 m ; installation à Fond-de-France, à l'extrémité de la vallée du Bréda, d'une usine de 8 000 ch ; création à sa sortie d'un bassin compensateur de 20 000 m³ permettant à l'usine de fonctionner comme station de pointe, pendant dix heures sur vingt-quatre.

Cette œuvre, dont les difficultés étaient considérables puisqu'il fallait travailler presque continuellement à l'altitude de 2 000 m, avait rencontré beaucoup de sceptiques en temps de paix et encore plus en temps de guerre. Cependant, grâce à une énergie soutenue par une foi profonde, elle a pu être réalisée complètement et l'usine de Fond-de-France fonctionne depuis janvier 1918, avec plein succès.

Chute du Fier. — Une deuxième création de chute mérite certainement de vous être signalée par les difficultés considérables qu'elle présentait au point de vue génie civil : c'est celle que réalise la Société hydro-électrique de Lyon sur le torrent du Fier, à 25 km environ de son confluent avec le Rhône. Le Fier est caractérisé par le fait que son débit qui descend à 5 m³ : sec s'élève quelquefois en des crues rapides jusqu'à 1 200 m³ : sec.

nes, était la suivante d'après les statistiques officielles :

Cours d'eau non navigables ni flottables. répartis en 42.288 usines dont 42.027 de puissance inférieure à 500 ch.	1 238 000 ch
Cours d'eau du domaine public.....	218 000 ch
Total.....	1 456 000 ch

Digitized by Google

Les travaux comportaient : la création d'un barrage de retenue de 45 m de hauteur en travers la gorge du Val-de-Fier, permettant une accumulation d'eau considérable sur une étendue de 400 000 m², et avec une longueur de remous de près de 20 km; le percement à travers les massifs calcaires qui surplombent la vallée d'une galerie de 1 500 m pouvant débiter 60 m³ sec; un ouvrage important de mise en charge pour distribuer l'eau dans cinq conduites forcées qui actionneront dans l'usine cinq groupes générateurs de 5 000 ch chacun.

Les principales difficultés résidaient dans l'établissement du barrage; car les sondages avaient montré que le fond de la rivière se trouvait à une profondeur de 25 à 30 m au-dessous du niveau moyen des eaux. Aussi s'est-on arrêté au procédé suivant : créer une enceinte où l'on pourrait travailler librement en dérivant le torrent par deux galeries de chacune 30 m² placées, l'une sur la rive droite, l'autre, sur la rive gauche, et protéger l'enceinte par deux caissons à air comprimé, faisant fonction de bâtardeaux, l'un à l'amont, l'autre à l'aval de l'emplacement du barrage.

Le caisson aval de 5,50 m sur 17,50 m a été descendu à peu près régulièrement, mais le caisson amont de 5,50 m sur 15,50 m s'est arrêté après être descendu de 20 m sans que la roche ait pu être reconnue sur tout le fond de la chambre de travail.

On a adopté alors la solution suivante :

De l'intérieur de la chambre de travail, et sur tout le pourtour extérieur du couteau qui ne reposait pas sur la roche en place, on pratiqua des injections de ciment dans les graviers entourant le caisson.

Quand ce ciment eut fait prise, on creusa en dessous du couteau, des fouilles de 40 cm de hauteur et de 50 cm de largeur que l'on remplit de béton armé par du fer ancré dans la roche des rives.

A la faveur de cette murette, on put descendre les fouilles de 40 cm, après avoir pris la précaution d'étancher le joint du couteau avec la roche ou avec les murettes sur toute son étendue.

On a continué ainsi de proche en proche en faisant succéder les injections latérales et la construction des murettes, et après quatre mois d'efforts, la roche était reconnue sur toute l'étendue de la chambre de travail ainsi prolongée, soit sur plus de 8 m de hauteur, la hauteur totale au-dessous du niveau de l'eau atteignant donc 28 m.

Actuellement, les difficultés sont presque complètement vaincues; on poursuit l'exécution de la dalle générale de fondation du barrage, et l'on peut espérer qu'avant la fin de l'année, cette chute sera mise en service, apportant à toute la région lyonnaise un important appoint d'énergie.

Il y a lieu d'ajouter que, pendant toute cette période de construction, la Société hydro-électrique de Lyon a installé une usine provisoire de 2 000 ch, en utilisant comme barrage de retenue, le caisson batardeau amont.

Une chute de 10 m a ainsi été créée où une turbine actionne un alternateur au moyen d'un axe vertical de 22 m de hauteur, et d'un harnais d'engrenage d'angle.

L'ensemble de ces travaux si remarquables au point de vue génie civil, fait le plus grand honneur à la compétence et à l'énergie des dirigeants de la Société hydro-électrique de Lyon.

V. — **Utilisation de l'énergie.** — Messieurs, un des côtés les plus intéressants et des plus utiles pour la défense nationale, de l'effort réalisé par l'industrie de la houille blanche pendant la guerre, réside dans les utilisations nouvelles de l'énergie électrique qui a été ainsi créée.

Quand il s'est agi, dans la fabrication de l'obus de 75, de substituer l'obus forgé à l'obus foré, on a eu l'idée d'utiliser directement dans les hautes chutes la pression statique de l'eau sans aucune transformation et d'employer cette presion à la mise en œuvre des presses destinées à la fabrication des ébauches.

MM. Bouchayer et Viallet ont réalisé pour le compte de l'État une usine des plus importantes à Servette, près de Grenoble : une conduite spéciale se détache de la canalisation générale d'une chute de 600 m de haut et aboutit, après un parcours de 1 200 m, à une usine où l'eau prise ainsi directement aux conduites forcées sous une pression de 50 à 60 atmosphères, actionne des presses qui emboutissent plus de 25 000 ébauches de 75 par jour.

D'autres installations du même ordre ont été faites à Lancey, dans l'Isère, et à Epierre, en Savoie.

Mais les applications les plus nouvelles, les plus fécondes, ont été réalisées dans le domaine de l'électrochimie et de l'électrométallurgie.

Vous comprendrez facilement pour quelles raisons il n'est pas encore possible, en ce moment, de donner le détail de ces nouvelles fabrications.

En électrochimie, des problèmes nouveaux se sont posés. Il a fallu suppléer à l'insuffisance des arrivages par mer de nitrates, faire face aux nécessités de la guerre chimique. Les solutions ont été trouvées et ont pu être réalisées grâce à la houille blanche.

L'électrochimie a fait un effort considérable pour la fabrication du phosphore, du magnésium, des explosifs chloratés, du chlore et de ses dérivés, du chlore liquide du carbure de calcium, de la cyanamide, etc.

L'industrie des produits nitrés a marché à pas de géant, et déjà de ce puissant mouvement on voit sortir de grandes industries d'après-guerre, comme celle des matières colorantes.

L'électrométallurgie non seulement a développé ses anciennes fabrications d'acier, d'aluminium, de ferro-alliages, mais l'électrométallurgie du zinc a été mise au point : de nouveaux produits ont été créés, comme la fonte synthétique, le fer électrolytique, l'élianite, etc.

De grands établissements métallurgiques ont compris la nécessité de s'intéresser à la houille blanche. Les Aciéries de Firminy aménagent deux grandes chutes dans le Plateau Central sur la Gère et sur le Bès. Elles participent à la création d'un grand centre de fabrications électrochimiques que les établissements Frédet installent à Brignoud.

Digitized by Google

La Société minière et métallurgique de Pennarroya étudie un plan complet d'aménagement de la vallée de la Neste d'Aure, dans les Hautes-Pyrénées, et au moyen de trois usines échelonnées, y disposera bientôt d'une puissance de 40 à 50 000 ch.

Les Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, se sont intéressées à l'aménagement de la chute de la Basse-Isère, ainsi qu'à une partie des industries créées à Allevard sur le Bréda.

Les Forges et Aciéries du Saut-du-Tarn transforment le moulin d'Ambialet en usine hydro-électrique. La Manufacture de glaces de Saint-Gobain aménage une chute importante à Avrieux, près de Modane, et se dispose à en installer plusieurs autres.

Nous sommes convaincus que ces nouveaux adhérents à la houille blanche auront encore de nombreux et puissants imitateurs.

VI. — **Conclusions.** — 1. Rôle des administrations. — Messieurs, je vous ai montré la grandeur de l'œuvre entreprise, je vous ai résumé les difficultés principales rencontrées. Quelle que soit l'intensité de leurs efforts, les industriels de la Houille blanche n'auraient pu vaincre tous les obstacles s'ils n'avaient rencontré l'appui constant des pouvoirs publics.

On médit assez de nos administrations pour qu'un industriel, placé momentanément de leur côté, tienne à prendre leur défense. Si nous avons pu aboutir aux résultats que je vous ai signalés, c'est grâce à l'accord constant qui a régné entre les industriels, les différentes administrations intéressées, et à la collaboration très cordiale qui a réuni tous leurs efforts.

Le ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre chargé plus spécialement, pendant la durée de la guerre, de jouer pour ainsi dire le rôle de moteur pour la création des chutes hydrauliques, n'a eu aucune peine à obtenir le concours permanent des ministères des Travaux publics et de l'Agriculture. Tant sur les cours d'eau du domaine public que sur les cours d'eau du domaine privé, il a été donné de nombreuses autorisations provisoires de commencer les travaux sans attendre les résultats des enquêtes administratives et la fin des formalités légales.

Dans tous les cas, les formalités administratives ont été simplifiées et les difficultés aplanies; je voudrais vous en citer un seul exemple assez typique.

Au mois d'août 1873, un décret avait fixé la retenue normale des eaux du lac d'Annecy à un niveau correspondant à la cote de 1,80 m. Depuis cette date, il avait été demandé de relever le niveau de 0,30 m afin d'augmenter la puissance du débit du réservoir constitué par le lac, et, par suite, la puissance que pouvait fournir à son usine de Brassilly, sur le Fier, la Société des Forces motrices du Fier.

Aucune solution n'avait été apportée à cette question, la surélévation du lac menaçant, paraît-il, de nombreux intérêts industriels et agricoles.

Le 19 novembre 1915, la question était reprise. Une conférence réunissait localement les principaux intéressés qui prenaient l'engagement de garantir l'Administration contre tous dommages causés aux tiers. Le sous secrétariat des Fabrications de guerre intervenait immédiatement auprès du ministère des Travaux publics, et en moins de quinze jours, le 2 décembre 1915, malgré les protestations des riverains du lac, le ministère des Travaux publics autorisait le préfet à relever le niveau du lac de 30 cm. On avait donc, en quelques jours, réalisé une amélioration qui, sans la guerre, aurait sans doute attendu encore de longues années.

J'ai tenu à savoir ce qu'avaient coûté les travaux nécessaires pour relever ainsi le plan d'eau de 30 cm et surtout le montant des chiffres payés pour les dommages.

Les travaux ont consisté simplement dans l'adjonction d'une hausse en bois qui a été placée dans les vannes du lac et qui a coûté environ 200 fr. Quant aux dommages causés à l'ensemble des plaignants, j'ose à peine vous le dire : ils ont été réglés très largement à l'amiable à 200 fr par an. Ainsi, grâce à la décision rapide prise et avec une dépense de 800 fr nous avons obtenu depuis trois ans un supplément annuel de 800 ch pendant douze mois, soit en tout plus de 5 000 000 kw-h, résultat que depuis vingt-cinq années le Syndicat des industriels locaux n'avait pu obtenir.

Cet exemple est si encourageant que je ne doute pas qu'il ne suscite une émulation nouvelle à résoudre rapidement certains problèmes administratifs, surtout si le Parlement se décide à réaliser l'unification, réclamée aujourd'hui par tous, des services chargés de s'occuper de l'aménagement rationnel de nos cours d'eau, afin d'obtenir l'utilisation la plus avantageuse de notre puissance hydraulique pour l'intérêt économique de la nation.

2. Houille blanche et houille noire. — Messieurs, la houille blanche a rendu à la Défense nationale les plus grands services. Elle sera un élément puissant de la rénovation économique de la France. Elle ne peut cependant pas se transformer en panacée universelle, et il est, je crois, exagéré de représenter, comme on le fait souvent en ce moment, tout aménagement de houille blanche comme devant amener dans son ensemble une diminution correspondante de consommation de charbon. Il n'est pas possible de poser la question à un point de vue aussi simpliste. S'il en était ainsi, la consommation de charbon aurait dû diminuer en France, pendant les vingt-cinq années qui ont précédé la guerre, c'est-à-dire pendant la période antérieure d'aménagement de nos forces hydrauliques.

En effet, de 1890 à 1913, il a été installé en France environ 750 000 ch pouvant produire annuellement près de 2 000 000 000 kw-h. Il semble donc que, pendant cette période, la consommation annuelle de charbon aurait dû diminuer en assez forte proportion, soit, environ quatre millions de tonnes.

Or, non seulement il n'y a eu aucune diminution, mais au contraire il y a eu augmentation constante de la consommation du charbon. Cette consommation est, en

Digitized by Google

effet, passée de 36 000 000 de tonnes en 1890 à 60 000 000 de tonnes à la veille de la guerre.

Donc, à un aménagement de 750 000 ch hydrauliques a correspondu, non une diminution, mais au contraire une augmentation de consommation de charbon de 24 000 000 de tonnes, amenant d'ailleurs un déficit de 20 000 000 de tonnes sur notre production.

Mais ce que l'on peut dire c'est que, au début de la guerre, le déficit eût été encore bien plus considérable si les 750 000 ch hydrauliques n'avaient pas été aménagés.

Je crois qu'il en sera de même à l'avenir et qu'à une augmentation de notre puissance hydraulique ne correspondra peut-être pas la diminution de consommation de charbon prévue par quelques-uns.

Les raisons en sont faciles à comprendre : d'abord la houille blanche est tout à fait inégalement répartie sur notre territoire. Ensuite, beaucoup de nos industries : mines, marine marchande, usines à gaz, métallurgie, etc., ne peuvent absolument pas se passer de charbon.

De plus, tout développement industriel amène à côté de lui d'autres industries et crée de nouveaux besoins ; et de même que le développement de la lumière électrique n'a pas empêché celui du gaz, de même le développement de nos mines de houille blanche ne diminue certainement pas la nécessité où nous sommes d'intensifier également la production de nos mines de houille noire.

Mais, en tout cas, la houille blanche constitue une de nos richesses nationales encore très insuffisamment exploitées, et rien ne peut être plus important pour le développement économique de notre pays que l'aménagement de ses forces hydrauliques, afin de pouvoir opposer aux grandes richesses en charbon du sous-sol de l'Allemagne les magnifiques richesses des vallées de France.

* * *

Messieurs, j'ai terminé cette trop longue communication. Je ne voudrais pas qu'il y ait de malentendu sur ma pensée. En vous exposant ce qui a été fait pour l'utilisation et l'augmentation des forces hydrauliques pendant la guerre, je n'ai eu nullement l'intention de chercher quelque témoignage de satisfaction ni pour les industriels qui ont réalisé cette œuvre, ni surtout pour les administrations qui l'ont appuyée et y ont collaboré. Quels que soient les résultats obtenus, peut-être auraient-ils pu être plus grands ; en tout cas, à l'époque grave que nous traversons, quand on n'est pas au danger, le maximum de l'effort réalisé n'est encore que le minimum de ce que l'on doit à sa Patrie.

Mais j'espère, néanmoins, que vous emporterez de ce court exposé une impression réconfortante : les 750 000 ch que par leur initiative ils avaient su réaliser pendant les années qui ont précédé la guerre, les 850 000 ch qu'avec la collaboration des pouvoirs publics, ils sont en train d'aménager depuis la guerre vous sont un sûr garant de la ténacité et de l'énergie avec laquelle les industriels de la houille blanche sauront, dans la France grandie, accomplir l'effort nécessaire de demain.

Commandant Henri CAHEN,
Ancien élève de l'Ecole polytechnique.

Revues, analyses et informations

Les terrains pétrolifères d'Oukhta.

Nous lisons dans le « Bulletin de la Chambre de Commerce russe » de juillet-août 1918 :

Les gouvernements de Vologda et d'Archangel sont pourvus de riches gisements pétrolifères et la qualité du naphte extrait dans la région de la rivière d'Oukhta (gouvernement de Vologda) est égale à celle du naphte des régions de Kouban et de Grosny.

On trouve le naphte dans la rivière même d'Oukhta, ainsi que dans ses affluents : Nen-Iol, Djon-Iol et Iaréga.

La présence du naphte dans ces rivières est officiellement reconnue ; mais il n'est pas douteux que la superficie de la région pétrolifère est beaucoup plus importante. C'est ainsi que plusieurs voyageurs et indigènes ont constaté qu'il existe le long de la route Pomozdino-Troyzko-Petcherk, près de la rivière Vytchegda, des terrains marécageux couverts de naphte jaillissant de la terre par des fontaines, jusqu'à 71 cm de hauteur, mais jusqu'ici cette région n'a pas été exploitée.

Le naphte d'Oukhta filtre même du lit de la rivière et cette particularité crée des difficultés pour l'exploitation, car il n'est pas toujours facile de trouver les sources du naphte dans des rivières semées de cataractes et de rapides.

Le naphte d'Oukhta, pris sur une profondeur de 63 m, dans les mines de Varvarinski, est le seul dont l'exploitation se fait d'une façon régulière dans cette région. Il a donné, d'après l'analyse chimique faite par l'ingénieur Hansberg.

Pétrole	28 pour 100
Benzine	3 Id.
Huile	8 Id.
Mazout	61 Id.
Total	100 pour 100

Sa densité est presque égale à celle du naphte de Grosny. D'après les calculs de M. Hansberg, le transport des résidus du naphte jusqu'à Yaroslaw, coûtera de 25 à 27 kopecks, tandis qu'actuellement le poud (16,380 kg) de résidu de naphte de Bakou coûte, comme transport à Yaroslaw, 58 kopecks ; c'est-à-dire plus du double.

Il y a actuellement, sur les rivières Oukhta et Iaroga, beaucoup de demandes pour les recherches ; mais, en dehors des mines de Varvarinski, rien n'est encore en exploitation.

Il serait désirable qu'on établisse des cartes détaillées de ces deux gouvernements et qu'on porte à la connaissance du public, par la voie de la presse ou par des conférences, l'existence de ces gisements pétrolifères. Des facilités pourraient être accordées aux exploitations industrielles qui, en faisant valoir ces régions riches en naphte, rendraient ainsi service à l'industrie qui a tant besoin de ce produit.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR :
J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF :
Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. — TOME IV. — N° 12. — 21 SEPTEMBRE 1918.

AVIS. — *Nous informons nos lecteurs qu'en raison de l'augmentation, toujours croissante, des dépenses supplémentaires, parfois inutiles, d'impression et de papier occasionnées par le tirage des exemplaires destinés à la vente au numéro, le prix de vente des exemplaires séparés de la* R. G. E. *postérieurs au 1er janvier 1918, est porté de 1,50 fr. à 2 fr. Il n'est apporté aucune modification aux prix des abonnements.*

Chronique. — La tarification de l'énergie électrique d'après les prix du charbon et la fixation de ces prix. — A propos de la taxe sur les paiements. — Bibliographie : La magnéto à haute tension à la portée de tout le monde, par René BARDIN ; Les progrès de la physique moléculaire, p. 401-402.

Section scientifique et technique. — Etude sur les maxima de surpression dans les phénomènes de coups de bélier, par Maurice GARIEL, p. 303. — Energie oscillante. Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités de courants périodiques quelconques, par G. SZARVADY, p. 411.

Section industrielle. — Des appareils de manutention dans l'industrie en général, par F. SÉBA, p. 421, — Revues, analyses et informations : La mesure du champ électrostatique dans les isolateurs d'après la méthode électrolytique, p. 433 ; Facteurs affectant la soudure à l'arc, p. 434.

Section de Législation. — Notes sur l'application pratique de la loi du 15 juin 1906 et des règlements annexes, par A. MONMERQUÉ, p. 435. — Concession des services publics et la guerre. Arrêt du Conseil d'Etat du 13 et du 20 juillet 1917. Compagnie des Automobiles postales, par Paul BOUGAULT, p. 439. — Législation, jurisprudence, réglementation : Circulaire relative à la fourniture d'énergie électrique aux armées alliées, p. 340.

La tarification de l'énergie électrique d'après les prix du charbon et la fixation de ces prix.

Nous avons déjà eu l'occasion d'attirer l'attention de nos lecteurs (1) sur les mesures administratives prises pour faciliter aux producteurs et consommateurs d'électricité, liés par un contrat fixant le prix de vente de l'énergie électrique au prix du charbon, l'application de cette clause. Une nouvelle circulaire de M. Claveille, ministre des Travaux publics et des Transports, en date du 3 août, vient d'apporter une modification aux prescriptions antérieures en recommandant de fixer ce prix, non plus pour l'année entière, mais pour chaque trimestre; voici le texte de cette circulaire :

Certains cahiers des charges de distribution d'énergie électrique ou certains contrats de fourniture d'énergie, passés soit avec des Services publics, soit avec des particuliers, prévoient un prix de l'énergie électrique au kilowatt-heure, établi en fonction du prix du charbon. Comme base pour ce dernier prix, l'Administration, dans les diverses espèces qui se sont présentées, a successivement envisagé le prix moyen des charbons des chemins de fer de l'Etat belge, puis quand la publication de ces prix a été supprimée, le prix moyen d'achat des charbons des chemins de fer de l'Etat en France. C'est ce qui a été expliqué par la circulaire du 20 mars 1913.

Ce prix était donné chaque année par une circulaire spéciale, adressée aux ingénieurs en chef du contrôle et il était d'usage de fixer le prix du kilowatt-heure *de l'année* en appliquant le prix moyen du charbon de l'année précédente, tel qu'il résultait de la circulaire annuelle.

Le trouble profond apporté par la guerre dans la vie économique du pays a conduit, à partir du 1er janvier 1916, à établir séparément les prix pour les charbons, provenant de mines françaises et pour les charbons importés de Grande-Bretagne.

Les circonstances ont nécessité une nouvelle modification à partir du 1er janvier 1917; en raison de la rapidité des variations, les prix ont dû être établis par trimestre.

Enfin, pour en terminer avec cet exposé, la circulaire du 31 mars 1918, relative au prix du charbon pour le quatrième trimestre de 1917, a constaté que la base du prix du charbon des chemins de fer de l'Etat ne pouvait plus être conservée, parce qu'elle n'était plus adéquate aux circonstances de fait et elle a fait connaître que ce prix devait être remplacé par des prix régionaux, ou même spéciaux à

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 28 avril 1917, t. I, p. 642 ; 13 avril et 4 mai 1918, t. III, p. 537 et 641.

Digitized by Google

certaines usines, ces prix devant être établis par le Département des Travaux publics et des Transports avec le concours de l'Office des Charbons, créé sur l'invitation du ministre de l'Armement et des Fabrications de Guerre et placé sous le contrôle du Bureau national des Charbons.

Il résulte de cette situation que la fixation du prix du kilowatt-heure, prévue dans des cahiers des charges ou des contrats, en fonction du prix *annuel* du charbon, ne correspond plus à la réalité des nécessités actuelles. Pour tenir compte des circonstances, il est indispensable de suivre la voie indiquée par les circulaires relatives au prix du charbon et, en particulier, de fixer ce prix *pour chaque trimestre*, en se conformant aux indications de la circulaire correspondante à ce trimestre.

Cette mesure n'aurait d'ailleurs qu'un caractère temporaire et, pour cette raison, il ne semble pas nécessaire de faire modifier les cahiers des charges, conformément aux règles ordinaires du temps de paix. Il suffit que les intéressés établissent et appliquent d'accord les modifications temporaires nécessaires. Les difficultés seraient, s'il y a lieu, soumises au Service du contrôle et, au cas où ce service ne parviendrait pas à établir l'accord, au ministre des Travaux publics et des Transports qui statuerait, après avis du Comité d'Electricité.

Je rappelle d'ailleurs que les prix du charbon, portés à la connaissance des intéressés, ne sont donnés qu'à titre de simple indication et que réserve est faite de tous droits pour les diverses parties intéressées, producteurs et consommateurs d'énergie. Mais les constatations fournies par les circulaires qui sont établies, avec le concours et la haute compétence du Comité d'Electricité, paraissent de nature à prévenir les conflits et à faciliter les accords amiables, ce qui semble désirable surtout dans les circonstances actuelles.

A propos de la taxe des paiements — On sait à quelles difficultés donne lieu la loi du 31 décembre 1917 relative aux paiements. Nous croyons donc intéressant de faire connaître à nos lecteurs l'avis de la Direction de l'Enregistrement sur deux points, l'un relatif au paiement des travaux de bâtiment, l'autre relatif à l'attestation prévue à la loi; cet avis est conforme dans les deux lettres suivantes adressées par cette Direction.

Monsieur le Président du Groupe des Chambres syndicales du Bâtiment,

..... Le paiement à un entrepreneur du prix des travaux de bâtiment (constructions, aménagements, etc.) est, en principe, soumis depuis le 2 avril 1918, à la taxe de 0,20 par 100 fr, édictée par l'article 23 de la loi du 31 décembre 1917.

Toutefois, en ce qui concerne la partie du prix s'appliquant exclusivement à la main-d'œuvre, l'ancien droit de timbre gradué (art. 28 de la loi du 15 juillet 1914) est seul exigible, si le mémoire de l'entrepreneur et le reçu délivré à son client distinguent ce prix de celui qui est afférent aux marchandises ou aux fournitures livrées pour l'exécution des ouvrages.

L'Administration conserve, d'ailleurs, son droit de contrôle sur la distinction ainsi faite entre le prix des fournitures et celui de la main-d'œuvre.

Monsieur le Secrétaire général de l'Office national de la Presse.

Vous avez bien voulu me signaler l'inconvénient qu'il y aurait à exiger l'attestation prévue par l'article 24 du décret du 29 mars 1918 pour chaque achat fait à un fournisseur par un commerçant qui revend les marchandises achetées.

J'ai l'honneur de vous faire connaître que l'inconvénient signalé n'existe pas en fait et n'est que la conséquence d'une interprétation inexacte de la loi, de la part de certains commerçants.

L'attestation dont il s'agit ne doit jamais être exigée, en effet, pour les ventes en gros, c'est-à-dire pour les ventes faites par un marchand de gros à un commerçant qui n'achète que pour revendre.

Elle ne s'applique qu'aux achats faits par un commerçant, soit à un non commerçant, soit à un commerçant vendant au détail ou à la consommation (voir les réponses faites à deux questions écrites posées à ce sujet par M. Bergeon, député, *Journal officiel* du 23 mai 1918, p. 4534, et du 18 juin 1918, p. 5176).

Je vous serais obligé de donner à cette indication la plus large publicité possible, pour mettre fin au malentendu dont votre lettre confirme l'existence.

Bibliographie : La magnéto à haute tension à la portée de tout le monde. par René Bardix, ingénieur électricien, diplômé de l'Ecole supérieure d'Aéronautique [1]. — Voici comment l'auteur définit le but qu'il s'est proposé d'atteindre : « Tous ceux qui ont à connaître la magnéto d'une façon pratique n'ont pas à apprendre la *nature* des phénomènes électriques que l'on y rencontre, ni à en connaître le *pourquoi*, mais tout bonnement à se rendre compte des *effets* qu'ils produisent; c'est là le but de ce petit ouvrage. » — Il se divise ainsi : 1° Etude théorique (description, principe, fonctionnement, avance à l'allumage, ordre d'allumage dans les cylindres des moteurs à explosion); 2° Partie descriptive (revue des différents types de magnétos); 3° Partie pratique (calage, réglage, entretien, vitesse par rapport au moteur, pannes d'allumage et leur recherche). — P. V.

Bibliographie : Les progrès de la physique moléculaire [2]. — Conférences faites en 1913-1914 par Mme P. Curie, J. Becquerel, M. de Broglie, A. Cotton, Ch. Fabry, P. Langevin, Ch. Mauguin, H. Mouton. — Cet ouvrage fait partie de la collection de mémoires relatifs à la Physique, publiée par la Société française de Physique. Voir les titres des différentes conférences : P. Langevin : La physique du discontinu, p. 1-46; M. de Broglie : Les progrès de nos connaissances concernant les rayons de Rontgen, p. 47-73; M. Mauguin : Les cristaux liquides, p. 74-99; Mme P. Curie : les radio-éléments et leur classification, p. 100-126; H. Mouton : Biréfringence magnétique des liquides purs. Anisotropie et orientation des molécules, p. 127-163; A. Cotton : Symétrie des cristaux et symétrie moléculaire, p. 164-200; Ch. Fabry : Les mouvements des particules lumineuses dans les gaz, p. 201-242.

[1] Un vol., 21 cm × 13 cm, de 80 pages, 44 figures; H. Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, Paris. — Prix : 2,50 fr.

[2] Un volume, 25 cm × 17 cm, de 242 pages. Editeurs : Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins, Paris.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Étude sur les maxima de surpression dans les phénomènes de coups de bélier

La question des coups de bélier est une des plus importantes qui se posent dans les installations hydro-électriques. Elle avait donné lieu jusqu'à présent à un certain nombre d'études dont les plus connues sont celles de MM. Alliévi et de Sparre. Tout dernièrement l'ensemble des problèmes qui se rattachent à cette question a été repris avec une grande ampleur par MM. Camichel, Eydoux et Gariel qui, par de nouvelles recherches théoriques et, grâce à plus de trois mille expériences effectuées soit au laboratoire, soit dans des usines importantes, paraissent avoir pu donner sur cette question des conclusions précises et d'une haute portée pratique. M. Gariel s'est, en particulier, attaché à montrer que les théories générales fort compliquées et dont l'application effrayait à juste titre beaucoup d'industriels se résolvent pour les besoins de la pratique courante à quelques formules extrêmement simples donnant le maximum de surpression que doivent être appelées à supporter les conduites forcées. Par un circuit assez curieux, on est ramené par une analyse serrée à la plus ancienne des formules donnée sur la question, à celle de Michaud. Dans ce premier article l'auteur recherche le maximum de surpression à craindre au bas de la conduite lors de la fermeture d'une turbine et donne les formules à appliquer dans ce cas. Dans la suite de son étude, il développera des considérations analogues pour les coups de bélier d'ouverture et traitera ensuite de la transmission du coup de bélier le long de la conduite. L'ensemble des conclusions pourra constituer un memento à l'usage de tous ceux qui ont à effectuer des calculs de conduites forcées. Enfin, il commentera les dernières études de M. de Sparre sur la recherche des lois de fermeture que doivent réaliser les régulateurs pour produire le coup de bélier minimum [1].

I. — **Introduction.** — Les théories récentes concernant les coups de bélier dans les conduites forcées permettent de se rendre compte d'une façon très complète de la forme des diagrammes de pression tels qu'on peut les observer après une variation de débit produite, par exemple, par le fonctionnement du régulateur d'une turbine. Les très nombreuses expériences que nous avons exécutées à ce sujet avec MM. Camichel et Eydoux [2] nous ont montré un remarquable accord entre l'observation et la théorie.

Mais ce qui importe essentiellement en pratique, ce n'est pas tant de pouvoir tracer a priori la courbe des variations de pression correspondant à une manœuvre donnée que de déterminer aussi simplement que possible le maximum de surpression résultant de cette manœuvre. Aussi, historiquement parlant, les formules donnant d'une façon plus ou moins approchée le maximum en question ont-elles précédé les théories générales.

La plus ancienne de ces formules et la plus connue est celle de Michaud qui date, croyons-nous, d'une quarantaine d'années [3]. L'expérience montra assez vite que la formule de Michaud devait être fréquemment corrigée comme donnant des résultats trop forts. Les théories de MM. Alliévi et de Sparre confirmèrent cette conclusion et montrèrent que ce facteur de correction était essentiellement variable suivant les cas, en sorte que la formule de Michaud parut devoir être abandonnée par les techniciens.

Nous nous proposons de montrer qu'il ne doit pas en être ainsi : il se trouve, en effet, que cette formule, assez empirique dans son origine et inexacte dans une catégorie déterminée de cas, se rattache étroitement aux théories les plus modernes, les plus complètes et les mieux vérifiées. Complétée par une autre formule non moins simple, elle permet de calculer le coup de bélier maximum pour la plupart des usines hydrauliques comportant des conduites forcées sans réservoir d'air ni cheminée d'équilibre, alimentant des turbines.

Avant d'entrer dans les détails, rappelons que les surpressions dans les conduites forcées sont dues généralement aux fermetures des vannages des turbines sous l'action des régulateurs automatiques de vitesse. Ces mouvements de fermeture se produisent en particulier lors des déclanchements des machines électriques actionnées par les turbines. Suivant la charge à laquelle fonctionne le groupe, la fermeture peut se produire soit à partir de l'ouverture complète du distributeur, soit à partir d'une ouverture partielle quelconque. On conçoit aisément que le coup de bélier varie suivant le degré d'ouverture à partir duquel se produit le mouvement du

[1] *R. G. E.*, 31 mars 1917, t. I, p. 483-489.

[2] Camichel, Eydoux et Gariel : Sur les coups de bélier; *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 8 novembre 1915, t. CLXI, p. 548-626.

[3] Michaud : *Bulletin de la Société Vaudoise des Ingénieurs et des Architectes*, année 1878, nos 3 et 4, et Michaud : *Bulletin Technique de la Suisse Romande*, 10 et 25 février 1903.

Digitized by Google

vannage. Mais, contrairement à ce que l'on aurait pu croire, dans la plupart des cas de la pratique, le coup de bélier le plus fort n'est pas celui qui se produit lorsque l'on ferme la turbine à partir de la pleine ouverture, mais bien celui qui se produit lorsqu'on ferme à partir d'une ouverture partielle qui peut être une fraction très faible de l'ouverture totale. C'est le développement systématique de cette remarque qui nous a amené aux conclusions que nous allons exposer.

II. — **La formule de Michaud.** — Rappelons maintenant la formule de Michaud. Elle se rapporte, comme toutes les formules simples que l'on peut donner sur ce sujet, au cas où le débit, pendant la fermeture, serait une fonction linéaire du temps si le coup de bélier était négligeable.

Dans ces conditions, si l'on appelle pour une conduite de diamètre constant :

L, la longueur de la conduite en mètres ;

v_0, la vitesse initiale de l'eau dans la conduite en mètres par seconde ;

T, le temps de fermeture du vannage en secondes ;

g, l'accélération due à la pesanteur en mètres par seconde par seconde.

Le coup de bélier maximum est donné par

$$\xi_M = \frac{2Lv_0}{gT}. \qquad (1)$$

On voit immédiatement que, d'après cette formule, le coup de bélier dépend uniquement, pour une conduite donnée, du rapport $\frac{v_0}{T}$, c'est-à-dire du débit coupé dans l'unité de temps. Par conséquent, le coup de bélier maximum croîtrait indéfiniment lorsque le temps de fermeture tend vers zéro.

Joukowski (1) le premier a montré que ceci était inexact et que, à partir d'une certaine vitesse limite de fermeture, le coup de bélier demeurait constant quelle que soit la vitesse de fermeture. Cette vitesse limite est définie de la manière suivante : on sait que le coup de bélier se propage le long de la conduite avec une vitesse a finie et donnée par la formule

$$a = \frac{9\,900}{\sqrt{48{,}3 + K\frac{d}{e}}},$$

d étant le diamètre moyen de la conduite,
e son épaisseur, supposée constante,
K un coefficient égal à 0,5 dans le cas de la tôle d'acier.

L'onde met donc un temps $\frac{2L}{a}$ pour aller du distributeur à la chambre d'eau et revenir au distributeur. Or, le temps de fermeture limite dont nous venons de parler est précisément égal à $\frac{2L}{a}$. Pour tous les temps de fermeture inférieurs ou égaux à $\frac{2L}{a}$, le coup de bélier est indépendant de la vitesse de fermeture, et il est donné par la formule

$$\xi_M = \frac{av_0}{g}, \qquad (2)$$

v_0 étant la vitesse initiale de l'eau dans la conduite.

Cette seconde formule, extrêmement importante, est identique à la formule de Michaud si le temps de fermeture T est égal à $\frac{2L}{a}$. La formule de Michaud devient, en effet, pour cette valeur de T

$$\xi_M = \frac{2Lv_0}{g\frac{2L}{a}} = \frac{av_0}{g}.$$

On voit donc que la formule de Michaud se relie par là aux théories de Joukowski et d'Alliévi. Mais cette liaison apparaît comme plus étroite encore si l'on considère les formules remarquablement condensées qu'a données M. de Sparre pour les fermetures linéaires et dans le cas, toujours réalisé dans la pratique, où le coup de bélier ξ_M est inférieur à la moitié de la pression statique (1). Ces formules supposent, en outre, que le temps de fermeture considéré T est supérieur à $\frac{2L}{a}$.

Soient alors :

y_0, la pression statique en mètres ;

a, la vitesse de propagation de l'onde en mètres par seconde ;

v_0, la vitesse initiale de l'eau dans la conduite ;

L, la longueur de celle-ci ;

T, le temps de fermeture du vannage en secondes.

Il faut distinguer deux cas suivant que la quantité $\frac{av_0}{2gy_0}$ est plus petite ou plus grande que 1.

Si $\frac{av_0}{2gy_0} \leq 1$, le coup de bélier maximum est donné par

$$\xi_M = \frac{2Lv_0}{gT}\,\frac{1}{1 + \frac{av_0}{2gy_0}\left(1 - \frac{2L}{aT}\right)}. \qquad (3)$$

Si $\frac{av_0}{2gy_0} > 1$, le coup de bélier maximum est donné par

$$\xi_M = \frac{Lv_0}{gT}\,\frac{1}{1 - \frac{Lv_0}{2gTy_0}},$$

(1) Joukowski, *Sur les coups de bélier dans les conduites forcées*. Saint-Pétersbourg, 1900.

(1) Voir de Sparre, *Houille blanche*, 1904, et *Bulletin spécial n° 1 du Comité technique de la Société hydrotechnique de France*.

Digitized by Google

formule qui peut s'écrire

$$\xi_M = \frac{2Lv_0}{gT}\,\frac{1}{2\left(1-\frac{Lv_0}{2gTy_0}\right)}. \qquad (4)$$

Dans le premier cas, le coup de bélier maximum est égal au coup de bélier de Michaud $\frac{2Lv_0}{gT}$ multiplié par un facteur plus petit que 1 puisque, par hypothèse, T est supérieur à $\frac{2L}{a}$ et que, par conséquent, $\frac{2L}{aT}$ est inférieur à 1.

Dans le second cas, le coup de bélier maximum est égal au coup de bélier de Michaud multiplié par un facteur dont on ne voit pas immédiatement s'il est plus grand ou plus petit que 1. Il est facile de voir néanmoins qu'il est plus petit que 1.

Nous avons, en effet, par hypothèse

$$\xi_M < \frac{y_0}{2},$$

d'où

$$\frac{2Lv_0}{gT}\,\frac{1}{2\left(1-\frac{Lv_0}{2gTy_0}\right)} < \frac{y_0}{2}.$$

Ce qui donne

$$\frac{2Lv_0}{gT} < y_0 - \frac{Lv_0}{2gT},$$

d'où

$$\frac{3Lv_0}{2gT} < y_0,$$

et, en définitive,

$$\frac{Lv_0}{2gTy_0} < \frac{1}{3}.$$

On a donc

$$\frac{1}{2\left(1-\frac{Lv_0}{2gTy_0}\right)} < \frac{1}{2\left(1-\frac{1}{3}\right)},$$

ou

$$\frac{1}{2\left(1-\frac{Lv_0}{2gTy_0}\right)} < \frac{3}{8}.$$

Le coup de bélier maximum est donc inférieur aux $\frac{3}{8}$ du coup de bélier de Michaud.

Par conséquent, pour tous les cas de fermeture en un temps supérieur ou égal à $\frac{2L}{a}$, le coup de bélier maximum est représenté par une fraction plus ou moins importante, mais toujours plus petite que 1, ou au plus égale à 1, de $\frac{2Lv_0}{gT}$, coup de bélier de Michaud

Ceci posé, nous sommes maintenant en mesure, à l'aide de deux formules simples, d'indiquer comment on peut, dans le cas des fermetures linéaires, calculer le coup de bélier maximum pouvant se produire pendant le fonctionnement d'une turbine pour laquelle la durée de fermeture totale du vannage par le régulateur est égale à T. Nous distinguerons pour cela deux cas :

Le premier correspond à $T < \frac{2L}{a}$. Le coup de bélier maximum est donné par

$$\xi_M = \frac{av_0}{g}.$$

V_0 étant la vitesse de l'eau dans la conduite pour l'ouverture totale du distributeur.

Le second cas correspond à $T > \frac{2L}{a}$. Dans ce cas, il pourra toujours arriver, au cours des manœuvres, que l'on ferme précisément le distributeur à partir d'une ouverture partielle telle que la fermeture complète se fasse en un temps t égal à $\frac{2L}{a}$.

Soit v la vitesse de l'eau dans la conduite pour cette ouverture partielle : le coup de bélier correspondant sera donné par la formule $\frac{av}{g}$ qui, d'après la remarque faite plus haut, se confond avec la formule de Michaud $\frac{2Lv}{gt}$. Mais, puisque la fermeture est supposée linéaire, nous aurons

$$\frac{v}{t} = \frac{v_0}{T},$$

d'où

$$\frac{2Lv}{gt} = \frac{2Lv_0}{gT}.$$

Le coup de bélier sera donc donné par la formule classique de Michaud, et, comme nous l'avons démontré ci-dessus, ce sera bien là le coup de bélier maximum qui puisse se produire pour une manœuvre quelconque effectuée en un temps supérieur ou au plus égal à $\frac{2L}{a}$.

Nous arrivons ainsi à la conclusion suivante sur la portée pratique de laquelle nous ne saurions trop insister.

Dans le cas où la durée de fermeture du régulateur est supérieure à $\frac{2L}{a}$, il y aura toujours une manœuvre qui produira un coup de bélier égal à celui donné par la formule de Michaud et ce sera là le maximum qui puisse se produire.

C'est donc rigoureusement cette formule qu'il faudra appliquer pour l'établissement de la turbine et de la conduite.

Digitized by Google

III. — **Applications à différents cas.** — Cette conclusion essentielle concernant le maximum une fois dégagée, nous allons l'illustrer d'une façon plus précise en donnant des diagrammes montrant comment varie le coup de bélier maximum suivant que l'on ferme à partir de l'ouverture complète ou à partir d'ouvertures partielles quelconques.

Trois cas doivent être envisagés :

1° La fermeture totale du distributeur à partir de l'ouverture complète se fait en un temps T inférieur à $\frac{2L}{a}$;

2° Ce temps T est supérieur à $\frac{2L}{a}$ et l'expression $\frac{av_0}{2gy_0}$ est inférieure à 1 ;

3° Ce temps T est supérieur à $\frac{2L}{a}$ et l'expression $\frac{av_0}{2gy_0}$ est supérieure à 1.

Examinons successivement ces divers cas.

Premier cas. — $T \leq \frac{2L}{a}$, soit v_0 la vitesse dans la conduite correspondant à l'ouverture totale du distributeur; le coup de bélier maximum ξ_M sera donné par

$$\xi_M = \frac{av_0}{g}.$$

Considérons ensuite la turbine fonctionnant à charge partielle et soit v la vitesse correspondante dans la conduite. On a évidemment $v < v_0$. Le coup de bélier ξ_M correspondant à une fermeture complète à partir de cette ouverture partielle sera donné par

$$\xi_M = \frac{av}{g}.$$

Si, comme nous le supposons dans toute cette étude, les débits du distributeur sont sensiblement proportionnels aux courses du vannage, les vitesses v seront proportionnelles à ces mêmes courses.

Si donc nous portons en abscisses (fig. 1) les ouvertures a du distributeur en millimètres par exemple et en ordonnées les vitesses v de l'eau dans la conduite, la courbe représentant v en fonction de a est une droite OA passant par l'origine. Soit Oa_1 le segment représentant l'ouverture complète ; sur l'ordonnée de a_1, portons la valeur du coup de bélier maximum correspondant à la fermeture complète à partir de l'ouverture complète. Ce maximum, comme nous venons de le voir, est égal à $\frac{av_0}{g} = a_1 b$. Soit Oa le segment représentant une ouverture partielle quelconque. Sur l'ordonnée de a portons la valeur du coup de bélier maximum correspondant à la fermeture complète à partir de l'ouverture partielle Oa. Ce maximum sera égal à $\frac{av}{g} = ab$. Puisque les vitesses v sont proportionnelles aux courses du vannage, les coups de bélier $\frac{av}{g}$ le sont également et la ligne Obb_1 est une ligne droite. *On voit donc que, dans le cas où le temps de fermeture total du distributeur à partir de l'ouverture complète est inférieur ou au plus égal à* $\frac{2L}{a}$, *le coup de bélier maximum se produit lorsqu'on ferme à partir de l'ouverture complète et, lorsqu'on part d'ouvertures*

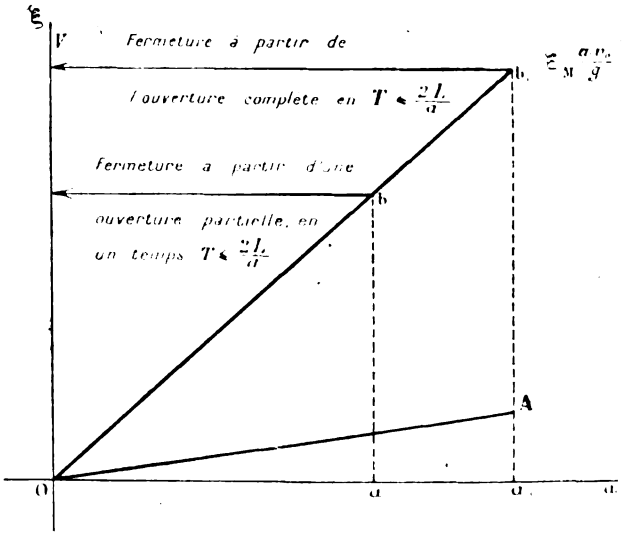


Fig. 1.

partielles, il décroît linéairement avec la valeur de l'ouverture dont on part.

Second cas : $T > \frac{2L}{a}$ et $\frac{av_0}{2gy_0} < 1$. Le phénomène change complètement d'allure si le temps de fermeture totale du distributeur est supérieur à $\frac{2L}{a}$.

Considérons d'abord le cas où $\frac{av_0}{2gy_0}$ est inférieur à 1. C'est le cas des hautes chutes. Le coup de bélier maximum pour la fermeture totale à partir de l'ouverture complète est donné par

$$\xi_M = \frac{2Lv_0}{gT} \cdot \frac{1}{1 + \frac{av_0}{2gy_0}\left(1 - \frac{2L}{aT}\right)}.$$

Nous avons remarqué plus haut que la fraction constituant le second terme de ce produit est inférieure à 1. Employons la même représentation graphique que précédemment et portons

$$a_1 b_1 = \xi_M < \frac{2Lv_0}{gT}.$$

Considérons ensuite une ouverture partielle Oa correspondant à une vitesse v dans la conduite et soit t la

Digitized by Google

durée de fermeture complète à partir de cette ouverture. Le coup de bélier maximum qui se produira au cours de cette fermeture sera donné par

$$\xi_M = \frac{2Lv}{gt} \cdot \frac{1}{1 + \frac{av}{2gy_0}\left(1 - \frac{2L}{at}\right)}.$$

La loi de fermeture étant supposée linéaire, nous aurons

$$\frac{v}{t} = \frac{v_0}{T} = K,$$

K étant une constante, d'où

$$\xi_M = \frac{2Lv_0}{gT} \cdot \frac{1}{1 + \frac{aKt}{2gy_0}\left(1 - \frac{2L}{at}\right)}.$$

Posons

$$\frac{2Lv_0}{gT} = K_1 \quad \frac{aK}{2gy_0} = K_2 \quad \frac{KL}{gy_0} = K_3,$$

l'expression de ξ_M devient

$$\xi_M = \frac{K_1}{1 + K_2 t - K_3},$$

ou, en posant $1 - K_3 = K_4$

$$\xi_M = \frac{K_1}{K_4 + K_2 t},$$

équation qui s'écrit

$$K_2 \xi_M t + K_4 \xi_M - K_1 = 0.$$

C'est l'équation d'une hyperbole équilatère qui admet comme asymptotes l'axe des t et une parallèle à l'axe des ξ d'abscisse $t = -\frac{K_4}{K_2}$.

Etant donné que, par hypothèse, la loi de fermeture est supposée linéaire, la même hyperbole, tracée avec une autre échelle des abscisses, représente la variation des maxima en fonction de l'ouverture à partir de laquelle on commence à fermer. Nous avons tracé sur la figure 2 ci-contre l'hyperbole en question. Mais il est essentiel de remarquer que cette hyperbole ne représente le phénomène du maximum du coup de bélier que dans une portion déterminée de l'une de ses branches. Nous avons indiqué plus haut, en effet, que la formule (3) ne s'appliquait que si, d'une part, le temps t était inférieur à $\frac{2L}{a}$ et si, d'autre part, l'expression $\frac{av_0}{2gy_0}$ était inférieure ou au plus égal à 1. A partir de l'ouverture Oa_c telle que la fermeture totale s'effectue en un temps $\frac{2L}{a}$ et, pour toutes les ouvertures inférieures, on retombe sur le cas n° 1 et la courbe représentative des maxima se réduit à la droite Ob_c. Pour la fermeture $b_c f_c$ s'effectuant en un temps $t_c = \frac{2L}{a}$, la surpression maximum est, comme nous l'avons vu, égale à $\frac{2Lv_c}{gt_c} = \frac{2Lv_0}{gT}$, coup de bélier de Michaud.

Le graphique illustre clairement ce que nous avons démontré plus haut, à savoir que, parmi les coups de bélier que peut produire la fermeture de la turbine fonctionnant à diverses charges, le coup de bélier de Michaud se produira certainement et ce sera là le maximum que l'on ait à redouter.

Au contraire, pour les fermetures à partir d'ouvertures supérieures à l'ouverture critique Oa_c, le coup de

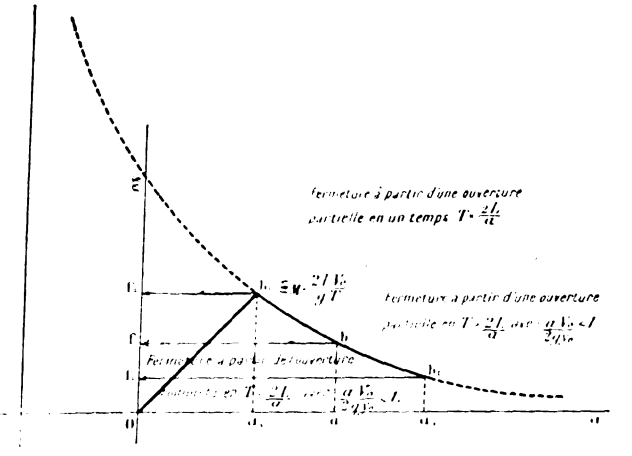


Fig. 2.

bélier maximum sera notablement inférieur au coup de bélier de Michaud. Plus l'ouverture dont on part sera grande, plus le coup de bélier sera faible. Il sera minimum si la vitesse v_0 est telle que l'expression $\frac{av_0}{2gy_0}$ soit égale à 1. A partir du point tel que $\frac{av_0}{2gy_0}$ soit supérieur à 1, les considérations précédentes ne s'appliquent plus, et l'on tombe dans le troisième cas que nous traiterons ci-après.

Il est intéressant de rechercher quelle peut être la valeur du minimum du coup de bélier. Reprenons pour cela l'expression de ξ_M

$$\xi_M = \frac{2Lv_0}{gT} \cdot \frac{1}{1 + \frac{av_0}{2gy_0}\left(1 - \frac{2L}{aT}\right)},$$

nous avons par l'hypothèse

$$\frac{av_0}{2gy_0} < 1, \quad \frac{2L}{aT} < 1,$$

on en conclut

$$\frac{av_0}{2gy_0}\left(1 - \frac{2L}{aT}\right) < 1.$$

Digitized by Google

Ce produit sera maximum si $\frac{av_0}{2gy_0} = 1$ (plus grande valeur que puisse atteindre cette expression dans le cas considéré) et si le temps $\frac{2L}{a}$ devient négligeable vis-à-vis de la durée de fermeture T. Dans ce cas, le coup de bélier maximum est égal à $\frac{Lv_0}{gT}$.

On voit donc que, dans le cas le plus favorable, le coup de bélier de fermeture peut être réduit à la moitié du coup de bélier de Michaud. On se rend compte ainsi de l'erreur grave dans laquelle on a pu tomber en se contentant de calculer par la méthode d'Alliévi ou les formules de M. de Sparre, le coup de bélier correspondant à la fermeture de la turbine à pleine charge : on peut arriver ainsi, dans le cas des fermetures lentes, à des surpressions moitié de celles qui se produiront réellement pendant le fonctionnement du régulateur.

3° $$T > \frac{2L}{a}, \qquad \frac{av_0}{2gy_0} > 1.$$

C'est en général le cas des basses chutes. Le coup de bélier ξ_M est donné alors, pour la fermeture complète à partir de l'ouverture totale, par la formule (4)

$$\xi_M = \frac{2Lv_0}{gT} \frac{1}{2\left(1 - \frac{Lv_0}{2gTy_0}\right)},$$

et, pour les fermetures totales à partir d'ouvertures partielles, par

$$\xi_M = \frac{2Lv}{gt} \frac{1}{2\left(1 - \frac{Lv}{2gty_0}\right)}.$$

On voit que les quantités v et t, ne figurent dans cette expression que par le rapport $\frac{v}{t}$. Or, la fermeture étant supposée linéaire, ce rapport est constant, et, par suite, le coup de bélier ξ_M est constant de quelque ouverture que l'on parte. Nous avons vu qu'il était toujours inférieur aux $\frac{5}{8}$ du coup de bélier de Michaud. Recherchons, comme dans le cas précédent, quel peut être le minimum de ξ_M.

Comme on le voit immédiatement, ce minimum se produira lorsque le temps de fermeture t sera assez grand pour que l'expression $\frac{Lv}{2gy_0}$ soit négligeable vis-à-vis de t. On aura dans ce cas

$$\xi_M = \frac{Lv}{gt},$$

moitié du coup de bélier de Michaud, comme précédemment.

Ceci posé, considérons donc une installation dans laquelle, pour l'ouverture complète on ait $T > \frac{2L}{a}$ et $\frac{aV_0}{2gy_0} > 1$.

Construisons (fig. 3) le diagramme des maxima de surpression en fonction des ouvertures, soit O a_1 l'ouverture totale, a_1 b_1 le coup de bélier maximum correspondant à la fermeture totale f_1. Soit Oa une ouverture partielle telle que l'on ait encore $\frac{av}{2gy_0} > 1$; le coup de bélier maximum correspondant à la fermeture partielle f sera le même que pour l'ouverture totale soit $ab = a_1b_1$.

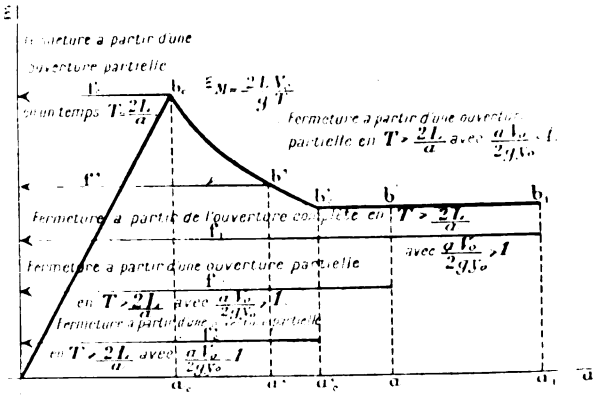


Fig. 3.

La courbe des maxima sera donc une parallèle à l'axe des a.

Afin de pouvoir déterminer jusqu'où se prolongera cette parallèle, nous allons examiner quels sont les domaines d'application des formules (3) et (4).

Reprenons la formule (3)

$$\xi_M = \frac{2Lv_0}{gT} \frac{1}{1 + \frac{av_0}{2gy_0}\left(1 - \frac{2L}{aT}\right)} \quad \text{avec} \quad \frac{av_0}{2gy_0} \leq 1.$$

Nous avons remarqué que, pour $T = \frac{2L}{a}$, cette formule se réduit à $\xi_M = \frac{2Lv_0}{gT}$.

Par contre, pour $T = \frac{2L}{a}$, la formule (4)

$$\xi_M = \frac{2Lv_0}{gT} \frac{1}{2\left(1 - \frac{Lv_0}{2gTy_0}\right)},$$

se réduit à

$$\xi_M = \frac{2Lv_0}{gT} \frac{1}{2\left(1 - \frac{av_0}{4gy_0}\right)},$$

expression différente de la formule de Michaud.

Digitized by Google

Cette anomalie apparente est due au fait que l'hypothèse faite pour l'établissement de la formule (4) n'est jamais réalisée pour $T = \frac{2L}{a}$. Dans ce cas, en effet, le coup de bélier est égal à $\frac{a v_0}{g}$, et comme on a $\frac{a v_0}{2 g y_0} > 1$, on en déduirait $\frac{\xi_M}{2 y_0} > 1$ ou $\xi_M > 2 y_0$, c'est-à-dire que le coup de bélier serait supérieur à deux fois la pression statique.

Or, par hypothèse, les formules de M. de Sparre ne s'appliquent que si $\xi_M < y_0$.

On en conclut donc que, pour des fermetures en un temps $\frac{2L}{a}$ on se trouve toujours dans le cas où $\frac{a v_0}{2 g y_0} < 1$.

Si donc, nous nous plaçons dans le cas du diagramme de la figure (3) où l'on a, pour l'ouverture complète $\frac{a v_0}{2 g y_0} > 1$, il y aura une ouverture partielle O'a'$_c$ correspondant à une fermeture en un temps supérieur à $\frac{2L}{a}$ et pour laquelle on aura $\frac{a v_0}{2 g y_0} = 1$. Pour toutes les ouvertures inférieures à O a_2, on aura $\frac{a v_0}{2 g y_0} < 1$ et l'on retombe sur le cas numéro 2 (fig. 2) avec la branche d'hyperbole b'$_c$ b$_c$, la droite b$_c$ O et le maximum $\frac{2 L v_0}{g T}$ à l'intersection de cette branche et de cette droite.

Le graphique de la figure numéro 3 nous donne ainsi une vue d'ensemble de la loi des maxima dans les trois cas que nous avons envisagés et qui comprennent tous ceux qui peuvent se présenter.

Toutes les formules et considérations ci-dessus s'appliquent à des conduites d'épaisseur et de diamètre constants.

Les expériences que nous avons exécutées à Soulom avec MM. Camichel et Eydoux nous ont montré que les théories générales de MM. Alliévi et de Sparre pouvaient s'appliquer avec une très grande approximation aux conduites de diamètre constant et d'épaisseur variable, qui se présentent le plus souvent dans les installations hydrauliques, dans tous les cas où l'on considérait des durées de fermeture supérieures à $\frac{2L}{a}$ ou peu inférieures à cette valeur (a devant, dans ce cas, être pris égal à la vitesse moyenne de propagation de l'onde dans les tronçons de diverses épaisseurs). M. de Sparre, dans sa communication du 28 janvier 1918 à l'Académie des Sciences, a montré le fondement théorique de ces constatations expérimentales.

Pratiquement, dans la presque totalité des installations hydro-électriques, les durées de fermeture des régulateurs sont choisies supérieures à $\frac{2L}{a}$. *Pour toutes celles-là, nous pouvons donc conclure :*

Dans toutes les installations hydrauliques comportant une conduite de diamètre constant et d'épaisseur constante ou variable alimentant une turbine commandée par

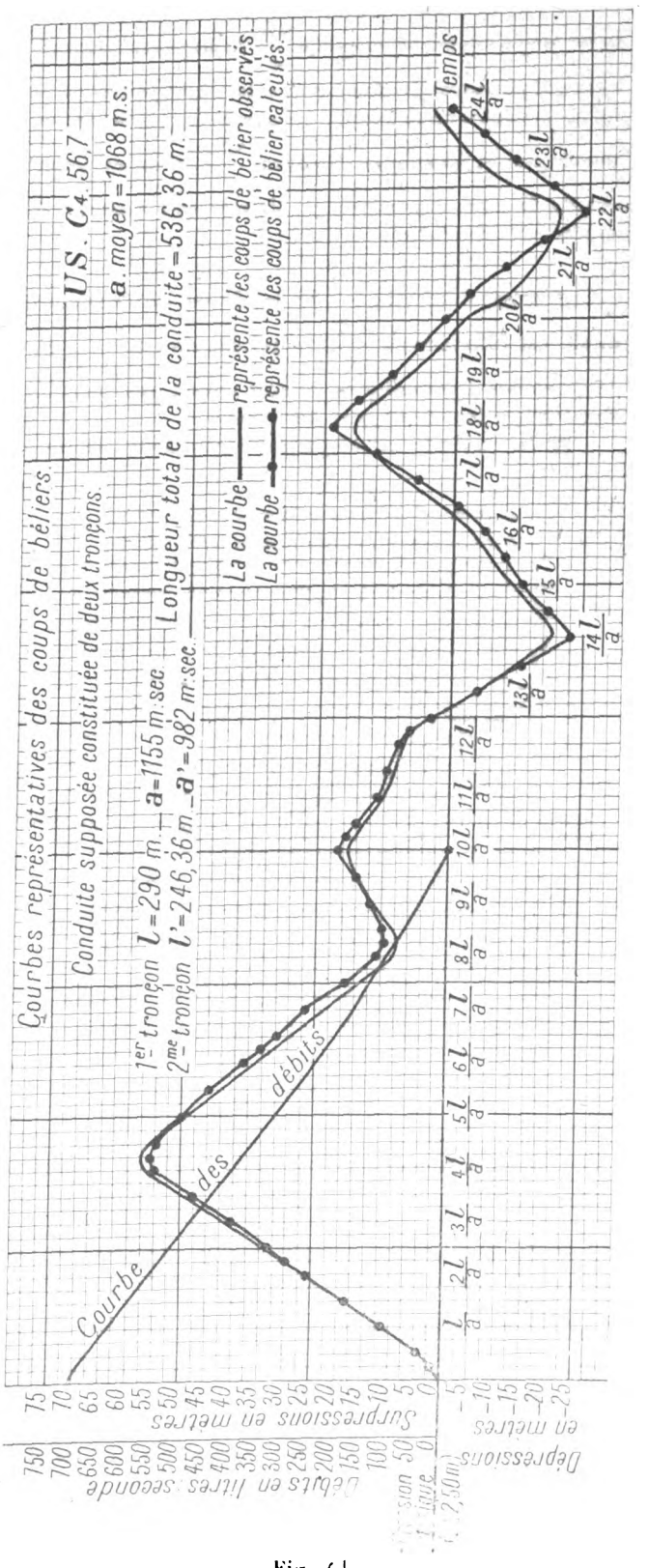


Fig. 4.

un régulateur assurant la fermeture complète du vannage en un temps supérieur ou égal à $\frac{2L}{a}$, *la surpression maximum qui pourra se produire à la suite d'une fermeture et qui se produira certainement en cours d'exploitation, est donnée par la formule de Michaud* $\frac{2Lv_0}{gT}$. *C'est en tenant compte de cette surpression que doivent être calculées la turbine et la conduite.*

Cas exceptionnels. — Si la durée de fermeture totale est inférieure à $\frac{2L}{a}$, ce qui est rare dans le cas des turbines hydrauliques et doit autant que possible être évité, il faut distinguer deux cas :

1° Si la conduite est d'épaisseur constante, le coup

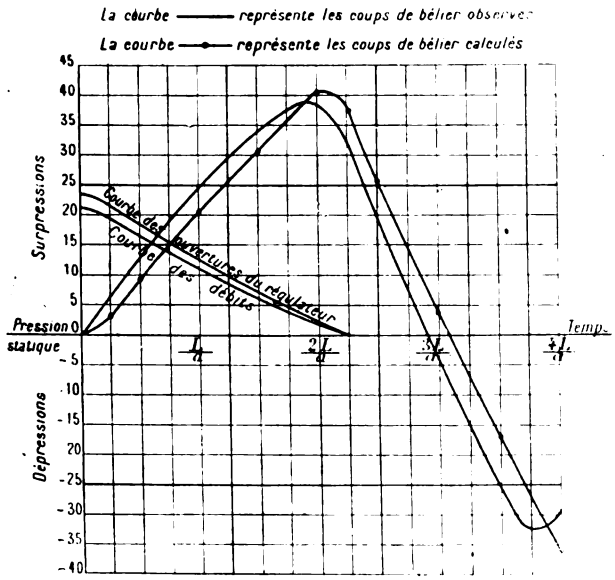


Fig. 5.

de bélier maximum à craindre est donné par la formule $\frac{av_0}{g}$;

2° Si la conduite est d'épaisseur variable, M. de Sparre a démontré (1) et nous avons vérifié que le coup de bélier $\frac{av_0}{g}$ pouvait se trouver très notablement majoré; cette majoration peut atteindre 75 pour 100 pour des fermetures instantanées.

Le cas des fermetures pratiquement instantanées n'est jamais réalisé par les régulateurs des turbines hydrauliques, mais on le rencontre dans les usines d'emboutissage d'obus fonctionnant sous de hautes chutes naturelles. Les arrêts des presses sur leurs

(1) De Sparre. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. II, p. 150.

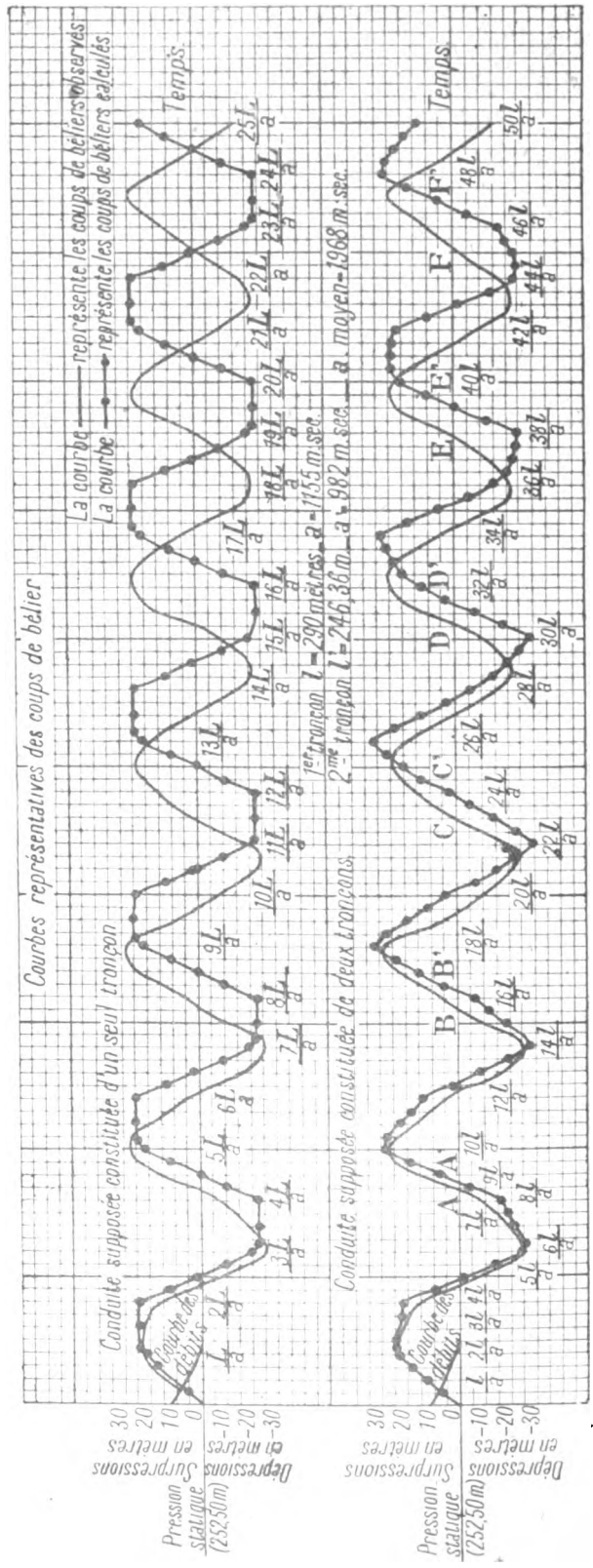


Fig. 6.

butées sont en effet extrêmement brusques. Il paraît

Digitized by Google

prudent, dans ce cas, de calculer le coup de bélier par la formule $1{,}75\,\frac{av_0}{g}$.

IV. — **Conclusions**. — *Formule de Michaud* $\frac{2Lv_0}{gT}$ *pour l'immense majorité des installations de turbines hydrauliques, formule de Joukowski-Allièvi* $\frac{av_0}{g}$ *pour les fermetures en un temps inférieur à* $\frac{2L}{a}$ *dans les conduites d'épaisseur constante, formule majorée de M. de Sparre* $1{,}75\,\frac{av_0}{g}$ *pour les fermetures extra-rapides dans les conduites d'épaisseur variable, telles sont les trois expressions extrêmement simples auxquelles se résolvent pour les besoins de la pratique industrielle courante les théories modernes des coups de bélier, en ce qui concerne les maxima de surpression consécutifs à des fermetures linéaires dans des conduites de diamètre constant.*

On trouvera, dans le mémoire que nous allons publier prochainement avec MM. Camichel et Eydoux, un développement plus complet des considérations qui précèdent, ainsi que des graphiques destinés à les illustrer. Nous ne reproduisons ici que trois de ces graphiques relevés à l'usine de Soulom.

Celui de la figure 4 (expérience U'S — C_4 — 56 — 7) permet de se rendre compte de l'accord remarquable existant entre les théories de M. de Sparre et l'expérience; celui de la figure 5 (expérience U S—C_4 — 54 — 1) est relatif à une fermeture effectuée en un temps voisin de $\frac{2L}{a}$: la surpression maximum observée au cours de cet essai a été de 39,20 m, soit 15,45 pour 100, la surpression calculée par la formule de Michaud, de 40,20 m, soit 15,9 pour 100. Enfin le graphique de la figure n° 6 (expérience US — C_4 — 56 — 1) est relatif à une fermeture en un temps égal à $\frac{L}{a}$ dans une conduite d'épaisseur variable. Il montre que le maximum de surpression n'est pas réalisé lors de la première onde mais lors de la troisième. Le coup de bélier calculé par la formule $\frac{av_0}{g}$ est, dans cette expérience, de 23,50 m; il coïncide sensiblement avec le maximum de la première onde observée, mais à la troisième onde observée la surpression est de 28 m, présentant ainsi une augmentation de 20 pour 100 environ par rapport à la valeur calculée par la formule $\frac{av_0}{g}$. Ce graphique permet donc de se rendre compte de la nécessité de la majoration indiquée par M. de Sparre dans les cas de fermetures très rapides, majoration qui, comme nous l'avons dit, peut aller jusqu'à 75 pour 100 dans les cas des fermetures instantanées.

Nous nous proposons, dans de prochains articles, de montrer comment on peut également ramener à des formules simples les lois des coups de bélier d'ouverture, celles relatives à la répartition du coup de bélier le long de la conduite, enfin l'ensemble des mêmes phénomènes dans les conduites de diamètres variables.

Maurice Gariel,
Ingénieur E S.E., directeur général des Ateliers Neyret-Beylier et Piccard-Pictet.

Énergie oscillante

Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités de courants périodiques quelconques.

L'auteur donne dans son avant-propos le but et le résumé de son article. Nous rappellerons à nos lecteurs que la « R. G. E. » a déjà donné plusieurs notes et articles concernant la puissance réelle et la puissance magnétisante, 30 juin 1917, t. I, p. 1015; 8 septembre 1917, t. II, p. 366; 20 octobre 1917, t. II, p. 601; 29 décembre 1917, t. II, p. 1012; 23 février 1918, t. III, p. 278; 2 mars 1918, t. III, p. 315.

Avant-propos. — Dans les réseaux parcourus par des courants alternatifs, une partie de l'énergie mise en jeu est transformée d'une façon définitive en énergie de nature différente, le surplus ne fait qu'osciller entre le réseau et les milieux magnétiques ou diélectriques qui l'entourent.

L'auteur appelle puissance oscillante l'énergie oscillante mise en mouvement par seconde et facteur de puissance oscillante le rapport de cette puissance à la puissance apparente correspondante.

Il décompose les intensités et les tensions instantanées de courants périodiques quelconques en des composantes wattées et déwattées correspondant respectivement aux puissances de l'énergie transformée d'une façon définitive (énergie permanente) et de l'énergie oscillante. Ces composantes, dans le cas général, ne sont pas sinusoïdales.

Partant ensuite du postulatum que l'énergie permanente et l'énergie oscillante se conservent séparément, l'auteur montre que les règles de Kirchhoff peuvent

Digitized by Google

être appliquées séparément aux composantes wattées et déwattées (non sinusoïdales) des intensités et tensions instantanées de courants périodiques quelconques.

Pour certains systèmes de courants, dont les courants sinusoïdaux ne sont qu'un cas particulier, on peut appliquer ces mêmes règles aux valeurs efficaces des composantes wattées ou déwattées, ce qui permet de substituer au système d'équations générales, entre variables, un système équivalent d'équations entre constantes.

Dans le cas des courants sinusoïdaux, on peut substituer aux équations, entre valeurs efficaces, des équations équivalentes entre les puissances actives d'une part et les puissances réactives de l'autre; on se trouve ainsi ramené à la méthode bien connue de M. Boucherot basée sur la conservation de la puissance réactive.

1. — **Énergie et puissance d'un courant périodique quelconque.** — Energie totale. — Dans un circuit de résistance R et de self-induction constante L coupé par un condensateur de capacité C, et parcouru par un courant périodique quelconque, l'intensité instantanée est donnée par la loi d'Ohm

$$i = \frac{e - L\frac{di}{dt} - u}{R},$$

e désignant la somme algébrique de toutes les forces électromotrices et contre-électromotrices localisées dans le circuit (e est nécessairement une force électromotrice) ; $u = \frac{1}{C}\int i dt$ est la différence de potentiel aux bornes du condensateur.

L'énergie totale $ei\,dt$ transformée, à chaque instant, se décompose de la façon suivante :

$$ei\,dt = Ri^2 dt + Li\,di + Cu\,du,$$

et les puissances instantanées correspondantes, satisfont à la relation

$$\mathfrak{P}_i = ei = Ri^2 + L\frac{di}{dt}i + ui.$$

La puissance proprement dite d'une transformation quelconque est, par définition, l'énergie transformée par unité de temps. La puissance $\mathfrak{P}$ d'une transformation *périodique* est donc égale à l'énergie W_T transformée pendant une période, multipliée par le nombre des périodes par seconde, c'est-à-dire par la fréquence f, d'où

$$\mathfrak{P} = fW_T = \frac{W_T}{T}.$$

$\mathfrak{P} = \frac{W_T}{T}$ est aussi la puissance moyenne pendant une période. Elle peut être mise sous la forme

$$\mathfrak{P} = \frac{1}{T}\int_0^T dW = \frac{1}{T}\int_0^T \mathfrak{P}_i\,dt.$$

Dans le circuit que nous envisageons, la puissance moyenne ou *réelle* a pour expression

$$\mathfrak{P} = \frac{1}{T}\int_0^T ei\,dt = RI^2 + \frac{L}{2T}\left(i_T^2 - i_0^2\right) + \frac{C}{2}\left(u_T^2 - u_0^2\right),$$

mais i et u étant des fonctions périodiques du temps, on a

$$i_T = i_0, \qquad u_T = u_0,$$

et, par conséquent, l'énergie totale absorbée, pendant une période, aussi bien par la self-induction que par la capacité, est nulle, d'où

$$\mathfrak{P} = \frac{1}{T}\int_0^T ei\,dt = RI^2.$$

Posons

$$\frac{1}{T}\int_0^T ei\,dt = KEI.$$

K est une constante, inférieure ou égale à 1, qui dépend des valeurs relatives de R, de L et de C.

On a

$$\mathfrak{P} = KEI = RI^2,$$

$$I = K\frac{E}{R},$$

$$K = \frac{\mathfrak{P}}{EI} = \frac{RI}{E}.$$

EI est la puissance apparente ;
$KEI = \mathfrak{P}$ la puissance moyenne ou réelle ;
$K = \frac{\mathfrak{P}}{EI}$ le facteur de puissance.

Les transformations subies par les diverses fractions de l'énergie électrique totale dW, apportée dans le circuit, par la force électromotrice résultante, soit

$$dW = ei\,dt = Ri^2 dt + Li\,di + Cu\,du$$

sont de natures très différentes.

Energie permanente. — Le terme Ri^2dt représente de l'énergie électrique transformée en chaleur par effet Joule à l'intérieur du circuit. La transformation s'effectue constamment dans le même sens. Nous appellerons :

Transformations permanentes, les transformations qui répondent à cette condition,

Énergie permanente, toute énergie soumise à une transformation permanente,

Et *puissance permanente*, la puissance correspondante, laquelle se confond avec la puissance moyenne qui est égale, nous le rappelons, à l'*énergie permanente* W_T *transformée pendant une période multipliée par le nombre* f *des périodes à la seconde*, soit

$$\mathfrak{P} = fW_T.$$

Remarquons que les transformations par effet Joule sont *irréversibles*. Il est impossible, en effet, de retransformer en énergie électrique la chaleur ainsi produite sans passer par l'intermédiaire de quelque autre forme

Digitized by Google

de l'énergie. Les transformations permanentes effectuées par les machines électriques et les transformateurs sont au contraire *réversibles*; une dynamo à excitation dérivée ou un moteur polyphasé passent, automatiquement, du fonctionnement en moteur au fonctionnement en génératrice (ou inversement), toutes les fois que la vitesse atteint en croissant (ou en décroissant) une certaine vitesse critique.

Énergie oscillante. — Les termes $Lidi$ et $Cudu$ représentent de l'énergie soumise à des transformations d'un caractère particulier. Alors que le terme Ri^2dt est toujours positif, ces deux termes sont alternativement positifs et négatifs, et les transformations correspondantes de l'énergie changent continuellement de sens. L'énergie électrique fournie au circuit par la source pendant une partie de la période est récupérée par cette source pendant une autre partie de la période ; elle ne fait qu'osciller entre la source et les milieux magnétiques et diélectriques qui environnent le circuit. Nous l'appellerons *énergie oscillante*. Les transformations de l'énergie oscillante sont essentiellement *réversibles*.

Examinons séparément les termes $Lidi$ et $Cudu$ et commençons par le terme $Lidi$.

Lorsque le courant croît, il en est de même du flux de self-induction. La variation du flux engendre une force *contre-électromotrice* de self-induction par l'intermédiaire de laquelle le milieu magnétique puise, dans le circuit, l'énergie absorbée par la création du flux.

Lorsque le courant cesse de croître pour décroître, le flux crée en décroissant une force *électromotrice* de self-induction par l'intermédiaire de laquelle le milieu magnétique restitue au circuit l'énergie qu'il lui avait empruntée précédemment.

L'énergie ainsi débitée au dehors par le circuit, quand le courant passe de zéro à un maximum I_m, est

$$\int_0^{I_m} Li\,di = \frac{1}{2} LI_m^2.$$

L'énergie récupérée par le circuit, quand le courant revient de I_m à zéro, est

$$\int_{I_m}^{0} Li\,di = -\frac{1}{2} LI_m^2.$$

La somme algébrique de ces deux énergies est nulle.

L'opération précédente se répète chaque fois que le courant oscille de zéro à un maximum I_m et de ce maximum à zéro.

Lorsque le courant est *pulsatoire* (courant débité par un alternateur homopolaire), le nombre des oscillations par période est égal à un.

Lorsque le courant est *alternatif* (courant débité par un alternateur hétéropolaire), les oscillations sont doubles et le nombre des oscillations simples par période est égal à deux.

Dans l'un et l'autre cas, l'énergie définitivement perdue (ou gagnée) par la source, au cours d'une période, est nulle ainsi que la puissance correspondante, mais *la quantité d'énergie oscillante mise en mouvement joue un rôle important* et, par analogie avec la définition de la puissance permanente, nous appellerons *puissance oscillante* la *quantité d'énergie déplacée pendant une période, multipliée par le nombre des périodes à la seconde*.

D'après cette définition, la puissance oscillante $\mathcal{P}_{osc}$ a pour expression, dans le cas d'un courant *pulsatoire*

$$\mathcal{P}'_{osc} = \frac{1}{2} fLI_m^2.$$

Dans le cas où le courant est *alternatif*, les deux oscillations simples, qui se produisent pendant une période, peuvent avoir théoriquement une durée différente et des amplitudes différentes : I_{1m} et I_{2m} de sorte que l'expression *générale* de la puissance oscillante est

$$\mathcal{P}'_{osc} = \frac{1}{2} fL(I_{1m}^2 + I_{2m}^2),$$

mais, le plus souvent, les deux demi-périodes du courant sont symétriques, et l'on a simplement

$$\mathcal{P}'_{osc} = fLI_m^2.$$

Passons au terme $Cudu$.

Quand la tension aux bornes du condensateur croît de zéro à un maximum U_m, le diélectrique absorbe et le circuit abandonne une quantité d'énergie $\frac{1}{2} CU_m^2$. Quand la tension revient ensuite de U_m à zéro, le diélectrique restitue au circuit cette même quantité d'énergie.

Comme précédemment, si les amplitudes de la tension alternative u, aux bornes du condensateur, ne sont pas les mêmes pour les deux demi-périodes, l'expression de la puissance oscillante est

$$\mathcal{P}''_{osc} = \frac{1}{2} fC[U_{1m}^2 + U_{2m}^2],$$

mais quand les deux demi-périodes de la tension sont symétriques, on a

$$\mathcal{P}''_{osc} = fCU_m^2.$$

En résumé :

Lorsque les *demi-périodes du courant* sont *symétriques*, une quantité d'énergie égale à $\frac{1}{2} LI_m^2$ oscille à chaque demi-période du courant, entre le milieu magnétique et le circuit ou, plus exactement, entre ce milieu et la source.

Lorsque les *demi-périodes de la tension* aux bornes du condensateur sont *symétriques*, une quantité d'énergie égale à $\frac{1}{2} CU_m^2$ oscille à chaque demi-période de cette tension entre le diélectrique et la source.

Digitized by Google

Par rapport au milieu *magnétique* (qui ne contient pas d'autre énergie que $\frac{1}{2} Li^2$), la puissance oscillante est fLI_m, et par rapport au *diélectrique* (qui ne contient pas d'autre énergie que $\frac{1}{2} Cu^2$), la puissance oscillante est fCU_m, mais par rapport au *circuit* (à l'intérieur duquel se superposent les énergies oscillantes des milieux magnétiques et diélectriques), la puissance oscillante dépend à la fois de $\frac{1}{2} Li^2$ et de $\frac{1}{2} Cu^2$. Cherchons son expression.

Supposons tracées la courbe des intensités i et celle de la tension u aux bornes du condensateur en fonction du temps (fig. 1).

Lorsque le courant i s'annule, il en est de même de la dérivée de la tension $\frac{du}{dt} = \frac{i}{C}$ et la tension passe par un maximum positif ou négatif.

Prenons pour origine de la période l'instant où le courant s'annule, en passant de valeurs négatives à des

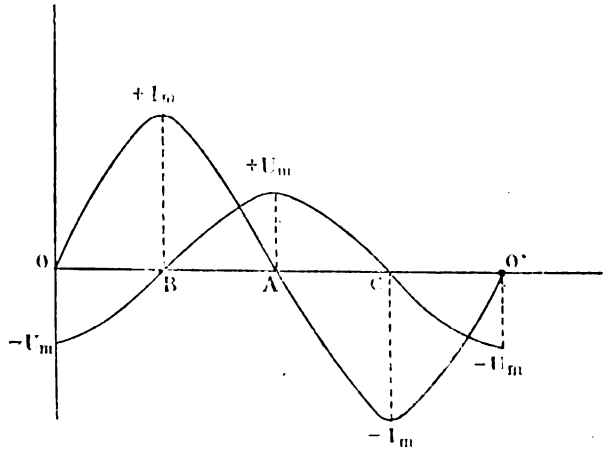


Fig. 1.

valeurs positives ; le maximum négatif de la tension se produira au début et le maximum positif au milieu de la période.

Bornons-nous, pour simplifier, au cas particulier où la tension et l'intensité ont leurs *quarts de période symétriques*.

A la fin du premier quart, la tension s'annule et l'intensité passe par un maximum positif ; à la fin du troisième quart, la tension s'annule et l'intensité passe par un maximum négatif.

On voit immédiatement que

Pendant le premier et le troisième quart, la source fournit une quantité d'énergie électrique égale à $\frac{1}{2} LI_m^2$ et récupère une quantité égale à $\frac{1}{2} CU_m^2$, alors que, pendant le deuxième et le troisième quart, elle abandonne $\frac{1}{2} CU_m^2$ et récupère $\frac{1}{2} LI_m^2$.

En conséquence :

Lorsque $LI_m^2 > CU_m^2$, la source fournit à l'ensemble des milieux magnétiques et diélectriques, pendant les quarts de période impairs, une quantité d'énergie $\frac{1}{2}[LI_m^2 - CU_m^2]$ qu'elle récupère pendant les quarts pairs.

Lorsque $LI_m^2 < CU_m^2$, la source fournit à ces mêmes milieux, pendant les quarts de période pairs, une quantité d'énergie $\frac{1}{2}[CU_m - LI_m^2]$ qu'elle récupère pendant les quarts impairs.

D'une façon générale, l'énergie échangée au cours d'une oscillation simple entre la source et les milieux magnétiques et diélectriques a pour expression

$$\pm \frac{1}{2}\left[LI_m^2 - CU_m^2\right],$$

avec le signe + ou le signe — suivant que $LI_m^2 \gtrless CU_m^2$.

La puissance par rapport au circuit, c'est-à-dire par rapport à la source est donc

$$\mathfrak{P}_{osc} = \pm f[LI_m^2 - CU_m^2]$$

Par analogie avec le facteur de puissance permanente, nous appellerons *facteur de puissance oscillante* le rapport

$$K_0 = \frac{\mathfrak{P}_{osc}}{EI} = \pm f\frac{LI_m^2 - CU_m^2}{EI};$$

La puissance oscillante peut alors être mise sous la forme

$$\mathfrak{P}_{osc} = K_0 EI.$$

Le coefficient K peut être positif ou négatif, mais le coefficient K_0 est essentiellement positif.

Posons

$$\frac{I_m}{I} = \theta, \qquad \frac{U_m}{U} = \theta';$$

θ et θ' sont les coefficients de crête des courbes des i et des u en fonction du temps.

Il vient en substituant

$$K_0 = \pm f\frac{L\theta^2 I^2 - C\theta'^2 U^2}{EI},$$

ou, en tenant compte de la relation $KEI = RI^2$

$$\frac{K_0}{K} = \pm f\frac{L\theta^2 - C\theta'^2\frac{U}{I}}{R}.$$

Digitized by Google

Remarque. — L'énergie qui oscille entre la source et l'ensemble des milieux (magnétique et diélectrique), n'étant que la différence des énergies mises en mouvement dans chacun de ces milieux, on peut admettre qu'une fraction de l'énergie totale mise en mouvement oscille directement entre les deux milieux.

Lorsque $LI_m^2 > CU_m^2$ cette fraction est $\frac{1}{2} CU_m^2$ et le surplus $\frac{1}{2}[LI_m^2 - CU_m^2]$ oscille entre la source et le milieu magnétique.

Lorsque $CU_m^2 > LI_m^2$ cette fraction est $\frac{1}{2} LI_m^2$ et le surplus $\frac{1}{2}[CU_m^2 - LI_m^2]$ oscille entre la source et le diélectrique.

II. — **Répartition de l'énergie entre les différentes parties de la période.** — Quarts de période symétriques. — Evaluons l'énergie totale transformée dans le circuit pendant chacun des quarts de la période et désignons respectivement par W_1 et W_2 les quantités transformées pendant les quarts impairs et pairs, en supposant toujours les quarts de période symétriques.

Nous admettrons, pour simplifier, que la force électromotrice e qui engendre le courant est produite par une source unique.

Au cours d'un quart de période impair, la source fournit au circuit une quantité d'énergie électrique égale à $RI^2 \frac{T}{4} + \frac{1}{2} LI_m^2$ et récupère une quantité égale à $\frac{1}{2} CU_m^2$; au cours d'un quart pair, elle produit $RI^2 \frac{T}{4} + \frac{1}{2} CU_m^2$ et récupère $\frac{1}{2} LI_m^2$.

On a donc, en grandeur et en signe :

$$W_1 = RI^2 \frac{T}{4} + \frac{1}{2}[LI_m^2 - CU_m^2],$$

$$W_2 = RI^2 \frac{T}{4} - \frac{1}{2}[LI_m^2 - CU_m^2].$$

En remarquant que

$$RI^2 \frac{T}{4} = K \frac{EI}{4f},$$

et que

$$\frac{1}{2}[LI_m^2 - CU_m^2] = \pm K_0 \frac{EI}{2f},$$

on peut, aussi, mettre ces expressions sous la forme simplifiée

$$W_1 = \frac{EI}{4f}[K \pm 2K_0],$$

$$W_2 = \frac{EI}{4f}[K \mp 2K_0].$$

Suivant que W_1 et W_2 sont positifs ou négatifs, les énergies correspondantes sont débitées ou récupérées par la source.

Examinons comment varient W_1 et W_2.

Supposons, pour fixer les idées, LI_m^2 supérieur à CU_m^2.

Dans ce cas, W_1 est toujours positif, et la source débite de l'énergie pendant les quarts de période impairs, quel que soit K_0, W_2, par contre, peut être positif ou négatif.

Tant que $\frac{K_0}{K}$ est *inférieur à* $\frac{1}{2}$, W_2 est positif et la source *débite* encore de l'énergie pendant les quarts pairs de la période, mais en quantité moindre que pendant les quarts impairs.

Lorsque $\frac{K_0}{K}$ est *supérieur à* $\frac{1}{2}$, la source *récupère* pendant les quarts pairs une partie de l'énergie qu'elle a débitée pendant les quatre impairs.

Pour la valeur particulière $\frac{K_0}{K} = \frac{1}{2}$, le circuit ne débite ni ne récupère aucune énergie pendant les quarts de période pairs. On peut dire que le régime est *intermittent*.

Remarque. — L'inégalité de la répartition des transformations de l'énergie entre les différentes parties de la période, qui est occasionnée par la superposition, à l'énergie permanente, d'une certaine quantité d'énergie oscillante, a, nécessairement, pour effet de déformer la courbe des puissances instantanées.

Si la courbe des tensions est invariable, celle des intensités subit une déformation corrélative de celle de la courbe des puissances, déformation qui, dans le cas des courants sinusoïdaux se traduit, nous le savons, par une réduction de l'amplitude et par un déplacement latéral de la courbe.

Courbes dyssymétriques. — Nous nous sommes placé dans le cas simple de courants à quarts de périodes symétriques.

Examinons ce qui se passe lorsque les courbes de

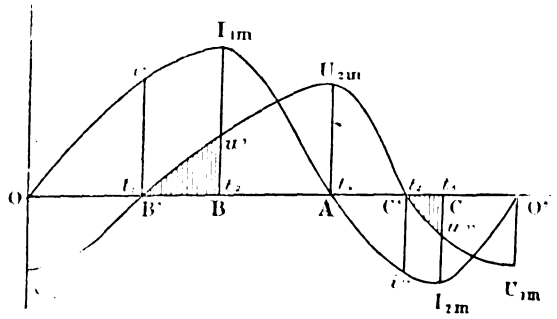


Fig. 2.

l'intensité et de la tension sont entièrement *dyssymétriques*, comme celles de la figure 2.

Digitized by Google

La période du courant représentée par cette figure se trouve partagée par les points O, B', B, A, C', C, O' en six parties qu'il convient de considérer individuellement.

Soient o, $t_1, t_2 \ldots\ldots t_6$ les temps déterminés par ces points.

Désignons par i', i'' les valeurs du courant qui correspondent aux temps

$$OB' = t_1, \qquad OC' = t_4,$$

et par u', u'' les valeurs de la tension correspondant aux temps

$$OB = t_2, \qquad OC = t_5.$$

Les quantités transformées pendant les fractions envisagées de la période sont respectivement

$$1^{re}\,Fraction\,(OB')\; W_1 = \int_0^{t_1} Ri^2\,dt + \frac{1}{2}\left[Li'^2 - CU_{1m}^2\right].$$

$$2^e\,Fraction\,(B'B)\; W_2 = \int_{t_1}^{t_2} Ri^2\,dt + \frac{1}{2}\left[L(I_{1m}^2 - i'^2) + Cu'^2\right].$$

$$3^e\,Fraction\,(BA)\; W_3 = \int_{t_2}^{t_3} Ri^2\,dt - \frac{1}{2}\left[LI_{12}^2 - C(U_{2m}^2 - u'^2)\right].$$

$$4^e\,Fraction\,(AC')\; W_4 = \int_{t_3}^{t_4} Ri^2\,dt + \frac{1}{2}\left[Li''^2 - CU_{2m}^2\right].$$

$$5^e\,Fraction\,(C'C)\; W_5 = \int_{t_4}^{t_5} Ri^2\,dt + \frac{1}{2}\left[L(I_{2m}^2 - i''^2) + Cu''^2\right].$$

$$6^e\,Fraction\,(CO')\; W_6 = \int_{t_5}^{t_6} Ri^2\,dt - \frac{1}{2}\left[LI_{2m}^2 - C(U_{1m}^2 - u''^2)\right].$$

Aussi bien l'énergie permanente, fournie par la source, que l'énergie oscillante, varient d'une fraction de la période à l'autre.

La compensation de l'énergie oscillante débitée et récupérée par la source n'est complète qu'à la fin de la période.

III. — **Energie et puissance d'un courant sinusoïdal.** — Lorsque le courant est sinusoïdal, on a

$$f = \frac{\omega}{2\pi}, \qquad \theta = \theta' = \sqrt{2}, \qquad \frac{U}{I} = \frac{1}{\omega C}, \qquad K = \cos\varphi,$$

$$I_m = I\sqrt{2}, \qquad U_m = U\sqrt{2} = \frac{I}{\omega C}\sqrt{2}.$$

Les quarts de période sont symétriques, et l'expression de la puissance oscillante est

$$\mathfrak{P}\,osc = \pm f\left[LI_m^2 - CU_m^2\right] = \pm\frac{1}{\pi}\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)I^2$$

$$= \pm\frac{\operatorname{tg}\varphi}{\pi}RI^2 = \pm\frac{EI\sin\varphi}{\pi}.$$

EI sin φ est la puissance *réactive* ; cette puissance, on le voit, est égale à la puissance *oscillante* multipliée par π.

L'expression du facteur de puissance oscillante est

$$K_0 = \frac{\mathfrak{P}\,osc}{EI} = \pm\frac{\sin\varphi}{\pi}.$$

Le rapport $\frac{K_0}{K}$ $\left(\text{qui a pour expression } \pm\frac{\operatorname{tg}\varphi}{\pi}\right)$ est égal à 1/2 (et le régime est intermittent) lorsque

$$\operatorname{tg}\varphi = \pm\frac{\pi}{2}.$$

L'énergie transformée, pendant les quarts de période pairs et impairs, d'un courant sinusoïdal est

$$W_1 = \frac{EI}{4f}\left[\cos\varphi \pm \frac{2}{\pi}\sin\varphi\right],$$

$$W_2 = \frac{EI}{4f}\left[\cos\varphi \mp \frac{2}{\pi}\sin\varphi\right],$$

ou en posant

$$\frac{W_1}{EI/4f} = w_1, \qquad \frac{W_2}{EI/4f} = w_2,$$

$$w_1 = \cos\varphi \pm \frac{2}{\pi}\sin\varphi,$$

$$w_2 = \cos\varphi \mp \frac{2}{\pi}\sin\varphi.$$

Le déphasage φ de la force *électromotrice* résultante e, par rapport au courant étant nécessairement inférieur à $\frac{\pi}{2}$, en valeur absolue, l'extrémité de l'arc φ est située dans le premier ou le quatrième quadrant.

Supposons, pour fixer les idées, $LI_m^2 > CU^2{}_m$, d'où $K_0 = +\frac{\sin\varphi}{\pi}$, tg φ est positif, et l'extrémité de l'arc φ est située dans le premier ou le troisième quadrant. L'angle φ est donc compris entre o et π ; et, en conséquence, pour étudier les variations de w_1 et w_2 il suffit de faire croître φ de zéro à $\frac{\pi}{2}$.

La dérivée de w_1 soit

$$\frac{dw_1}{dt} = -\sin\varphi + \frac{2}{\pi}\cos\varphi,$$

positive au début, s'annule en changeant de signe pour

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{2}{\pi} = 0{,}6366, \qquad \varphi = 32°29',$$

w_1 croît donc à partir de 1 jusqu'à un *maximum* qui a pour valeur 1,1858. Il revient ensuite à la valeur 1 pour

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{4\pi}{\pi^2 - 4} = 2{,}1407, \qquad \varphi = 64°58',$$

puis, lorsque φ devient supérieur à 64°58', w_1 devient

Digitized by Google

plus petit que 1 et l'énergie transformée est inférieure à ce qu'elle serait, à égalité de puissance apparente, s'il n'y avait ni self-induction ni capacité. A la limite, soit pour $\varphi = \frac{\pi}{2}$, on a

$$w_1 = \frac{2}{\pi} = 0{,}6366.$$

Quant au terme w_2, il décroît constamment. Il s'annule, et le régime est intermittent, pour

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\pi}{2} = 1{,}5708, \qquad \varphi = 57°31'.$$

Les résultats ci-dessus sont groupés dans le tableau ci-après :

Puissance transformée pendant les quarts de période impairs et pairs d'un courant sinusoïdal lorsque LI_m est supérieur à CU_m.

$\operatorname{tg}\varphi$	0 / 0	$\frac{2}{\pi}$ / 0,6366	$\frac{\pi}{2}$ / 1,5798	$\frac{4\pi}{\pi^2-4}$ / 2,1407	∞ / ∞
φ	0	32°29'	57°31'	64°58'	90°
$K = \cos\varphi$	1	0,8436	0,5370	0,4231	0
$K_0 = \frac{\sin\varphi}{2\pi}$	0	0,1709	0,2685	0,2884	1
$w_1 = K_1 + 2K_0$	1	1,1855	1,0740	1	0,6366
$w_2 = K_1 - 2K_0$	1	0,5017	0	—0,1537	—0,6366

Remarque I. — Lorsqu'on rencontre, dans les applications, des tensions et intensités non sinusoïdales, on leur substitue, en général (pour rendre les calculs abordables et pour pouvoir faire usage de la méthode des vecteurs), des tensions et intensités sinusoïdales fictives, ayant même valeur efficace que les grandeurs réelles et des déphasages tels que les puissances moyennes soient les mêmes dans les deux cas.

L'égalité des puissances moyennes et des valeurs efficaces entraîne évidemment celle des facteurs de puissance, puisque

$$\cos\varphi = \frac{\mathcal{P}}{EI} = K.$$

Par contre, les puissances oscillantes sinusoïdales (fictives) diffèrent plus ou moins des puissances oscillantes non sinusoïdales (réelles).

Ainsi, dans le cas de circuits à self-induction constante, la puissance oscillante sinusoïdale a pour expression

$$(\mathcal{P}_{osc})_{\text{sinus.}} = 2f[LI^2 - CU^2],$$

et la puissance non sinusoïdale

$$\mathcal{P}_{osc} = f[L\theta^2 I^2 - C\theta'^2 U^2].$$

Ces deux puissances ne sont égales que si

$$\theta = \theta' = \sqrt{2}.$$

Remarque II. — M. Boucherot, on le sait, a reconnu le premier (1) que, dans un réseau parcouru par des courants sinusoïdaux, la somme des termes $EI\sin\varphi$ est nulle comme celle des termes $EI\cos\varphi$, et il a tiré de cette propriété, généralement connue sous le nom de « Conservation de la puissance réactive une méthode fort élégante pour le calcul des réseaux et des appareils. D'intéressants développements que les électriciens connaissent, ont été donnés à cette question par M. Swyngedauw (2) et par M. Nouguier (3).

IV. — **Composantes wattées et déwattées de courants périodiques quelconques.** — L'énergie permanente apportée, à chaque instant, par une force électromotrice périodique quelconque, dans un circuit parcouru par un courant i (ou soustraite à ce même circuit par une

(1) Procès-verbaux du *Congrès international d'Électricité*, 1900, p. 423; *Société internationale des Électriciens*, 1901, p. 610; *La Revue électrique*, 1906, t. VI, p. 289.

(2) *Comptes rendus*, 15 février 1903; *L'Eclairage électrique*, 1903, t. XXXVI, p. 241.

(3) *L'Eclairage électrique*, 1906, t. XLVII, p. 81, 121, 166, 201.

Digitized by Google

force contre-électromotrice) se double, généralement, d'une certaine quantité d'énergie oscillante, de sorte que la puissance totale instantanée $\mathcal{P}_i = ei$ peut être décomposée par la pensée en deux autres, dont l'une $\mathcal{P}_w$ se rapporterait à l'énergie permanente, l'autre $\mathcal{P}_d$ à l'énergie oscillante d'où

$$\mathcal{P}_i = \mathcal{P}_w + \mathcal{P}_d.$$

On peut également décomposer la force électromotrice périodique quelconque (ou contre-électromotrice) e, en deux forces électromotrices (ou contre-électromotrices) partielles, dont l'une e_w correspondrait à la puissance permanente $\mathcal{P}_w$ et l'autre e_d à la puissance oscillante $\mathcal{P}_d$. On a ainsi par définition

$$e = e_w + e_d,$$
$$e_w i = \mathcal{P}_w, \qquad e_d i = \mathcal{P}_d;$$

e_w et e_d sont les *composantes wattée* et *dewattée de la force électromotrice* (ou contre-électromotrice) e par rapport au courant i.

On peut encore décomposer d'une façon analogue le courant i en deux en posant

$$i = i_w + i_d,$$
$$ei_w = \mathcal{P}_w, \qquad ei_d = \mathcal{P}_d;$$

i_w et i_d sont de même les *composantes wattée* et *dewattée du courant* i par rapport à la force électromotrice e.

D'une façon générale, les composantes wattées de la tension ou de l'intensité correspondent à de l'énergie permanente, et les composantes déwattées à de l'énergie oscillante.

Dans le cas de *courants sinusoïdaux*, φ étant le déphasage de la force électromotrice et du courant la composante wattée ou *active* est

$$E_w = E\cos\varphi, \qquad E_d = E\sin\varphi,$$

et la composante déwattée ou *réactive*

$$I_w = I\cos\varphi, \qquad I_d = I\sin\varphi.$$

Remarque. — On a coutume de dire que certains appareils débitent et que d'autres absorbent du courant déwatté.

Ainsi, une génératrice asynchrone débiterait du courant watté et absorberait du courant déwatté. Un moteur synchrone absorberait du courant watté et absorberait ou débiterait du courant déwatté, suivant qu'il est sous-excité ou surexcité.

Les composantes wattées correspondant à de l'énergie *permanente*, débitée, toujours dans le même sens, par les appareils producteurs et absorbée par les appareils récepteurs, on peut bien dire que les appareils producteurs débitent et les appareils récepteurs absorbent du *courant* watté, mais les composantes déwattées se rapportant à des *oscillations d'énergie*, il ne semble pas qu'il y ait lieu, lorsque des oscillations se produisent entre deux appareils déterminés, d'attribuer à l'un un débit et à l'autre une absorption de *courant* déwatté, puisque les deux appareils débitent et absorbent ce courant tour à tour.

Lorsque le fonctionnement d'une génératrice asynchrone a été amorcé grâce à l'excitation fournie par une source extérieure, on peut, on le sait, sans arrêter le fonctionnement de cette génératrice, supprimer la source en lui substituant un simple condensateur ou tout autre appareil, tel qu'un moteur synchrone surexcité capable de participer à l'oscillation de l'énergie nécessaire à l'excitation. Quand le condensateur se charge, il absorbe l'énergie oscillante qui sort de la génératrice, ou, ce qui revient au même, il absorbe un courant watté débité par cette dernière; quand, un instant après, il se décharge, il restitue cette même énergie en débitant un courant déwatté qui est absorbé par la génératrice.

V. — **Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées de courants périodiques quelconques.** — Equations générales. — Un réseau quelconque comprend des appareils de production, et des appareils d'utilisation reliés entre eux par des canalisations.

Les points de jonction des conducteurs de la canalisation constituent les extrémités de circuits partiels, dont les uns renferment des appareils d'utilisation.

Un réseau peut être représenté schématiquement par un polygone complexe dont les sommets figurent les points de jonction des conducteurs et dont les côtés figurent les circuits partiels de production et d'utilisation.

Soient : N le nombre des côtés; n le nombre des sommets.

Les *données* sont : les *résistances* et *réactances* des circuits partiels ainsi que les *forces électromotrices* (ou contre-électromotrices) que ces circuits contiennent (lorsque les forces électromotrices ou contre-électromotrices ne sont pas données directement, elles le sont indirectement par les relations supplémentaires que fournissent les conditions de fonctionnement des appareils auxquels ces forces électromotrices appartiennent).

Les *inconnues* sont : les *courants* circulant dans les circuits partiels et les *potentiels* aux sommets du polygone représentatif.

Les potentiels n'intervenant que par leurs différences, on peut choisir arbitrairement le potentiel en l'un des sommets, et on peut, en particulier, égaler ce potentiel à zéro.

Les inconnues, comprenant ainsi N courants et $(n-1)$ potentiels, sont au nombre de $N = n - 1$.

Désignons par A, B, C... les différents sommets, et par v_A, v_B, v_C les potentiels correspondants. Convenons d'affecter de l'indice AB les grandeurs afférentes au côté limité par les sommets A et B, et désignons par v_{AB} la différence de potentiel

$$v_{AB} = v_A - v_B.$$

Digitized by Google

Dans le cas le plus général, un circuit partiel quelconque de résistance R et de self-induction constante L, est coupé par un condensateur de capacité C et contient des forces électromotrices et contre-électromotrices dont nous désignerons la somme algébrique par e.

La loi d'Ohm appliquée à chacun des circuits partiels donne N équations telles que

$$(1)\quad v_{AB} = v_A - v_B = (Ri)_{AB} + \left(L\frac{di}{dt} + u\right)_{AB} - e_{AB}.$$

La première règle de Kirchhoff appliquée à tous les points de jonction du réseau moins un donne $(n-1)$ équations telles que

$$(2)\quad \begin{cases} i_{AB} + i_{AA'} + i_{AA'} + \ldots = 0, \\ i_{BA} + i_{BC} + i_{BB'} + \ldots = 0, \\ i_{CB} + i_{CD} + i_{CC'} + \ldots = 0. \end{cases}$$

Le nombre des équations étant égal à celui des inconnues, le problème est théoriquement résolu.

Si, partant d'un sommet quelconque A, on décrit un contour polygonal fermé, et si on fait ensuite la somme de celles des équations du groupe (1) qui se rapportent aux circuits partiels ainsi parcourus, les potentiels aux sommets du contour s'éliminneront d'eux-mêmes et on obtiendra une relation de la forme

$$\sum_A^A \left[(Ri)_{AB} + \left(L\frac{di}{dt} + u\right)_B - e_{AB}\right] = 0.$$

On retrouve ainsi la deuxième règle de Kirchhoff.

En résumé, la loi d'Ohm appliquée à chacun des circuits partiels donne les N équations du groupe (1).

La première règle de Kirchhoff appliquée à tous les sommets moins un donne les $(n-1)$ équations du groupe (2).

Le groupement des équations du groupe (1), résultant du parcours de tous les contours polygonaux indépendants, donne $(N+n-1)$ équations que l'on peut écrire directement par application de la deuxième règle de Kirchhoff.

ÉQUATIONS ENTRE VALEURS INSTANTANÉES. — Multiplions chacune des équations du groupe (1) par le courant correspondant et chacune de celles du groupe (2) par le potentiel au point de concours des courants, il vient

$$(3)\quad (vi)_{AB} = v_A i_{AB} - v\ i_{AB} = (Ri^2)_{AB} + \left(L\frac{di}{dt} + u\right)_{AB} i_{AB} - (ei)_{AB},$$

$$(4)\quad \begin{cases} v_A i_{AB} + v_A i_{AA'} + \ldots = 0, \\ v_B i_{BA} + v_B i_{BC} + \ldots = 0. \end{cases}$$

Nous obtenons ainsi entre les *puissances instantanées* deux groupes d'équations (3) et (4), qui sont évidemment équivalents aux groupes (1) et (2).

Les termes tels que $(vi)_{AB}$ représentent la puissance instantanée de l'énergie débitée par le surplus du réseau dans le circuit partiel AB (ou inversement).

Cette énergie peut être décomposée par la pensée en deux parties, dont l'une, ayant pour puissance instantanée $v_A\, i_{AB}$ passerait par l'extrémité A du circuit, alors que l'autre, ayant pour pour puissance $v_B\, i_{BA} = -v_B\, i_{AB}$ passerait par l'extrémité B.

On se trouve ainsi amené à considérer un réseau comme le siège d'un système de flux d'énergie circulant dans l'ensemble des circuits partiels en passant par leurs points de jonction.

Si les appareils récepteurs et la canalisation n'avaient ni self-induction ni capacité, ce système se composerait uniquement de flux d'énergie permanente, débités par les appareils producteurs et absorbés par les appareils récepteurs, ainsi que par les canalisations (pour la production de chaleur par effet Joule), mais la self-induction et la capacité des appareils récepteurs et de la canalisation déterminent des oscillations d'énergie qui se répercutent sur les appareils producteurs. De l'énergie oscille alors entre la source, les appareils récepteurs et les canalisations, et aux flux d'énergie permanente, toujours de même sens, dont nous venons de parler, s'ajoutent des flux d'énergie oscillante, changeant perpétuellement de sens, qui sont alternativement débités et absorbés par les mêmes appareils, tant producteurs que récepteurs et par la canalisation.

Le système des flux d'énergie circulant dans le réseau peut être considéré comme la superposition de deux systèmes de flux distincts, composés, l'un d'énergie *permanente*, l'autre d'énergie *oscillante*. On peut dire que *l'énergie permanente et l'énergie oscillante se conservent séparément*, et traduire cette conception en écrivant que la somme algébrique des puissances instantanées de l'énergie permanente et la somme algébrique des puissances instantanées de l'énergie oscillante sont nulles séparément.

Appliquons ce que nous venons de dire aux équations des groupes (3) et (4).

Chacune de ces équations se trouvera remplacée par une double relation. Désignons par $(vi)'$ et $(vi)''$ les composantes permanente et oscillante d'une puissance instantanée quelconque vi.

Il vient

$$(5)\quad (vi)'_{AB} = (Ri^2)_{AB} - (ei)'_{AB}, \qquad (vi)''_{AB} = \left(L\frac{di}{dt} + u\right)_{AB} i_{AB} - (ei)''_{AB},$$

$$(6)\quad (v_A i_{AB})' + (v_A i_{AA'})' + \ldots = 0, \qquad (v_A i_{AB})'' + (v_A i_{AA'})'' + \ldots = 0.$$

Digitized by Google

Posons $(vi)'_{AB} = v'_{AB} i_{AB} = v_{AB} i'_{AB}$, | $(vi)''_{AB} = v''_{AB} i_{AB} = v_{AB} i''_{AB}$,

d'où

$$v_{AB} i_{AB} = (v'_{AB} + v''_{AB}) i_{AB} = v_{AB} (i'_{AB} + i''_{AB}),$$
$$v_{AB} = v'_{AB} + v''_{AB},$$
$$i_{AB} = i'_{AB} + i''_{AB};$$

v'_{AB}, v''_{AB} sont donc les composantes wattée et déwattée de v_{AB} par rapport à i_{AB}.
i'_{AB}, i''_{AB} sont les composantes wattée et déwattée de i_{AB} par rapport à v_{AB}.

On obtiendrait de même les composantes wattée et déwattée e'_{AB}, e''_{AB} de e_{AB} par rapport à i_{AB}.

Montrons que les composantes wattées et déwattées du courant i_{AB} par rapport aux potentiels v_A et v_B en chacun des sommets A et B sont les mêmes que les composantes wattées et dévattées de ce courant, par rapport à la différence de potentiel v_{AB} entre ces mêmes sommets

Posons encore

$(v_A i_{AB})' = v'_A i_{AB} = v_A j'_{AB}$, | $(v_A i_{AB})'' = v''_A i_{AB} = v_A j''_{AB}$,

d'où

$$v_A = v'_A + v''_A,$$
$$i_{AB} = j'_{AB} + j''_{AB};$$

Je dis que $j'_{AB} = i'_{AB}$, $j''_{AB} = i''_{AB}$.

En effet, si nous prenons pour zéro des potentiels le potentiel au point B, nous aurons

$$v_A = v_{AB}, \quad v'_A = v'_{AB}, \quad v''_A = v''_{AB},$$

v'_A, v''_A sont les composantes wattée et déwattée de v_A par rapport à i_{AB}.
j'_{AB}, j''_{AB} sont les composantes wattée et déwattée de i_{AB} par rapport à v_A.

$v'_A i_{AB} = v'_{AB} i_{AB} = v_{AB} i'_{AB} = v_A i'_{AB}$ | $v''_A i_{AB} = v''_{AB} i_{AB} = v_{AB} i''_{AB} = v_A i''_{AB}$,

ce qui démontre l'énoncé pour le sommet A. On procéderait de même pour le sommet B.

On déterminerait de la même façon les composantes wattée et déwattée v'_B et v''_B de v_B par rapport à i_{AB} et l'on aurait encore

$$v'_B i_{AB} = v_B i'_{AB}, \qquad v''_B i_{AB} = v_B i''_{AB}.$$

Remplaçons dans le groupe (3) les termes tels que $(vi)'_{AB}$ par $v'_{AB} i_{AB}$ et $(vi)''_{AB}$ par $v''_{AB} i_{AB}$ et dans le groupe (6) les termes tels que $(v_A i_{AB})'$ et $(v_A i_{AB})''$ par $v_A i'_{AB}$ et $v_A i''_{AB}$, nous obtiendrons les deux groupes d'équations

$$(7)\quad v'_{AB} = (Ri)_{AB} - e'_{AB}, \quad v''_{AB} = \left(L\frac{di}{dt} + u\right)_{AB} - e''_{AB},$$

$$(8)\quad i'_{AB} + i'_{AA'} \ldots = 0, \qquad i''_{AB} + i''_{AA'} \ldots = 0.$$

Ces relations ne sont autres que la loi d'Ohm et la première règle de Kirchhoff appliquées séparément aux composantes wattées et déwattées des tensions et des intensités de courants périodiques quelconques.

On peut évidemment appliquer aussi à ces mêmes composantes la deuxième règle de Kirchhoff, qui est une conséquence immédiate de la loi d'Ohm.

Remarque. — Lorsque plusieurs appareils sont groupés en dérivation, les composantes wattées et déwattées des courants sont les mêmes par rapport aux potentiels aux deux extrémités et par rapport à la tension commune aux bornes des appareils.

ÉQUATIONS ENTRE VALEURS EFFICACES. — Lorsqu'en chacun des circuits partiels, les composantes wattées et déwattées des tensions par rapport au courant sont respectivement proportionnelles et qu'en chacun des points de jonction du réseau les composantes wattées et déwattées des courants, par rapport aux potentiels, sont également proportionnelles, on peut appliquer la loi d'Ohm et les règles de Kirchhoff aux valeurs *efficaces* des composantes wattées et déwattées des tensions et des courants, ce qui revient à substituer les valeurs efficaces aux valeurs instantanées dans les équations des groupes (7) et (8).

Montrons-le sur un exemple.

Soient i_1, i_2,... i_n les composantes *wattées* ou *déwattées* des courants aboutissant en un même point.

Ces composantes satisfont nécessairement à la relation

$$i_1 + i_2 \ldots + i_n = 0.$$

Si, ainsi que nous le supposons, elles sont proportionnelles, elles satisfont, en outre à la relation

$$\frac{i_1}{K_1} = \frac{i_2}{K_2} \ldots = \frac{i_n}{K_n} = i,$$

dans laquelle K_1, K_2... K_n sont des constantes et qui entraîne, à son tour, entre les valeurs efficaces, la relation

$$\frac{I_1}{K_1} = \frac{I_2}{K_2} \ldots = \frac{I_n}{K_n}.$$

Or

$$i_1 + i_2 + \ldots i_n = (K_1 + K_2 \ldots + K_n)\, i = 0.$$

Cette équation devant être satisfaite quel que soit i, on a nécessairement

$$K_1 + K_2 + \ldots K_n = 0,$$

d'où

$$I_1 + I_2 + \ldots I_n = 0.$$

Digitized by Google

La condition de proportionnalité ci-dessus implique évidemment l'égalité des fréquences de toutes les tensions et de tous les courants dont les composantes entrent dans les équations considérées.

Les relations, entre valeurs efficaces, données par la loi d'Ohm et la première règle de Kirchhoff, pour les systèmes de courants qui remplissent la condition de proportionnalité, ne sont autres que les équations des groupes (7) et (8) dans lesquelles les symboles des valeurs instantanées seraient remplacés par les symboles des valeurs efficaces. Nous désignerons par (7 *bis*) et (8 *bis*) les nouveaux groupes (qu'il est inutile d'écrire).

Courants sinusoïdaux de même période. — Les systèmes de courants sinusoïdaux de même période satisfont évidemment à la condition de proportionnalité.

Dans le cas particulier de ces courants :

1° On obtient immédiatement les valeurs efficaces, figurant dans le groupe (7 *bis*) en projetant les vecteurs des tensions sur la direction du vecteur du courant commun et sur la direction normale à celle de ce vecteur et on obtient, de même, les valeurs efficaces figurant dans le groupe (8 *bis*) en projetant les vecteurs des courants concourants sur la direction du vecteur du potentiel à ce sommet et sur la direction normale.

2° Si on multiplie chacune des équations du groupe (7 *bis*) par la valeur efficace du courant correspondant (disons I_{AB}) et si on multiplie, de même, chacune des équations du groupe (8 *bis*) par la valeur efficace du potentiel au sommet correspondant, (disons V_A) on obtient deux groupes d'équations entre les *puissances réelles* et les *puissances réactives* des courants sinusoïdaux envisagés. Ces nouveaux groupes, que nous désignerons par (5 *bis*) et (6 *bis*) sont évidemment équivalents aux groupes (7 *bis*) et (8 *bis*) dont ils dérivent, et on peut en faire usage à volonté ; soit des équations entre composantes wattées et dewattées des groupes (7 *bis*) et (8 *bis*) soit des équations entre puissances actives et réactives des groupes (5 *bis*) et (6 *bis*).

Passage d'un réseau a un autre. — Nous n'avons envisagé, jusqu'ici, que les circuits partiels d'un même réseau.

Pour passer d'un réseau à un autre par l'intermédiaire d'un transformateur, on égale la puissance permanente instantanée du primaire à celle du secondaire, augmentée de la puissance correspondant aux pertes dans le fer, et on égale la puissance oscillante instantanée du primaire à celle du secondaire augmentée de la puissance oscillante du circuit magnétique.

On exprime ces différentes puissances, d'une part, en fonction de la force électromotrice par spire commune aux deux enroulements, d'autre part en fonction des composantes wattées et dewattées des courants. La force électromotrice par spire disparaît d'elle-même, et il reste deux égalités dont l'une entre les ampères-tours wattés, l'autre entre les ampères-tours dewattés par rapport à la force électromotrice commune.

Ces deux égalités s'ajoutent aux équations relatives à chacun des réseaux.

Application au fonctionnement d'un transformateur. — Dans les leçons, si personnelles, qu'il professe à l'École supérieure d'Électricité, M. Boucherot indique d'intéressantes applications de la méthode de calcul qu'il a imaginée pour les systèmes de courants sinusoïdaux, laquelle consiste, on le sait, à prendre pour point de départ les relations entre puissances réelles et les relations entre puissances réactives, résultant de la nature du problème traité, et à effectuer séparément les calculs portant sur les puissances réelles et ceux portant sur les puissances réactives.

Il ressort de ce qui précède qu'on doit nécessairement arriver au même résultat en appliquant la loi d'Ohm et les règles de Kirchhoff aux valeurs efficaces des composantes actives et réactives des tensions et des courants. Nous en donnons un exemple un peu plus loin.

Prenons pour exemple le fonctionnement d'un transformateur.

Les équations de fonctionnement sont

$$(1) \qquad e_2 = u_2 + R_2 i_2 + L_2 \frac{\mathrm{d}i_2}{\mathrm{d}t},$$

$$)2) \qquad i_1 = -\frac{N_2}{N_1} i_2 + i_0,$$

$$(3) \qquad u_1 = -e_1 + R_1 i_1 + L_1 \frac{\mathrm{d}i_1}{\mathrm{d}t},$$

N_1, N_2, désignant le nombre des spires des deux enroulements ;

R_1, R_2, leurs résistances ;

L_1, L_2, les coefficients de self-induction correspondant aux fuites ;

u_1, u_2, les tensions aux bornes ;

e_1, e_2, la force électromotrice du primaire et la force électromotrice du secondaire ;

i_1, i_2, les courants ;

$N_1 i_0$, les ampères-tours absorbés par le circuit magnétique.

Traitons le cas de courants sinusoïdaux et appliquons les relations ci-dessus aux valeurs efficaces des composantes actives et réactives. Désignons par φ_1, φ_2 les différences de phase entre les différences de potentiel aux bornes et les courants, par $\pi - \delta_1$ et δ_2 les différences de phase entre les forces électromotrices et les courants, par i_w la composante active et par i_μ la composante réactive du courant.

Il vient

(1)	$E_2 \cos \delta_2 = U_2 \cos \varphi_2 + R_2 I_2$	$E_2 \sin \delta_2 = U_2 \sin \varphi_2 + \omega L_2 I_2.$
(2)	$I_1 \cos \delta_1 = \frac{N_2}{N_1} I_2 \cos \delta_2 + I_w$	$I_1 \sin \delta_1 = \frac{N_2}{N_1} I_2 \sin \delta_2 + I_w.$
(3)	$U_1 \cos \varphi_1 = E_1 \cos \delta_1 + R_1 I_1$	$U_1 \sin \varphi_1 = E_1 \sin \delta_1 + \omega L_1 I_1.$

Digitized by Google

Les *données de construction* sont : N_1, N_2, R_1, R_2, la section S et la longueur du circuit magnétique.

On évalue empiriquement L_1 et L_2.

Les *données de fonctionnement* sont : U_2, I_2, φ_2.

Les *inconnues* sont : U_1, I_1, φ_1, E_1, E_2, I_μ, I_w.

Les équations (1) donnent $(E_2 \cos \delta_2)$ et $(E_2 \sin \delta_2)$ d'où

$$(4) \qquad E_2 = \sqrt{(E_2 \cos \delta_2)^2 + (E_2 \sin \delta_2)^2}.$$

$$\frac{N_2}{N_1}(I_2 \cos \delta_2) = \frac{N_2}{N_1}\frac{I_2}{E_2}(E_2 \cos \delta_2) \quad \Big| \quad \frac{N_2}{N_1}(I_2 \sin \delta_2) = \frac{N_2}{N_1}\frac{I_2}{E_2}(E_2 \sin \delta_2).$$

Les équations (2) donnent $(I_1 \cos \delta_1)$ et $(I_1 \sin \delta_1)$, d'où

$$(6) \qquad I_1 = \sqrt{(I_1 \cos \delta_1)^2 + (I_2 \cos \delta_2)^2}.$$

On a identiquement

$$(E_1 \cos \delta_1) = \frac{E_1}{I_1}(I_1 \cos \delta_1) \quad \Big| \quad (E_1 \sin \delta_1) = \frac{E_1}{I_1}(I_1 \sin \delta_1).$$

Les équations (3) donnent $(U_1 \cos \varphi_1)$ et $(U_1 \sin \varphi_1)$, d'où

$$(7) \qquad U_1 = \sqrt{(U_1 \cos \varphi_1)^2 + (U_1 \sin \varphi_1)^2}.$$

$$(8) \qquad \cos \varphi_1 = \left(\frac{U_1 \cos \varphi_1}{U_1}\right).$$

Multiplions maintenant par I_2 les deux membres de l'équation (1), par E, force électromotrice d'une spire, les deux membres de l'équation (2), en nous rappelant que $E_1 = N_1 E$, $E_2 = N_2 E$; multiplions enfin par I_1 les deux membres de l'équation (3), nous obtiendrons ainsi les *relations entre puissances actives et réactives*, qui correspondent aux équations (1), (2) et (3), savoir

$$(1) \qquad E_2 I_2 \cos \delta_2 = U_2 I_2 \cos \varphi_2 + R_2 I_2^2. \quad \Big| \quad E_2 I_2 \sin \delta_2 = U_2 I_2 \sin \varphi_2 + \omega L_2 I_2.$$

$$(2) \qquad E_1 I_1 \cos \delta_1 = E_2 I_2 \cos \delta_2 + E_1 I \ . \quad \Big| \quad E_1 I_1 \sin \delta_1 = E_2 I_2 \sin \delta_2 + E_1 I_\mu.$$

$$(3) \qquad U_1 I_1 \cos \varphi_1 = E_1 I_1 \cos \delta_1 + R_1 I_1^2. \quad \Big| \quad U_1 I_1 \sin \varphi_1 = E_1 I_1 \sin \delta_1 + \omega L_1 I_1.$$

Les équations (1) donnent $(E_2 I_2 \cos \delta_2)$ et $(E_2 I_2 \sin \delta_2)$

$$(4) \qquad (E_2 I_2) = \sqrt{(E_2 I_2 \cos \delta_2)^2 + (E_2 I_2 \sin \delta_2)^2},$$

$$(4\ bis) \qquad E_2 = \frac{(E_2 I_2)}{I_2}.$$

$$(5) \qquad E_1 = \frac{N_1}{N_2} E_2.$$

Connaissant E_1, on calcule comme précédemment $\mathcal{B}_m$ et on déduit les pertes dans le fer $(E_1\ I\ )$, le courant magnétisant I_μ et le produit $(E_1 I_\mu)$.

Les équations (2) donnent $(E_1 I_1 \cos \delta_1)$ et $(E_1 I_1 \sin \delta_1)$ d'où

$$(6) \qquad (E_1 I_1) = \sqrt{(E_1 I_1 \cos \delta_1)^2 + (E_1 I_1 \sin \delta_1)^2}.$$

$$(6\ bis) \qquad I_1 = \frac{(E_1 I_1)}{E_1}.$$

$$(5) \qquad E_1 = \frac{N_1}{N_2} E_2.$$

Connaissant E_1, on en déduit l'induction

$$\mathcal{B}_m = \frac{E_1 \sqrt{2}}{N_1 S \omega} 10^8.$$

Connaissant l'induction on calcule I_w et I_μ.

On a identiquement

Les équations (3) donnent $(U_1 I_1 \cos \varphi_1)$ et $(U_1 I_1 \sin \varphi_1)$ d'où

$$(7) \qquad U_1 I_1 = \sqrt{(U_1 I_1 \cos \varphi_1)^2 + (U_1 I_1 \sin \varphi_1)^2}.$$

$$(7\ bis) \qquad U_1 = \frac{(U_1 I_1)}{I_1}.$$

$$(8) \qquad \cos \varphi_1 = \frac{(U_1 I_1 \cos \varphi_1)}{U_1 I_1}.$$

C'est précisément la méthode de M. Boucherot.

G. SZARVADY.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Des appareils de manutention dans l'industrie en général

La présente étude a pour but d'attirer l'attention des industriels sur différents types d'appareils utilisés pour des cas particuliers où la manutention joue un rôle très important. Tous les appareils décrits ayant fonctionné parfaitement, nous avons cru utile d'en donner une description générale ainsi que certains détails de constructions adoptés après expérience.

La nécessité d'intensifier la production dans toutes les industries pour faire face à une consommation toujours croissante des divers produits manufacturés a eu pour résultat la recherche des moyens pratiques et rapides d'augmenter cette production par des procédés mécaniques destinés à remplacer, là où la chose est possible, la main-d'œuvre ouvrière, dont la capacité productive est forcément limitée, aux forces naturelles de l'homme.

Quoique la situation actuelle de l'industrie soit le résultat d'un état de choses anormal, tant au point de vue de la production qu'à celui du manque de main-d'œuvre, pour arriver au but poursuivi, on ne peut, sans commettre une erreur de jugement, admettre que cette situation ne se prolongera pas au delà de la cause qui l'a produite.

Si nous considérons, en effet, l'état dans lequel vont se trouver, non seulement les pays envahis mais aussi ceux qui n'auront subi aucun dommage matériel, nous pouvons nous rendre compte que les établissements de production seront pour la plupart à reconstruire ou transformer.

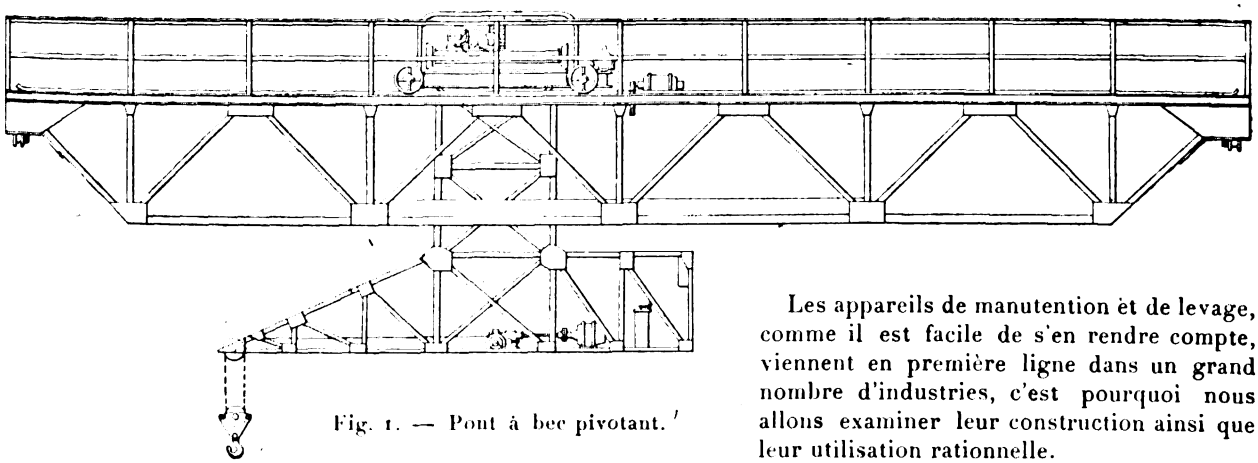


Fig. 1. — Pont à bec pivotant.

Les appareils de manutention et de levage, comme il est facile de s'en rendre compte, viennent en première ligne dans un grand nombre d'industries, c'est pourquoi nous allons examiner leur construction ainsi que leur utilisation rationnelle.

Nous commencerons par ceux que l'on emploie ou tout au moins que l'on devrait employer dans l'industrie métallurgique.

D'autre part, si nous voulons ne plus avoir recours à l'industrie allemande pour les nombreux produits que nous sommes capables de tirer des richesses de notre sol, richesses naturelles dont il suffit d'organiser l'exploitation, nous devons dès aujourd hui organiser notre production de manière que, le moment venu, nous soyons prêts à fournir les marchés à des conditions qui nous assureront la prépondérance, détenue jusqu'en ces derniers temps par l'industrie allemande, pour un grand nombre de produits.

Pour arriver à ce résultat, la première condition consiste à rechercher les moyens capables de produire mécaniquement et, par conséquent, d'une façon rapide et peu coûteuse.

Nous savons que la première opération métallurgique consiste à traiter les minerais dans les hauts fourneaux ; nous avons, d'ailleurs, examiné les procédés employés pour amener les matières premières nécessaires à la transformation de ces minerais en fonte.

La fonte des hauts fourneaux est coulée dans des moules pratiqués dans le sable et dont la capacité permet d'obtenir des blocs de 70 à 80 kg appelés gueuses qu'on laisse refroidir pour leur transport ou leur emmagasinage. Le chargement sur wagon des gueuses ainsi obtenues s'effectue encore, dans beaucoup de cas, exclusivement à la main.

Digitized by Google

Si l'on considère cependant le nombre d'hommes employés à faire ce travail, on constate aisément qu'un appareil mû électriquement peut arriver au même résultat en dix fois moins de temps et surtout avec une dépense de main-d'œuvre beaucoup moins importante.

Les moules dans lesquels on effectue la coulée doivent, en effet, être répartis sur une surface proportionnée à l'importance du poids de minerais traités; sur tout l'emplacement occupé par ces moules, on ne peut donc prévoir des voies pour wagonnets qui doivent arriver en dehors de cet emplacement. Le chargement des wagonnets nécessite donc un nombre de courses égal à celui des gueuses à transporter; le poids de ces dernières étant, comme nous l'avons vu, à la limite de ce qu'un homme peut porter d'une façon continue, le nombre d'heures de travail que l'on peut exiger pour effectuer cette manutention est forcément réduit.

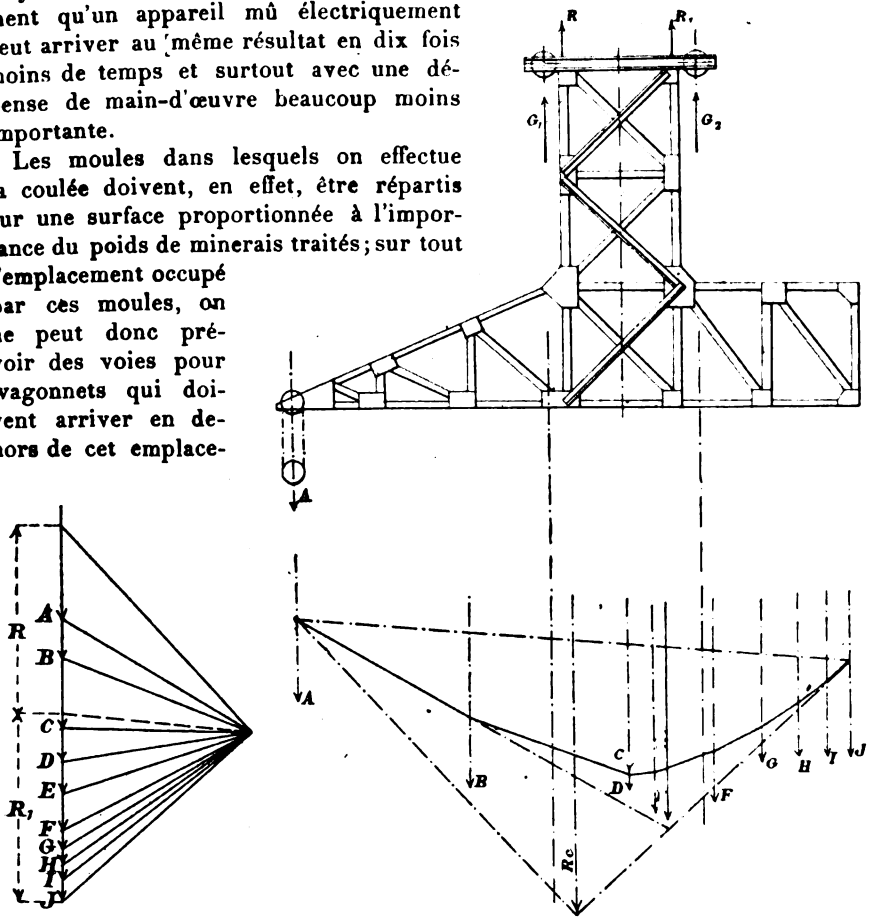


Fig. 2. Chariot à bec pivotant. — Fig. 3. Polygone des forces.
Fig. 4. Epure de stabilité.

Si nous examinons les moyens mécaniques capables de remplacer la main-d'œuvre humaine ou tout au moins permettant de la réduire au strict minimum, nous constatons que ce travail peut, dans le cas qui nous occupe, être fait d'une façon continue et celà avec le tiers du personnel employé pour une manutention à bras.

Le démoulage des gueuses se faisant au moyen d'un crochet dont la pointe est introduite sous la gueuse pour la dégager de son moule, il suffit d'employer à ce travail un nombre d'hommes très réduit.

L'installation d'un pont à bec pivotant, dont la course a lieu sur toute la longueur de la surface réservée à la coulée, est le moyen le plus rationnel pour opérer le chargement des gueuses sur les wagons de transport.

Ce pont, en effet, dont la course longitudinale peut s'effectuer à la vitesse de 75 à 80 mètres par minute, possède l'avantage de pouvoir déposer la charge sur les wagons dont la voie se trouve en dehors des bâtiments.

Le pont qui est représenté par la figure 1 peut être muni d'un électro-aimant qui soulève la charge par attraction magnétique, ou aussi d'une benne basculante sur laquelle on dépose les gueuses à transporter; il a été étudié par l'auteur pour une charge utile de 4 t.

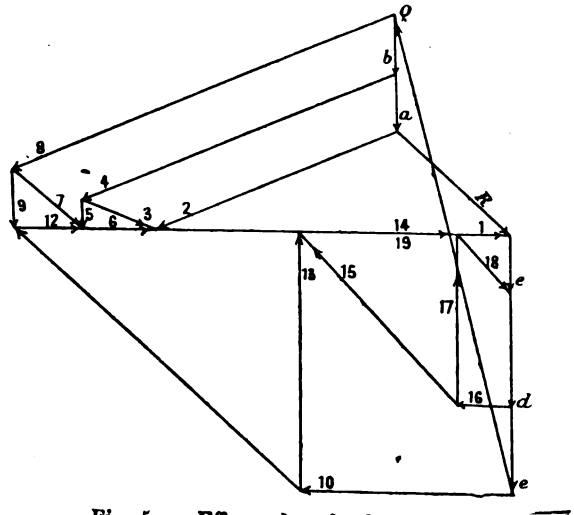


Fig. 5. — Efforts dans les barres.

Pont à bec pivotant. — La charpente du pont proprement dit est constituée par deux poutres en treillis

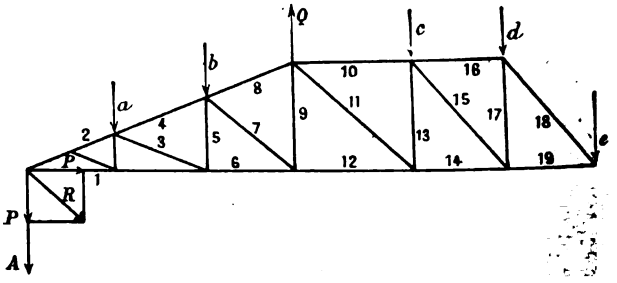


Fig. 6. — Disposition des barres.

Digitized by Google

reliées aux poutres d'about qui possèdent les quatre galets de roulement dont deux sont munis de couronnes dentées recevant le mouvement des deux pignons extrêmes clavetés sur l'arbre de translation et sur lequel est fixée la roue motrice.

Le moteur est placé au milieu de la portée du pont sur la poutre de rive avant servant de passerelle pour la visite des divers organes de l'appareil.

Le pignon moteur a été prévu en bronze phosphoreux, la température élevée des lieux ne permettant pas l'emploi du cuir vert comprimé.

Le chariot roulant constitué par des fers à ⊏ possède quatre galets dont deux sont actionnés par un moteur accouplé à un réducteur de vitesse qui transmet le mouvement à l'essieu par l'intermédiaire d'un harnais d'engrenages à denture taillée.

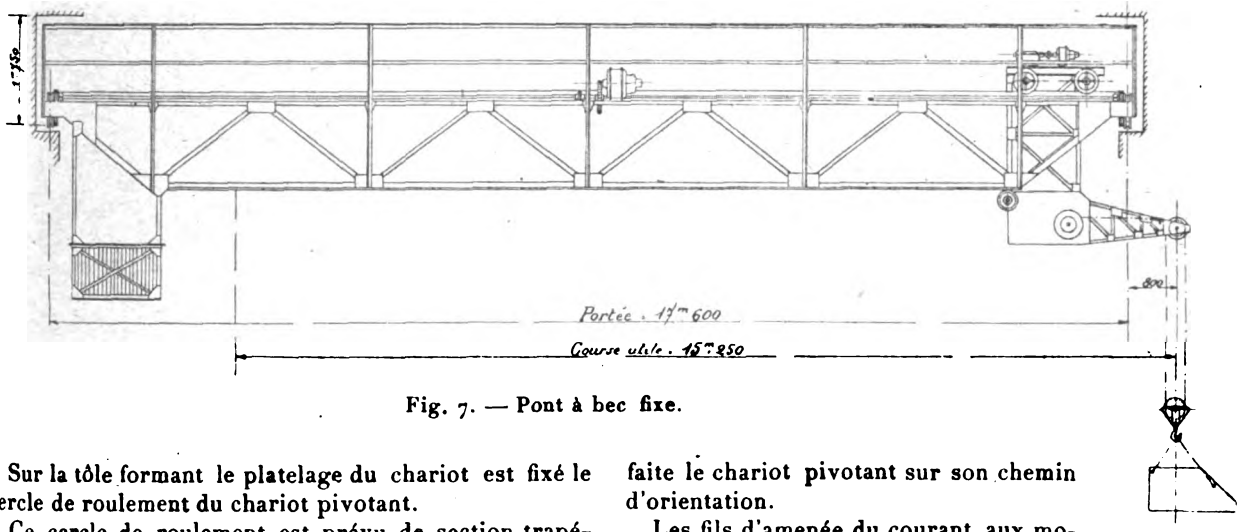


Fig. 7. — Pont à bec fixe.

Sur la tôle formant le platelage du chariot est fixé le cercle de roulement du chariot pivotant.

Ce cercle de roulement est prévu de section trapézoïdale, de façon que les galets du chariot pivotant roulent sur ce cercle sans frottement de glissement. Certains constructeurs, en effet, et principalement les Allemands emploient des cercles de roulement composés d'un rail cintré ; ce dispositif possède l'inconvénient suivant :

Les galets ayant une largeur de 50 à 60 mm, on conçoit aisément que, la face extérieure décrivant un cercle plus grand que la face intérieure, la résistance à la rotation est augmentée de celle du frottement produit par la vitesse différente des points de contact.

On remarque que la forme trapézoïdale est préférable en ce que les galets roulent sur le cercle comme dans le cas de deux cônes tronqués.

Le chariot pivotant est constitué également par des fer à ⊏ entre lesquels sont placés les quatre galets coniques dont deux sont actionnés par un harnais d'engrenage et un réducteur de vitesse à vis sans fin accouplée au moteur.

Aux quatre fers à ⊏ intérieurs du chariot sont fixées quatre cornières formant les montants de la cabine du mécanicien et des organes mécaniques et dont le prolongement constitue le bec du chariot.

Cette disposition, moins coûteuse et d'une construction plus facile que celle à colonne centrale, nécessite seulement quatre galets de centrage qui doivent être placés en face des galets de roulement supportant la partie pivotante.

Ces galets de centrage sont placés horizontalement et roulent à l'intérieur du cercle de roulement placé sur le chariot à déplacement longitudinal.

Ils ont donc pour effet de maintenir d'une façon parfaite le chariot pivotant sur son chemin d'orientation.

Les fils d'amenée du courant aux moteurs placés sur les chariots mobiles sont tendus au-dessus de la poutre de rive opposée à celle du moteur de translation du pont.

Comme nous l'avons vu précédemment, le mécanicien

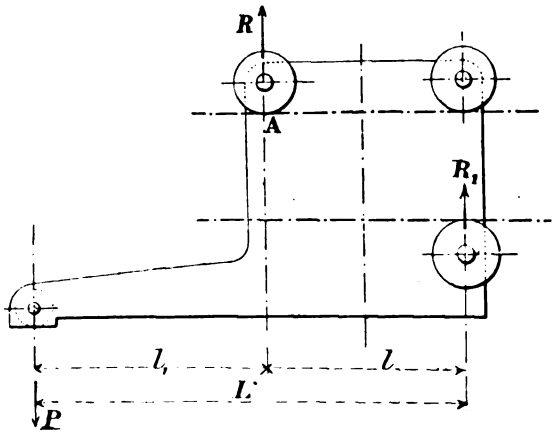


Fig. 8. — Chariot à bec fixe.

se trouvant dans la cabine pivotante, le courant doit être amené aux contrôleurs et résistances de ces derniers qui se trouvent également dans la cabine.

A cet effet, le chariot roulant possède un fer à ⊔ cintré sur lequel est fixé un collecteur à bagues isolées qui reçoivent les fils amenant le courant de la ligne principale et ceux reliés aux lignes tendues sur la passerelle.

De chacune des bagues du collecteur part un fil relié

Digitized by Google

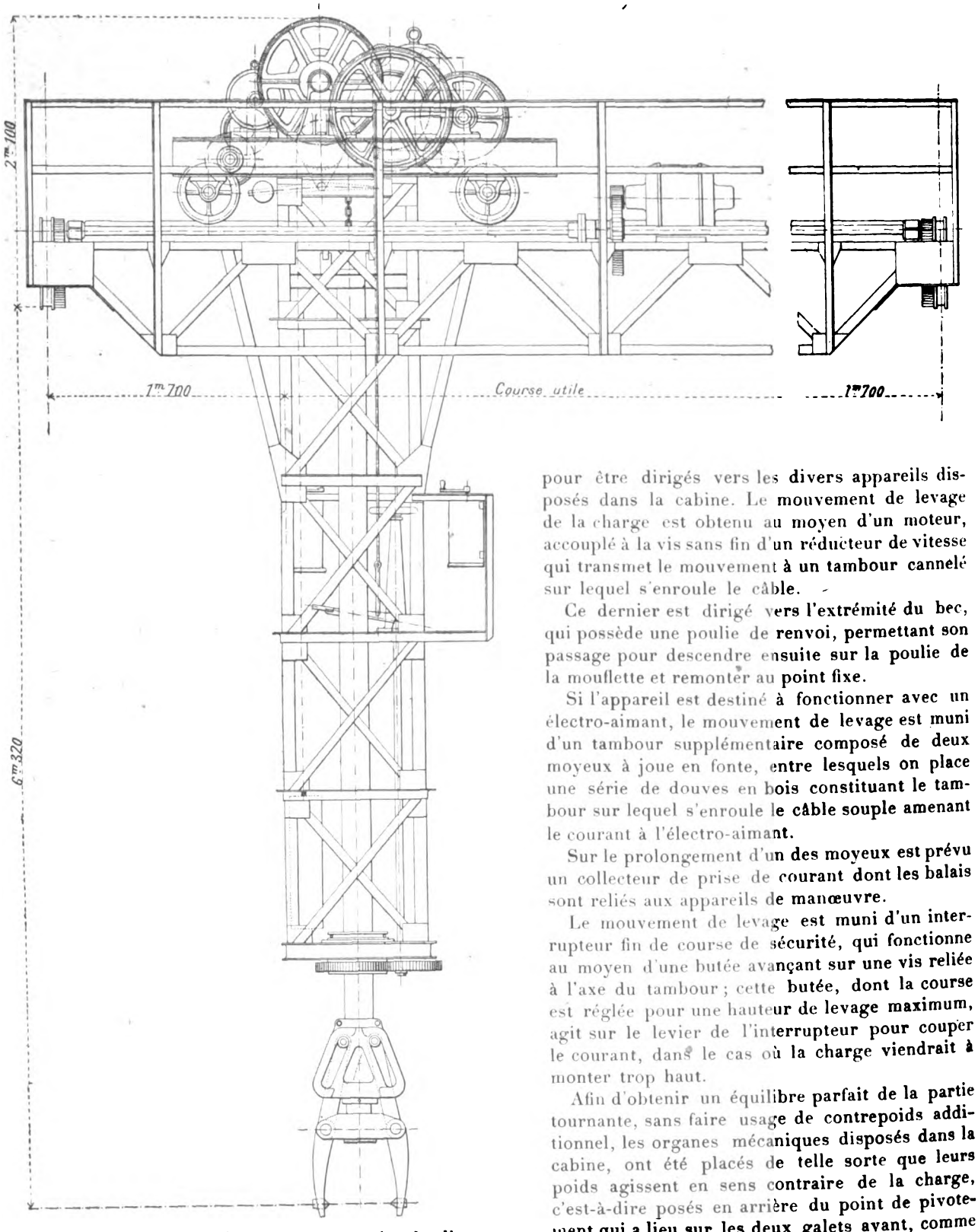


Fig. 9 et 9 *bis*. — Pont à pince pour manutention des lingots dans les fours Pitts.

aux balais frotteurs qui sont fixés sur la partie tournante

pour être dirigés vers les divers appareils disposés dans la cabine. Le mouvement de levage de la charge est obtenu au moyen d'un moteur, accouplé à la vis sans fin d'un réducteur de vitesse qui transmet le mouvement à un tambour cannelé sur lequel s'enroule le câble.

Ce dernier est dirigé vers l'extrémité du bec, qui possède une poulie de renvoi, permettant son passage pour descendre ensuite sur la poulie de la mouflette et remonter au point fixe.

Si l'appareil est destiné à fonctionner avec un électro-aimant, le mouvement de levage est muni d'un tambour supplémentaire composé de deux moyeux à joue en fonte, entre lesquels on place une série de douves en bois constituant le tambour sur lequel s'enroule le câble souple amenant le courant à l'électro-aimant.

Sur le prolongement d'un des moyeux est prévu un collecteur de prise de courant dont les balais sont reliés aux appareils de manœuvre.

Le mouvement de levage est muni d'un interrupteur fin de course de sécurité, qui fonctionne au moyen d'une butée avançant sur une vis reliée à l'axe du tambour ; cette butée, dont la course est réglée pour une hauteur de levage maximum, agit sur le levier de l'interrupteur pour couper le courant, dans le cas où la charge viendrait à monter trop haut.

Afin d'obtenir un équilibre parfait de la partie tournante, sans faire usage de contrepoids additionnel, les organes mécaniques disposés dans la cabine, ont été placés de telle sorte que leurs poids agissent en sens contraire de la charge, c'est-à-dire posés en arrière du point de pivotement qui a lieu sur les deux galets avant, comme l'indique la figure 2.

Si nous appelons *A* la résultante des deux brins verticaux du câble qui supportent la charge.

Digitized by Google

B, le poids de l'avant-bec du chariot;
C, le poids propre du tambour de levage;
D, celui du réducteur de vitesse et ses accessoires;
E, le poids du chariot et de la partie centrale;

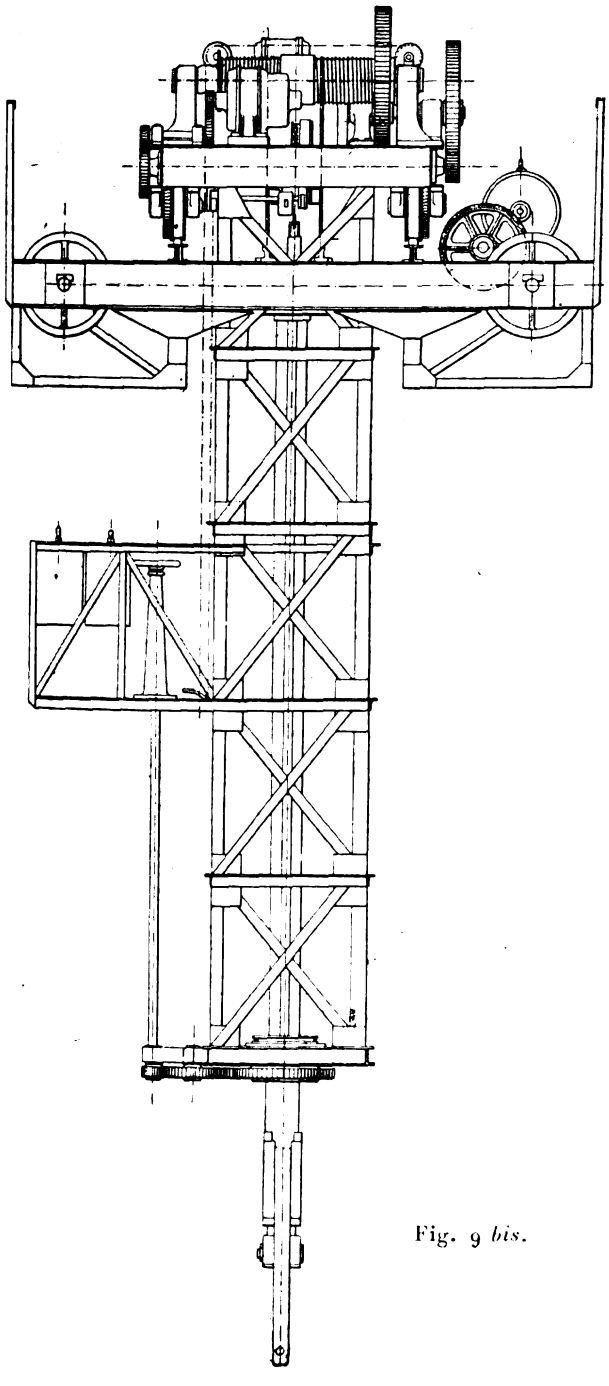


Fig. 9 *bis*.

F, le poids du moteur de levage;
G, celui des organes de manœuvre;
H, celui de la cabine;
I, le poids des contrôleurs;
J, le poids des résistances.

Nous pouvons, étant données ces charges, tracer à une échelle convenable le polygone des forces, qui va nous permettre de tracer le schéma, ou épure de stabilité de la partie tournante.

Les résultantes R et R_1 déterminées par le polygone des forces (fig. 3) sont transmises aux galets de roulement par les quatre montants supportant la partie inférieure.

L'épure de stabilité représentée par la figure 4 montre la position de la résultante totale R_c pour l'appareil en charge et la résultante R_v pour l'appareil à vide.

Pour obtenir une stabilité suffisante de l'appareil, il est nécessaire de disposer les organes mécaniques et les appareils électriques, de telle façon que la position des résultantes tombe toujours entre les deux galets G_1 et G_2.

La distance du point d'application de la résultante à l'axe du galet, pris comme point de pivotement doit être telle que, lors du démarrage de la charge, le chariot reste parfaitement appliqué sur ses quatre galets.

Ces diverses conditions étant obtenues, nous pouvons déterminer les différents efforts dans les barres constituant la partie inférieure, comme il est indiqué par le diagramme (fig. 5), la figure 6, indiquant la disposition des barres.

Pour le calcul des diagonales de contreventement de la partie centrale, nous déterminerons la force vive produite par l'arrêt brusque de la charge lors de son mouvement giratoire et qui produit un moment de tension dont la force totale est répartie aux nœuds des quatre montants.

L'appareil que nous venons d'examiner a été étudié par l'auteur de la présente étude, pour la manutention des geuses de hauts fourneaux de la maison Cockerill en Belgique.

Ce type de pont peut être appliqué pour tous les cas où l'on a à prendre la charge dans un hall, pour la transporter dans un autre qui lui est contigu, sans avoir à parcourir un espace très grand.

Son utilité est démontrée également dans le cas du déchargement des wagons où tout autre véhicule arrivant le long d'un bâtiment et que l'on ne peut introduire à l'intérieur.

On évite ainsi la construction de voies dans les halls ou le prolongement, à l'extérieur des bâtiments, des chemins de roulement pour un pont ordinaire.

Pont à bec fixe. — Nous allons maintenant examiner un autre type de pont à bec employé pour le chargement des fours, au moyen d'une benne basculante.

Le pont est composé de deux poutres de roulement du chariot à âme pleine, et de deux poutres de rive formant passerelle.

Les poutres principales sont munies de deux rails pour le roulement du chariot, à la partie supérieure.

A la partie inférieure de ces poutres de roulement sont prévus deux rails destinés à supporter la réaction produite par l'action de la charge soulevée en bout du bras du chariot.

Digitized by Google

Ce pont, représenté par la figure 7, possède un chariot complètement fermé par deux flasques latérales et une à l'avant et à l'arrière.

Les flasques latérales servent à supporter l'axe du tambour de levage ainsi que celui servant au basculage de la benne pour la vidange.

Ces deux mouvements sont obtenus par deux moteurs accouplés, chacun à un réducteur de vitesse qui transmet le mouvement à chacun des tambours.

L'avancement du chariot est également obtenu par un moteur accouplé à un réducteur de vitesse qui actionne l'axe des galets avant qui supportent la plus forte charge.

En effet, si nous examinons la figure 8 représentant le chariot, sa disposition ne permettant pas de maintenir l'équilibre au moyen de contrepoids, les deux galets inférieurs arrière supportent la réaction de basculage et par conséquent, les galets avant supportent la réaction R qui a pour valeur $R = \frac{P\,l}{l}$, plus le poids du chariot se trouvant en avant du point de pivotement A ; le poids du chariot se trouvant en arrière même de ce

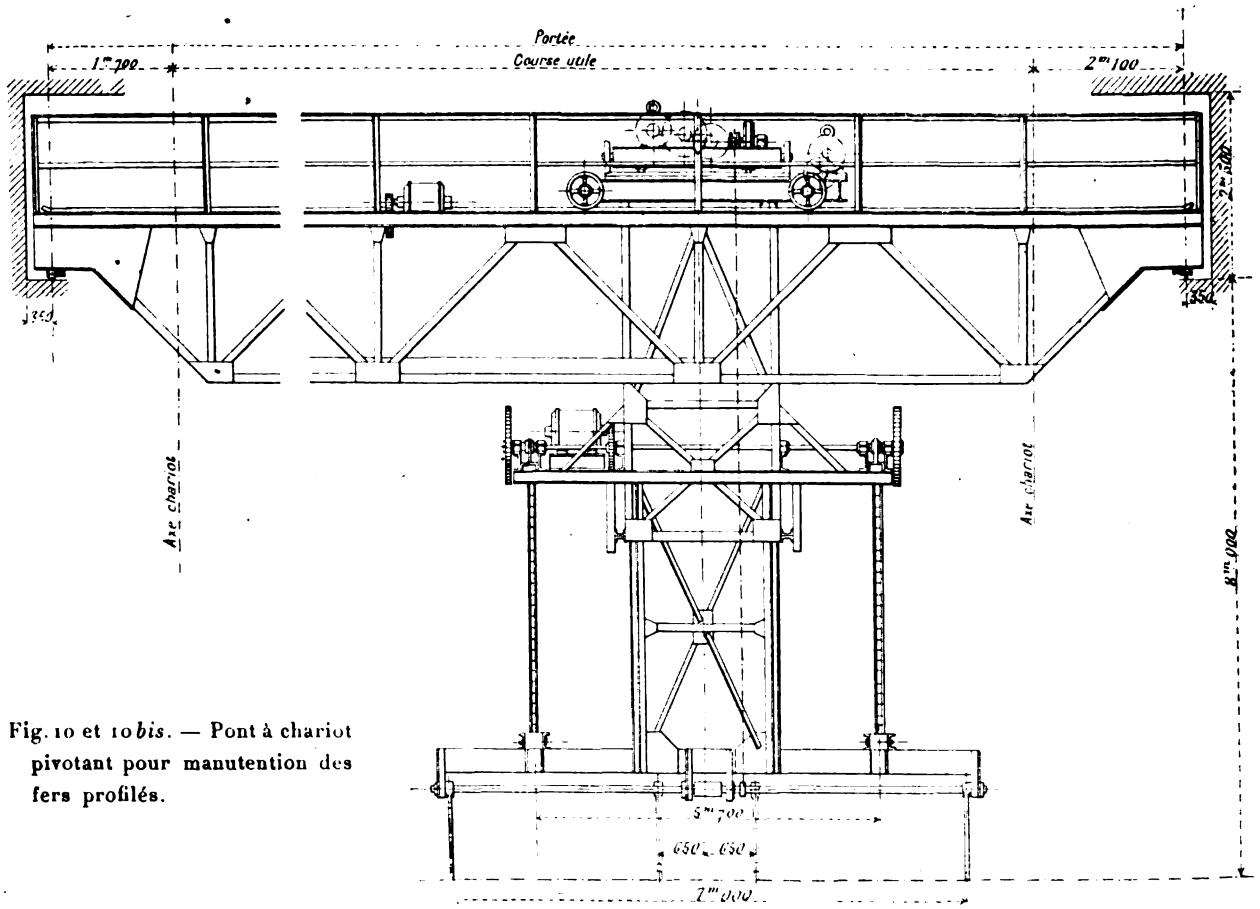


Fig. 10 et 10 *bis*. — Pont à chariot pivotant pour manutention des fers profilés.

point A vient en déduction dans la valeur de la réaction déterminée ci-dessus.

Quant à la réaction R_1 elle est égale à $\frac{P\,l_1}{l}$ moins le poids propre du chariot.

Les poutres principales d'un tel pont sont donc soumises à une charge verticale agissant de haut en bas, et une autre verticale également, agissant de bas en haut.

Ce type de pont est employé pour le chargement des fours Thomas et pour la manutention des lingots d'un hall de coulée dans le hall des fours Pitts ; il a été établi pour une charge de 10 t et un avant-bec de 2,700 m de portée.

Les vitesses des différents mouvements, calculées pour une production intense ont été admises : pour la charge, 10 m : min, pour le déplacement du chariot, 30 m : min et 60 m pour le pont.

Le service auquel ce pont est affecté, était assuré, avant son installation, soit par wagonnets pour le chargement des fours et par grue à bras pour la manutention des lingots.

Le temps employé pour ces manutentions est réduit considérablement, car chaque course du pont transporte une charge deux fois plus importante et dans un temps beaucoup moins long.

Pont spécial pour Pitts. — Pour l'introduction des lingots dans les fours Pitts, il existe un pont spécial

Digitized by Google

dont nous allons faire la description et qui est représenté par les figures 9 et 9 *bis*.

Les fours Pitts sont destinés à recevoir les lingots retirés des lingotières pour les maintenir à une température suffisamment élevée, en attendant leur passage au laminoir où ils sont réduits à la section convenable ; ces lingots sont ensuite coupés à la longueur nécessaire par un blooming, pour être enfin introduits dans les fours à

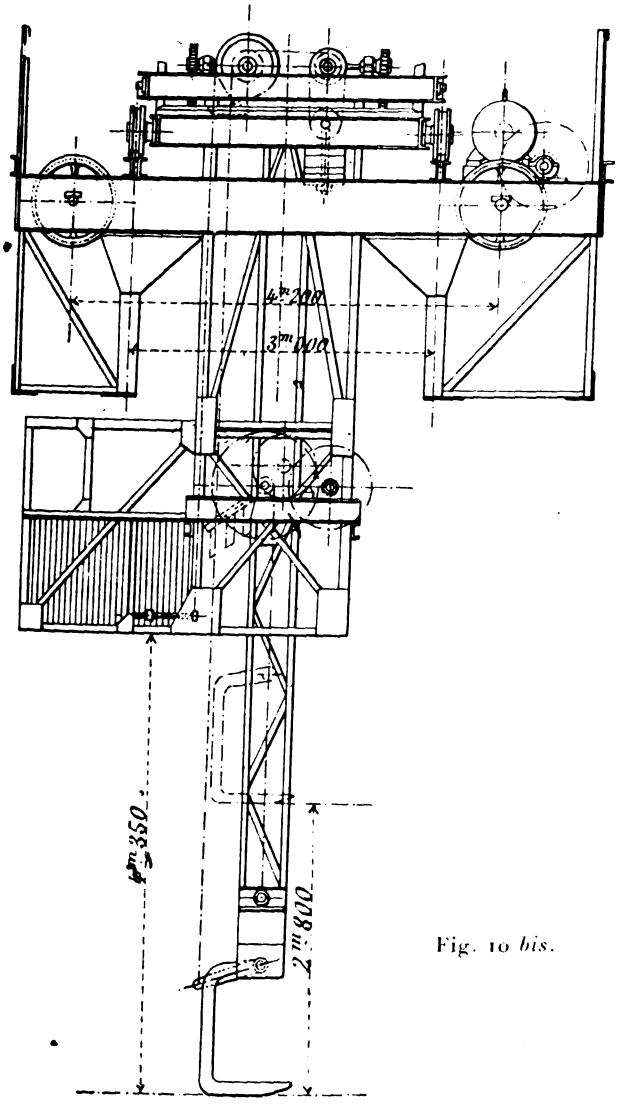


Fig. 10 *bis*.

réchauffer d'où ils passent au laminoir à profiler.

Les fours Pitts, dont les portes sont au ras du sol, sont donc souterrains et pour l'introduction et la sortie des lingots il est indispensable que l'appareil destiné à leur manutention soit pourvu d'une pince mobile pouvant être orientée suivant la position des lingots dans le four.

Le pont proprement dit ne diffère des autres ponts normaux que par sa largeur qui est déterminée par les dimensions de la partie métallique du chariot servant de guidage à la partie mobile de la pince.

Le châssis du chariot, constitué par des fers à U, est monté sur quatre galets recevant le mouvement d'un moteur muni d'un pignon en bronze ou en acier.

Le mouvement de levage est obtenu par un moteur actionnant une série d'engrenages qui transmettent le mouvement au tambour cannelé pour recevoir les deux câbles fixés au balancier.

L'attache des câbles au balancier est faite au moyen d'un axe sur lequel est fixée une chape munie de rondelles Belleville formant amortisseur.

Cette disposition est indispensable, du fait que l'action de la charge ne se fait sentir que lorsque la pince a déjà effectué une partie de sa course.

Les amortisseurs sont reliés à une plaque en acier moulé formant guide et à laquelle est suspendue la partie mobile composée de deux fers à U qui supportent, à leur extrémité inférieure, les flasques à rainures inclinées produisant la fermeture de la pince.

Cette dernière, composée de deux leviers, munis de deux pointes en acier extra dur trempé, et qui sont reliés par une entretoise sur laquelle ils oscillent, est actionnée par un arbre central relié à un contrepoids d'équilibre dont le poids est supérieur à celui du système.

La chaîne supportant le contrepoids passe sur une poulie à empreintes, munie d'un frein à boucle, à action positive et actionné de la cabine du mécanicien.

Lorsque l'on veut effectuer la manutention de la charge, on laisse descendre la pince, sur la partie supérieure du lingot jusqu'au contact de ce dernier avec l'entretoise de la pince, en ayant soin, au préalable, d'ouvrir le frein du contrepoids de la pince, de manière que les galets des leviers de cette dernière soient, dans la position inférieure, dans les rainures des flasques.

Dans cette position, la pince est complètement ouverte et son introduction sur le lingot s'opère facilement. Dès que l'on effectue le mouvement de levage au moyen du tambour à câble, on freine légèrement le contrepoids de façon à immobiliser l'arbre central et, par conséquent, la pince ; les flasques à rainures inclinées, étant soulevées, obligent les galets de la pince à s'écarter dans les rainures produisant ainsi le pinçage du lingot.

On continue le mouvement de levage en agissant légèrement sur la pédale du frein qui rend libre le contrepoids de la pince.

L'orientation de la charge s'obtient au moyen d'un volant placé dans la cabine du mécanicien.

Ce volant, comme on peut le remarquer sur la figure 9 vue de profil de l'appareil, transmet le mouvement à une série d'engrenages dont un est fixé à un coussinet, tournant dans l'entretoise inférieure boulonnée à la partie métallique.

Le coussinet épouse la forme des fers U assemblés qui supportent la pince et qui, de cette façon, se trouve entraînée dans le mouvement giratoire.

Pour éviter un frottement trop considérable, le coussinet repose sur une butée à billes, ce qui permet de pouvoir réduire l'effort au volant à son minimum.

Dans le calcul des différents organes de ce genre d'ap-

Digitized by Google

pareils, il faut tenir compte de la température très élevée du lieu dans lequel fonctionne ce dernier.

Le taux de travail du métal ne doit pas dépasser 7 kg : mm² d'autant plus que, généralement, le service est continu pour la charge maximum.

Pont pour profilés. — Dans un grand nombre d'usines métallurgiques, la manutention des fers profilés et autres se fait encore à bras d'homme.

Il existe cependant des appareils spéciaux permettant une manutention beaucoup plus rapide et moins coûteuse. Si nous prenons comme exemple une aciérie dont les laminoirs peuvent laminer des barres de 10 à 12 m de longueur, celles-ci, au sortir du laminoir, sont dirigées vers la cisaille par des rouleaux entraîneurs, pour être coupées à la longueur déterminée par les conditions de vente.

Cette opération terminée, les barres sont entraînées vers les machines de parachèvement et ensuite mises en parc.

Pour effectuer le chargement sur wagon, on fait usage d'un pont à crochets basculants que l'on introduit sous les profilés, de manière à en prendre une certaine quantité; ce pont est représenté par les figures 10 et 10 *bis* et possède deux chariots comme dans un pont à bec pivotant.

L'un des chariots roule sur toute la longueur du pont, tandis que l'autre pivote sur lui-même, roulant sur un chemin de roulement tronconique semblable à celui du pont à bec pivotant qui a été décrit précédemment.

Comme on peut le remarquer à l'examen de la figure 10, le chariot pivotant est prolongé vers le bas par une partie métallique à laquelle est fixée la cabine du mécanicien et sert également de guide à la partie mobile supportant les crochets articulés.

Le mouvement de montée et de descente de la charge s'obtient par un moteur qui actionne, par l'intermédiaire de roues et pignons, deux chaînes Galle reliées à la traverse inférieure.

Pour l'introduction des crochets sous les profilés à transporter, il suffit d'avancer le pont après avoir descendu les crochets jusqu'au sol.

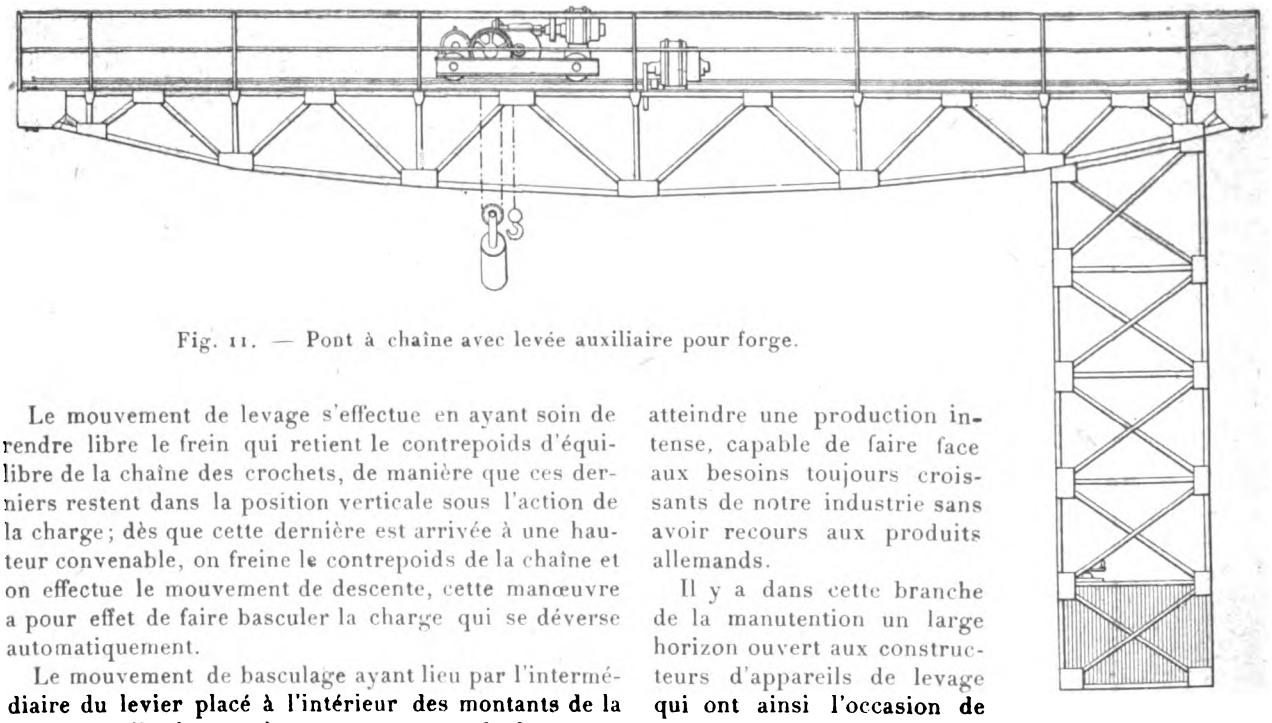


Fig. 11. — Pont à chaîne avec levée auxiliaire pour forge.

Le mouvement de levage s'effectue en ayant soin de rendre libre le frein qui retient le contrepoids d'équilibre de la chaîne des crochets, de manière que ces derniers restent dans la position verticale sous l'action de la charge; dès que cette dernière est arrivée à une hauteur convenable, on freine le contrepoids de la chaîne et on effectue le mouvement de descente, cette manœuvre a pour effet de faire basculer la charge qui se déverse automatiquement.

Le mouvement de basculage ayant lieu par l'intermédiaire du levier placé à l'intérieur des montants de la partie mobile, les crochets peuvent être déplacés sur leur axe; on peut donc arriver avec ce dispositif à effectuer le chargement des barres dont la longueur varie de 1,5 m à 12 m et les orienter dans telle position que l'on désire.

La réduction importante de la main-d'œuvre, de même que la rapidité de manutention que l'on obtient avec cet appareil, l'a fait adopter par les industries métallurgiques américaines et allemandes qui en font un usage courant.

Les ponts spéciaux qui viennent d'être décrits sont appelés à être utilisés de plus en plus, si l'on veut atteindre une production intense, capable de faire face aux besoins toujours croissants de notre industrie sans avoir recours aux produits allemands.

Il y a dans cette branche de la manutention un large horizon ouvert aux constructeurs d'appareils de levage qui ont ainsi l'occasion de démontrer à la concurrence d'avant-guerre qu'il est possible de fabriquer, en France, les appareils que certains industriels croyaient devoir demander à l'étranger, et surtout à l'Allemagne.

Cependant, si l'on compare la construction française avec la construction allemande, cette dernière est sans conteste inférieure comme fini et comme solidité.

L'auteur qui a eu, différentes fois, l'occasion de voir fonctionner des appareils provenant de maisons allemandes, a constaté une légèreté de construction souvent excessive surtout pour des appareils de cette importance.

Digitized by Google

Il n'est pas rare que ces appareils soient mis hors service après deux ou trois ans de fonctionnement ou bien que l'on soit forcé de faire des transformations importantes pour obtenir une utilisation normale.

Ponts pour forge. — Nous allons maintenant examiner les ponts destinés à la manutention des pièces à forger, soit au marteau-pilon, soit à la presse hydraulique.

Le pont représenté par la figure 11 a été construit pour une puissance de 15 t.

Il est destiné à manutentionner des lingots chauffés au four et forgés à la presse hydraulique dont la puissance est de 2 000 t.

L'opération du forgeage au pilon ou à la presse hydraulique nécessitant la rotation de la pièce pour présenter toutes les surfaces à l'action de la masse, cet appareil est muni d'un mouvement de levage auxiliaire permettant de faire mouvoir une chaîne Galle sur laquelle repose la pièce à forger.

Pour éviter une tension anormale des chaînes de levage lors de l'action d'écrasement du métal, on munit le palan d'un amortisseur destiné à supporter la surcharge pendant les opérations.

Afin que le mécanicien préposé à la manœuvre de l'appareil soit à portée de celui qui dirige les opérations et puisse recevoir les ordres concernant les manœuvres à effectuer, la cabine du pont est prolongée jusqu'à un mètre du sol.

Le mouvement de levage est obtenu par une série d'engrenages actionnant une roue à noix pour chaîne Galle mouflée à trois brins.

La chaîne est emmagasinée dans un chenal incliné au bout duquel le dernier maillon est fixé; pour que l'emmagasinage de la chaîne se fasse normalement, celle-ci est munie, tous les deux mètres, de deux galets tournant librement sur les extrémités de l'axe des maillons comme l'indique la figure 12.

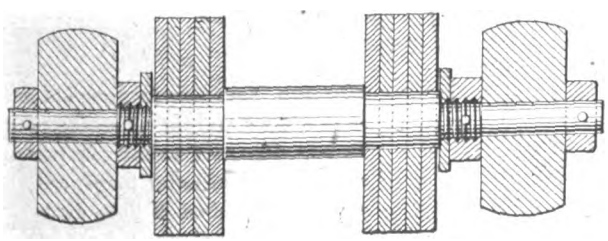


Fig. 12. — Disposition d'un maillon de chaîne Galle guidée dans un chenal.

Depuis une dizaine d'années on tend à utiliser, pour le mouvement de levage, des câbles extra-flexibles au lieu de chaînes Galle.

Toutefois, lorsque la puissance des appareils dépasse 60 t et même 50 t, on fait encore usage de la chaîne Galle, car le diamètre du câble devient de ce cas trop important, ce qui entraîne un diamètre très grand pour les tambours de même qu'une largeur exagérée de ces derniers.

Pour une charge de 50 t, lorsque l'on fait usage d'un câble, le diamètre de ce dernier atteint 36 mm et doit être mouflé à six brins.

Pont de 150 t. — Nous verrons plus loin la construction des ponts à câbles de forte puissance, avant de l'aborder, nous allons examiner la construction d'un pont de 150 t construit par l'auteur.

Le chariot possède un treuil à chaîne Galle pour une charge de 150 t et un treuil auxiliaire pour une charge de 30 t; les caractéristiques sont les suivantes :

Charge maximum 150 t, vitesse de levage 2 m : min.

Charge auxiliaire 30 t, vitesse de levage 4 m : min.

Pour la charge de 150 t, la chaîne est mouflée à 3 brins, de sorte que chacun des brins doit supporter 50 t; cette chaîne est représentée par la figure 13, elle

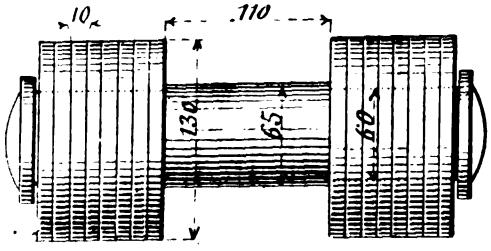


Fig. 13. — Maillon de chaîne Galle pour charge de 50 tonnes par brin.

est composée de 8 mailles de 10 mm d'épaisseur et de 130 mm de largeur.

Le diamètre des axes est de 60 mm à l'intérieur des mailles et de 65 mm entre celles-ci, le pas est de 175 mm.

Le nombre de dents adopté pour la roue à noix étant de 7, le diamètre primitif est donc

$$D = \frac{C}{\frac{\sin 180^0}{n}}.$$

D représente le diamètre primitif en millimètres;
c le pas de la chaîne en millimètres;
n le nombre de dents de la roue à noix;
D'après cette égalité, on a

$$D = \frac{175}{\frac{\sin 180^0}{7}} = 404{,}15 \text{ mm}.$$

La largeur entre les mailles étant de 110 mm, la largeur des dents a été fixée à 105 mm.

Le moteur de levage a été adapté à une puissance de 100 ch, par conséquent le rendement admis est

$$r = \frac{150\,000 \times 2}{75 \times 60 \times 100} = 0{,}66.$$

Digitized by Google

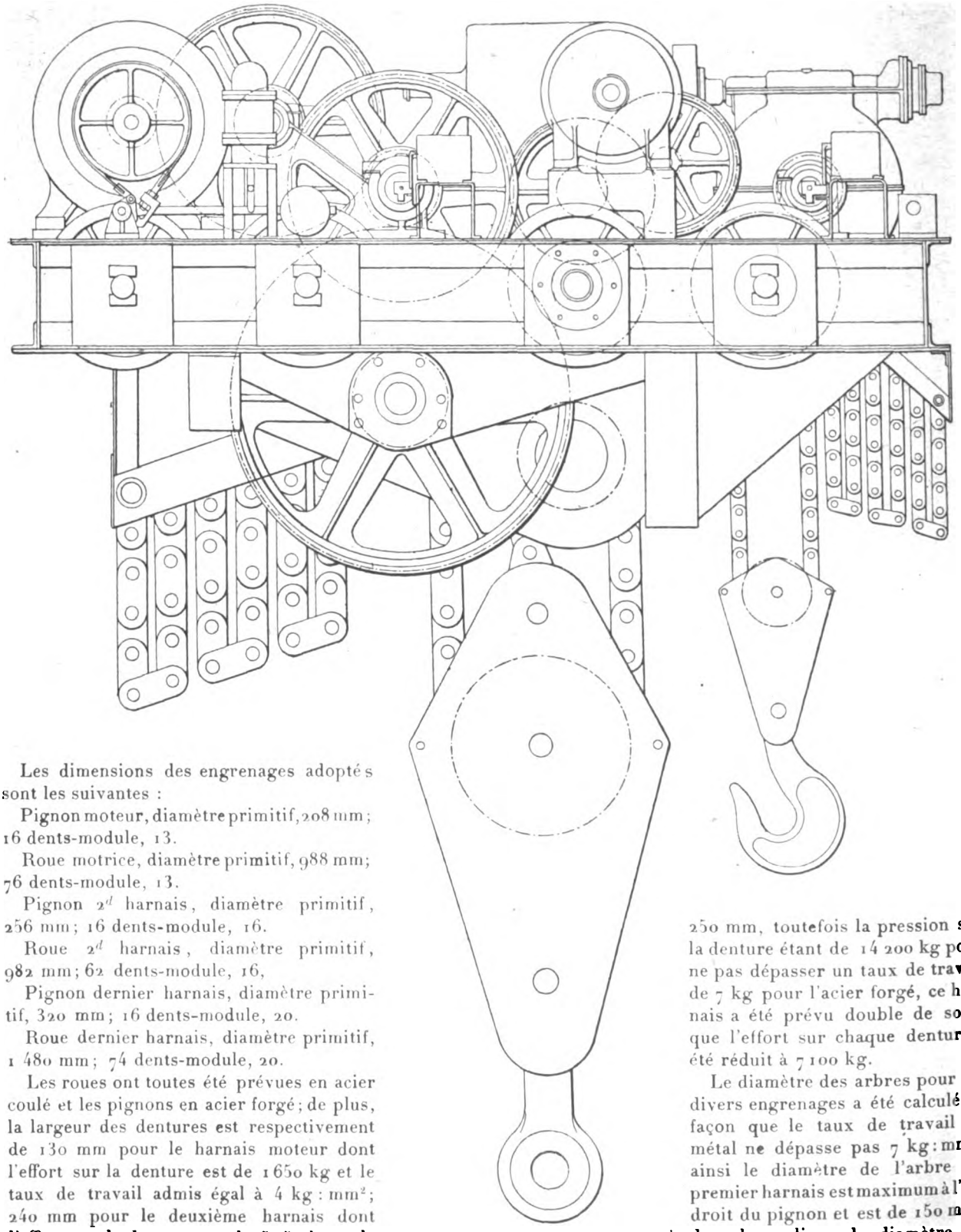


Fig. 14. — Chariot électrique. Force 150 tonnes, levée auxiliaire de 30 tonnes.

Les dimensions des engrenages adoptés sont les suivantes :

Pignon moteur, diamètre primitif, 208 mm; 16 dents-module, 13.

Roue motrice, diamètre primitif, 988 mm; 76 dents-module, 13.

Pignon 2^{d} harnais, diamètre primitif, 256 mm; 16 dents-module, 16.

Roue 2^{d} harnais, diamètre primitif, 982 mm; 62 dents-module, 16,

Pignon dernier harnais, diamètre primitif, 320 mm; 16 dents-module, 20.

Roue dernier harnais, diamètre primitif, 1 480 mm; 74 dents-module, 20.

Les roues ont toutes été prévues en acier coulé et les pignons en acier forgé; de plus, la largeur des dentures est respectivement de 130 mm pour le harnais moteur dont l'effort sur la denture est de 1650 kg et le taux de travail admis égal à 4 kg : mm^{2}; 240 mm pour le deuxième harnais dont l'effort sur la denture est de 5750 kg et le taux de travail du métal pour la roue égal à 6 kg : mm^{2}, celui du pignon étant de 9,5 kg.

La largeur du dernier harnais est de 250 mm, toutefois la pression sur la denture étant de 14 200 kg pour ne pas dépasser un taux de travail de 7 kg pour l'acier forgé, ce harnais a été prévu double de sorte que l'effort sur chaque denture a été réduit à 7 100 kg.

Le diamètre des arbres pour ces divers engrenages a été calculé de façon que le taux de travail du métal ne dépasse pas 7 kg : mm^{2}; ainsi le diamètre de l'arbre du premier harnais est maximum à l'endroit du pignon et est de 150 mm; dans les paliers, le diamètre est de 80 mm.

Pour le deuxième harnais, le diamètre maximum de l'arbre est

Digitized by Google

de 175 mm à l'endroit de la roue dentée; dans les paliers, il est de 145 mm.

L'arbre du troisième harnais, sur lequel sont clavetées les deux roues dentées et la roue à noix, a un diamètre maximum de 235 mm; dans les paliers, le diamètre atteint 195 mm.

Le chariot, dans son ensemble, est représenté par la figure 14.

On peut remarquer, à l'examen de cette figure, que le frein mécanique a été placé sur le premier harnais de manière à pouvoir adopter pour ce frein des dimensions normales.

Ce type de frein, très peu connu, est à bande de freinage sur laquelle sont fixés des blochets en fonte à coins multiples, mais ce qui le différencie des autres freins du même genre, c'est que les cliquets sont visibles et surtout silencieux.

Cette disposition est obtenue par une bande qui a pour effet de soulever les cliquets lors de la montée de la charge et de les rabattre lors de la descente.

Contrairement à ce qui se pratique couramment, aucun ressort n'agit sur les cliquets, de sorte qu'il n'y a pas à craindre l'usure ni des cliquets, ni de la roue à rochets.

Ce dispositif, que l'auteur a appliqué pour la première fois il y a sept ans au frein à bande, peut aussi être utilisé dans le cas des freins à vis, qu'ils soient construits sans carter ou avec carter et cela sans grande modification aux dispositifs actuellement employés.

(A suivre.)

F. Séba.

Revues, analyses et informations

La mesure du champ électrostatique dans les isolateurs, d'après la méthode électrolytique [1].

L'auteur rappelle tout d'abord les principes de la méthode électrolytique et les travaux de Fortescue et de Farnsworth [2]. Il indique qu'il y a similitude entre l'image de la répartition des lignes de courant dans un électrolyte et des lignes de force dans un corps diélectrique, lorsqu'on supprime dans l'électrolyte les effets dus à la polarisation, en effectuant les mesures à l'aide du courant alternatif. D'où la méthode employée: au lieu de mesurer le champ électrostatique entre deux électrodes dans l'air, on fait les mesures dans un électrolyte; on détermine ensuite un coefficient de correction pour passer aux valeurs réelles dans l'air. Pour étudier la répartition du potentiel entre deux électrodes de forme donnée, plongées dans un électrolyte, on détermine à l'aide d'un pont de Wheatston ordinaire à téléphone, alimenté par du courant alternatif, le rapport des valeurs des résistances entre une petite sonde introduite dans l'électrolyte dans l'intervalle séparant les deux électrodes et chacune d'elles; en supposant que les conducteurs d'amenée à la sonde et aux électrodes peuvent être complètement isolées de l'électrolyte. Les courants de capacité qui peuvent s'échapper à travers l'isolement des conducteurs d'amenée sont extrêmement petits et ne troublent pas les mesures. La grandeur forcément limitée du récipient contenant l'électrolyte occasionne pratiquement une erreur dans les mesures, erreur d'autant plus importante que les deux électrodes sont plus éloignées l'une de l'autre. On a déterminé [3] la grandeur de cette erreur dans le cas de deux électrodes sphériques et montré de plus qu'on peut facilement établir la valeur de la capacité entre deux électrodes dans un diélectrique de densité déterminée en mesurant la résistance entre ces deux électrodes. D'autre part, il est facile de calculer la capacité d'un condensateur constitué par deux plaques circulaires placées dans l'air en regard l'une de l'autre, en négligeant les lignes de force extérieures dues à la dispersion. Si on remplit ensuite l'espace entre les deux électrodes circulaires avec l'électrolyte employé lors des essais, en ayant soin que les lignes de courant soient parallèles et que les plaques circulaires soient contenues à l'intérieur d'un tube en verre, on peut déterminer le coefficient de correction permettant de déduire la capacité dans l'air de la résistance de l'électrolyte.

Les essais décrits ensuite par l'auteur ont été effectués sur des isolateurs de canalisation aérienne, en déterminant les surfaces de niveau. De la position de ces surfaces, on déduit immédiatement les points où la densité du champ atteint des valeurs critiques pour le diélectrique. Pour établir ces surfaces de niveau, l'auteur emploie la méthode suivante (fig. 1) : la sonde permettant d'effectuer les mesures est placée à l'extrémité d'un pantographe. Un petit solénoïde commandé par un bouton de contact permet d'actionner un noyau magnétique muni d'une aiguille d'acier. Cette aiguille perce en temps voulu le papier diagramme. Le pont de Wheatstone est alimenté par une petite bobine d'induction. En mettant en parallèle avec le rupteur à mercure une capacité de 10 microfarads, on diminue le courant fourni par la bobine d'induction jusqu'à environ 0,5 A. A l'aide d'un commutateur spécial introduit dans le circuit, on inverse le sens du courant après chaque mesure, pour éviter les phénomènes d'oxydation sur les électrodes lors d'une trop longue mise en circuit. Pour maintenir constante à la fois la température et la concentration de l'électrolyte, on agite de temps à autre le bain au moyen de l'air comprimé pendant la durée des essais. Une branche du pont est formée par deux résistances variables à manette R_1 et R_2, qui peuvent être considérées comme ne possédant pas pratiquement de capacité dans la partie inférieure de leurs divisions. L'inverseur I permet, en 7, de mesurer le potentiel en R_3, la résistance entre les électrodes. L'inverseur II permet la mesure des résistances soit dans le grand récipient contenant l'électrolyte, soit dans le condensateur de comparaison Nc, pour permettre d'établir le facteur de correction c. R_4 est la boîte des résistances étalons variables permettant d'apprécier la valeur des résistances. Pour établir les surfaces de niveau, on admet une fois pour toutes

[1] W. Estorff. *Elektrotechniche Zeitschrift*, 7; 14 et 21 février 1918, t. xxxix, p. 53-62 et 76, 1 400 mots. 28 fig.
[2] *Proc. Am. Inst. El. Eng.*, t. xxxii. 1913, n° 3.
[3] Estorff. Les éclateurs à boules. *E. T. Z.*, 1916, p. 60-76.

Digitized by Google

que le potentiel de l'électrode positive est + 50, que le potentiel de l'électrode négative est — 50, la différence de potentiel entre les deux électrodes étant égale à 100, ce qui permet d'exprimer facilement cette différence de potentiel en pour 100. Le potentiel en un point déterminé, pour lequel le téléphone est amené à l'extinction du son en réglant convenablement les résistances R_1 et R_2, est donné par l'expression $\varphi = \frac{50 - 100 R_1}{R_1 + R_2}$. Pour déterminer le facteur de correction c, on se sert du condensateur de comparaison, qui est constitué par un tube de verre de 3,85 cm

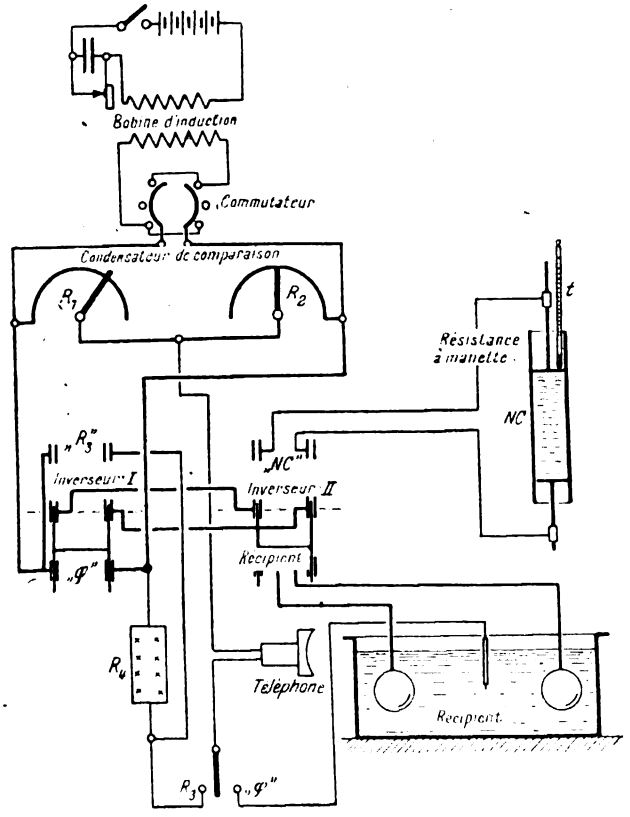


Fig. 1.

de diamètre intérieur et deux électrodes métalliques susceptibles d'être placées à des distances variables. Le tube est rempli avec le même électrolyte que le récipient principal, les plaques métalliques sont dorées pour éviter les effets d'oxydation. La capacité de ce condensateur à plateaux est inversement proportionnelle à la résistance diélectrique entre les plateaux $C = \frac{1}{4\pi w}$; la résistance diélectrique w entre les plateaux doit être proportionnelle à la résistance mesurée dans l'électrolyte, ce qu'on peut exprimer par $C = \frac{c}{R_3}$, où c est une constante à déterminer et R_3 la résistance entre les deux plaques circulaires du tube de verre rempli d'électrolyte. La capacité d'un condensateur de mêmes dimensions dans un milieu de densité ε s'exprime par $C = \frac{d^2 \frac{\pi}{4} \times \varepsilon}{4\pi \times l}$; pour l'arc $\varepsilon = 1$, la distance entre les plateaux circulaires, le diamètre de ces plateaux et la capacité sont reliés par la relation $C = \frac{d^2}{16 l}$; la constante cherchée c est donc égale à $c = C R_3 = \frac{d^2}{16 l} \times R_3$

L'auteur expose ensuite les mesures qu'il a effectuées sur diverses chaines d'isolateurs de suspension à l'aide de cette méthode, ainsi que sur des isolateurs supports. La détermination des surfaces de niveau permet d'apprécier les différences de potentiel existant entre les différentes armatures et les conditions dans lesquelles travaille la matière isolante en chaque point du champ. E. P.

Facteurs affectant la soudure à l'arc (1).

Parmi les procédés variés de soudure par arc, celui dont l'usage est le plus répandu est le procédé dans lequel une tige de métal joue le double rôle d'électrode et de matière soudante. Quand, au cours de l'opération, les électrodes métalliques se séparent, il se forme un arc ayant un noyau central fortement lumineux constitué par de la vapeur de fer entourée d'oxydes. Afin d'empêcher une combustion excessive du fer, l'arc doit être à l'abri des courants d'air. Ceci nécessite que le soudeur manipule l'électrode de telle manière qu'une protection maximum de l'arc soit assurée. Le meilleur moyen de faire ceci consiste dans l'emploi d'un arc court et dans une inclinaison convenable des électrodes pour compenser les courants d'air. L'emploi d'un arc court favorise aussi la fusion, la concentration et l'économie du dépôt de l'électrode, en même temps qu'il l'exempte de porosité. Avec des arcs longs la flamme ne peut être contrôlée, de sorte qu'il devient impossible de protéger convenablement le métal déposé de l'oxydation. La porosité excessive souvent rencontrée dans les soudures, quand l'arc fut rompu au cours de l'opération, est grandement due à cette cause. En général l'action des gaz atmosphériques épure le métal vaporisé. Alors que le champ d'application du procédé de soudure s'élargit, une méthode de contrôle meilleure des divers facteurs s'impose. L'emploi d'un tube réfractaire ou d'un revêtement d'amiante a été suggéré. Cependant, la difficulté de manipulation des électrodes est accrue à un degré prohibitif et des quantités excessives de scories se forment et s'incorporent inévitablement dans la soudure. De meilleures possibilités paraissent résider dans la mise au point d'une électrode produisant, au cours de l'opération, une atmosphère de gaz enveloppant l'arc.

La fusion obtenue à la surface de la soudure et dans la matière soudante est déterminée par l'angle d'assemblage, le courant d'arc, le diamètre de l'électrode et la longueur de l'arc. Quand les sections extrêmes des pièces à souder sont inclinées d'un angle trop aigu, le fond de la soudure est inaccessible et on n'obtient pas un bon contact de l'arc. Les meilleurs résultats s'obtiennent avec des courants allant de 20 A pour une électrode de 0,24 cm à 200 A pour une électrode de 0 50 cm. La porosité et la fusion incomplète proviennent souvent d'un courant trop faible. La quantité d'impuretés formées et retenues par la soudure dépend de la propreté de l'électrode et d'une manipulation des flammes de l'arc rendant l'oxydation minimum.

L'inspection superficielle des soudures terminées est un contrôle insuffisant des caractéristiques de l'opération. Des observations, ou mieux l'enregistrement automatique de la tension de l'arc et du courant, et de la manipulation des électrodes, permettront une meilleure estimation du travail effectué. P. V.

(1) *Electric Railway Journal*, 6 juillet 1918, t. LII, p. 20.

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Notes sur l'application pratique de la loi du 15 juin 1906 et des règlements annexes

Dans une note publiée l'an dernier, l'auteur rappelait comment est organisé le contrôle administratif des distributions électriques (1), tel qu'il résulte de la loi du 15 juin 1906 et des règlements annexes, et, dans une seconde note, plus récente (2), il montrait le rôle du Comité d'Electricité dans le règlement des différends qui peuvent prendre naissance entre l'Administration et les distributeurs. Dans les notes qui suivent, il se propose d'indiquer les solutions de ces différends que la pratique a fait adopter.

Il y a maintenant une dizaine d'années que la loi de 1906 et les divers règlements, promulgués pour son application, sont en vigueur. Il a paru utile d'examiner les solutions que la pratique a fait adopter; c'est ce que nous avons fait et nous avons cherché à formuler ces solutions en les dégageant des questions d'espèce. On peut espérer que leur connaissance profitera aussi bien à l'industrie qu'à l'administration, car il semble possible pour la résolution des difficultés quotidiennes qui se présentent inévitablement d'y trouver des indications intéressantes qui peuvent la faciliter. Nous parlons d'ailleurs seulement d'indications, en effet, en raison, d'une part, de la complexité de la loi de 1906 et de ses règlements, et, d'autre part, des modifications incessantes de l'industrie électrique et de ses applications, les solutions mêmes peuvent venir à être modifiées. Quoi qu'il en soit, d'une manière générale, les indications seront utiles pour beaucoup d'espèces. Si nous pouvons contribuer, ne serait-ce que dans une faible mesure, à prévenir ou à résoudre à l'amiable les difficultés, nous aurons apporté notre pierre à l'œuvre du développement de l'industrie électrique, en ce qui concerne les distributions d'énergie : tel est notre vœu.

Nous n'avons pas voulu chercher à tirer une sorte de jurisprudence des cas examinés; nous avons préféré faire connaître individuellement les espèces en respectant les textes dans toute la mesure possible. Ce procédé offre l'avantage de la précision, mais, par contre, l'inconvénient de présenter des notes multiples, ce qui n'en facilite pas la lecture, nous nous excusons d'avoir préféré être aussi précis que possible.

Pour la commodité des recherches, nous avons classé ces notes sous un certain nombre de rubriques qui sont les suivantes :

Concessions données par application de la loi du 15 juin 1906;
Concessions antérieures au 15 juin 1906;
Contrôle des distributions d'énergie électrique;
Redevances pour occupation du domaine public;
Régies communales;
Questions techniques;
Questions diverses.

Nous nous proposons de donner chaque fois environ six notes dont deux relatives aux concessions de 1906 et deux aux questions techniques.

Concessions. — Cahier des charges. Articles 11 et 12. — *Tarifs.*

A. — Rédaction de l'article 11 pour la vente a forfait de l'éclairage. — La rédaction de l'article 11 pour la vente à forfait (éclairage) peut être la suivante qui a l'avantage de réserver l'avenir, au profit du consommateur, au point de vue de l'emploi de lampes à faible consommation.

Article 11.

Tarif maximum.

....

Vente à forfait.

Pour l'éclairage :	le kilowatt-an	fr.....	par an
	le demi-kilowatt-an ..	fr.....	Id.
	l'hectowatt-an	fr.....	Id.

Lampes à filament de charbon (3 w et demi environ par bougie décimale) :

La lampe de 10 bougies décimales.....			fr.....	par an
Id.	16	Id.	.....	fr.....	Id.
Id.	32	Id.	.....	fr.....	Id.

Lampes à filament métallique (1 w environ par bougie décimale) :

La lampe de 25 bougies décimales.....			fr.....	par an
Id.	32	Id.	.....	fr.....	Id.
Id.	50	Id.	.....	fr.....	Id.

(1) A. Monmerqué. Les distributions d'énergie électrique au point de vue du contrôle administratif; *R. G. E.*, 8 septembre 1917, t. II, p. 395-397.

(2) A. Monmerqué. Le règlement des différends concernant les distributions d'énergie électrique; le rôle du Comité d'Electricité; *R. G. E.* 1918, t. III, p. 927.

Digitized by Google

Pour les lampes à forfait, il est fait exclusivement emploi de douilles spéciales, fournies et portées par le concessionnaire au tarif indiqué dans la police d'abonnement.

Si, par suite des progrès de la science, le concessionnaire peut offrir au public d'autres types de lampes à forfait plus avantageux, il devra en proposer et en faire autoriser l'emploi, et faire approuver le prix de fourniture, tant du courant que des lampes, au moyen d'un avenant à la police d'abonnement, établi dans les mêmes conditions que la police-type prévue par l'article 18 du présent cahier des charges.

Observations. — Les prix de la fourniture des lampes à forfait par le concessionnaire doivent naturellement figurer dans la police d'abonnement.

B. — Minimum de consommation. — La police d'abonnement doit être rédigée en conformité du cahier des charges de la concession et ne peut, sous aucun prétexte, imposer aux usagers des aggravations du contrat intervenu entre le concessionnaire et l'autorité concédante. La police ne peut donc contenir une clause, imposant aux consommateurs d'éclairage au compteur un minimum de consommation, quand cette clause ne figure pas au cahier des charges.

Toutefois, rien ne s'oppose à une modification du cahier des charges sur ce point, cette modification devant se faire sur la demande du concessionnaire, après avis du Conseil municipal, enquête et accomplissement de toutes les formalités, prévues pour la concession, sous la forme d'un avenant à faire approuver par le préfet. Cette modification peut être introduite dans l'article 11 (tarifs) du cahier des charges type du 17 mai 1908.

C. — Abaissement des tarifs en faveur de certains abonnés. — Les abaissements de tarifs consentis à certains abonnés sont soumis aux règles édictées par l'article 11 du cahier des charges type. Par suite, toute clause qui consacrerait un tarif privilégié en faveur de certains abonnés à l'exclusion des autres, placés dans les mêmes conditions de puissance, d'horaire, d'utilisation, de consommation et de durée d'abonnement constituerait une dérogation au type et devrait être approuvée par un décret délibéré en Conseil d'État.

Toutefois, la commune concédante peut jouir du tarif réduit, comme l'indique l'article 12, et il lui est loisible de faire appliquer ce tarif dans des bâtiments communaux, sauf à se faire rembourser la dépense de courant pour leurs besoins particuliers par les fonctionnaires qui y sont logés.

D. — Tarif réduit concédé aux services publics de l'État et des départements. — La réduction de x pour 100 sur le tarif maximum prévu à l'article 11, qui est concédée aux services publics de l'État et du département, s'applique à tous les tarifs, figurant à l'article 11, *dégressifs ou non*. Cette interprétation résulte, tant du titre marginal dudit article intitulé « Tarif maximum », que de la note insérée au bas de l'article en question et qui porte :

« Le cahier des charges peut spécifier des maxima différents suivant les conditions de puissance, d'horaire, d'utilisation et de consommation; il peut stipuler notamment des réductions pour les abonnés, dépassant ou garantissant un minimum déterminé de consommation, pour les abonnés utilisant le courant à des heures ou pendant des saisons déterminées, et, d'une manière générale, pour les abonnés acceptant des sujétions spéciales. »

Si le concessionnaire applique effectivement des tarifs, inférieurs aux maxima de l'article 11, il y a lieu de distinguer deux cas en ce qui concerne l'application de l'article 12.

1° *L'abaissement de tarif est une mesure individuelle.* — Dans ce cas, les services publics ne peuvent demander le bénéfice de la réduction sur le prix particulier ainsi établi. Ils ont seulement le droit, lorsque le cahier des charges de la concession a prévu un privilège d'éclairage, d'exiger que le même prix leur soit consenti, si ce prix est inférieur à celui qu'on obtiendrait en tenant compte de la réduction de x pour 100 sur le tarif maximum et les articles dégressifs de l'article 11.

2° *L'abaissement de tarif est une mesure générale résultant d'un avenant à l'acte de concession ou d'une déclaration faite par le concessionnaire et rendue publique.* — Dans ce cas, ce tarif ainsi abaissé doit être considéré comme substitué au tarif maximum, et, par suite, les services publics doivent bénéficier sur ce nouveau tarif de la réduction qui leur est réservée par l'article 12 du cahier des charges.

E. — Non-identité des réductions consenties en faveur des services publics de l'État et des départements et de celle en faveur des établissements publics et des associations agricoles. — Il n'est pas nécessaire qu'il y ait identité à l'article 12 du cahier des charges d'une concession entre le taux de réduction consentie par le concessionnaire aux établissements publics et aux associations agricoles, et le taux de réduction consentie en faveur des services publics de l'État et des départements.

En effet, l'article 9 de la loi du 15 juin 1906 a eu pour but essentiel de prévenir l'octroi, par un concessionnaire à l'autorité concédante, de faveur d'une autre nature que les profits directs résultant de l'occupation du domaine public ou des réductions de tarifs. Mais, s'il a autorisé précisément ces réductions, cet article n'a pas entendu prescrire l'identité des conditions pour des fournitures équivalentes entre toutes les catégories de service envisagées à l'article 12 du type, cette notion d'identité des conditions fait totalement défaut dans la rédaction examinée ; quant à celle de l'équivalence des fournitures, qui est exprimée dans le texte de la loi, elle constitue seulement une des conditions auxquelles doivent être subordonnées les réductions par rapport au maximum des prix.

On ne saurait élever systématiquement le taux des

Digitized by Google

réductions des établissements publics, des associations agricoles, voire même des communes, au niveau de celui dont bénéficient l'État et les départements. Les textes réglementaires ne disent rien de tel et leur silence ne peut être interprété dans le sens d'une aggravation des charges de la concession. Une semblable interprétation aurait appelé, en effet, un autre mode de rédaction de l'article du type du 17 mai 1908, car l'on ne peut guère supposer que la distinction établie entre les services publics proprement dits, d'une part, et les services assimilés, d'autre part, ait eu pour but de permettre un taux de réductions plus élevé pour les seconds que pour les premiers, cette hypothèse s'éloignant plus encore des intentions du législateur.

L'article 9 de la loi n'a d'ailleurs visé expressément que l'État ou la commune, comme bénéficiaire des avantages éventuels, c'est-à-dire la personnalité concédante seule.

Concessions. — CAHIER DES CHARGES. — ARTICLE 15. — *Gratuité des branchements.*

La disposition en vertu de laquelle une commune impose à son concessionnaire l'établissement gratuit des branchements n'a rien de contraire aux prescriptions de la loi du 15 juin 1906 et ne constitue pas une dérogation au cahier des charges.

Questions techniques. — LIGNE DE TRANSPORT A HAUTE TENSION. — *Etablissement des supports sur les routes et chemins. — Largeur minimum.*

D'une manière générale les pylônes ou supports d'une ligne électrique de transport à haute tension ne doivent être établis sur la plate-forme des routes et chemins que lorsque ceux-ci ont une largeur d'au moins 5 m. En outre la distance des fils en projection à l'axe des routes ou chemins doit être autant que possible au moins égale à 2,50 m.

Sur les chemins, ayant une plate-forme d'une largeur inférieure à 5 m, les pylônes doivent être placés, autant que possible, en dehors de la plate-forme sur les fossés, les talus de déblai ou remblai.

Des exceptions peuvent être consenties à ces règles générales, si la circulation peu importante ne risque pas d'être gênée, après examen et avis favorable du Service du Contrôle.

Questions techniques. — CANALISATIONS ÉLECTRIQUES ÉTABLIES EN FAÇADE ET SUR LES TOITS.

Les canalisations électriques, établies en façade et sur les toits, offrent des dangers particuliers, notamment pour les ouvriers qui ont à travailler dans leur voisinage (peintres, couvreurs, plombiers, etc...). Pour prévenir les accidents, les Sociétés de distribution d'énergie électrique doivent multiplier les avis sur les précautions à prendre et se tenir à cet effet à la disposition des propriétaires et entrepreneurs. Il y a même lieu, s'il est nécessaire, d'interrompre le courant à certaines heures.

Il y a lieu aussi de placer en évidence sur les potelets des toits l'inscription « Danger de mort. Défense de toucher aux fils ».

Questions techniques. — POSTES CENTRAUX.

Les postes centraux, visés à l'article 5 des cahiers des charges types et à l'article 3 des arrêtés préfectoraux types, joints à la circulaire du 1er octobre 1912, ont pour unique but de permettre à tout moment l'alimentation des réseaux de distribution, établis par permission de voirie, au moyen de canalisations amenant aux postes centraux du courant, issu d'une source d'énergie autre que celle utilisée par le permissionnaire. Un réseau ne peut, en effet, constituer un ensemble homogène et dont l'exploitation puisse être assurée du jour au lendemain, qu'à la condition de comprendre les postes centraux, destinés à l'alimentation.

En conséquence, l'établissement de ces postes centraux doit pouvoir être prescrit à toute époque par le Service du Contrôle, si le besoin s'en fait sentir. Il convient donc de maintenir dans tous les cas, sans exception, les articles 5 (cahiers des charges de concession) et 3 (permissions de voirie), indiqués plus haut.

Il y a d'ailleurs lieu dans la pratique de distinguer divers cas :

1° Le réseau de distribution est parcouru par du courant de même nature et même tension (sauf la perte en ligne) que le courant débité par l'usine génératrice.

Toutes les artères principales doivent alors aboutir à un ou plusieurs postes qui, dans ce cas, peuvent être constitués par de simples dispositifs de coupure; on y reviendra plus loin.

2° Le réseau est parcouru par du courant de même nature, mais de tension différente du courant débité par l'usine génératrice.

Dans ce cas, un ou plusieurs postes de transformation sont nécessaires. Ils peuvent constituer les postes centraux; mais, à leur défaut, les artères principales qui partent de ces postes de transformation doivent aller à un ou plusieurs postes centraux dans les mêmes conditions que ci-dessus.

3° Le réseau est parcouru par du courant d'une autre nature que le courant débité par l'usine.

Dans ce cas, il est nécessaire d'établir une ou plusieurs sous-stations de transformation qui jouent le même rôle que les postes de transformation du cas précédent et les conditions sont les mêmes.

Au point de vue technique, un poste central peut, dans certains cas, être réduit à l'interrupteur principal, si cette disposition permet la connexion à tout moment avec une ligne quelconque d'alimentation et si le service de la distribution reste ainsi assuré. C'est le cas en particulier, quand le réseau de distribution est parcouru par du courant de même nature et de même tension que le courant débité par l'usine génératrice (voir 1° ci-dessus).

Digitized by Google

Permissions de voirie. — DÉCÈS DES PERMISSIONNAIRES.

La permission de voirie qu'un industriel a demandée en son nom personnel, à titre de simple particulier, prend fin à son décès ou à la cessation de l'entreprise qui avait motivé l'autorisation. Le bénéfice de cette autorisation ne passe donc pas « ipso facto » à ses héritiers ou successeurs et une nouvelle demande de permission doit être, s'il y a lieu, formulée par les intéressés. Le nouvel arrêté d'autorisation doit être conforme aux dispositions de la circulaire du 1er octobre 1912.

La permission de voirie qu'un industriel a sollicitée, en qualité de représentant d'une Société (administrateur délégué, directeur ou gérant), doit être considérée comme ayant un caractère réel, et non personnel, quand bien même elle serait libellée au nom seul du demandeur. Cette permission subsiste alors après le décès de ce dernier au profit de la Société ou Compagnie bénéficiaire. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'en modifier le texte et de le mettre en harmonie avec les dispositions de la circulaire précitée du 1er octobre 1912.

Permission de voirie. — LIGNES DE TRANSPORT. *Nécessité de favoriser leur établissement.*

Comme l'indique la circulaire ministérielle du 3 août 1908, lorsqu'une distribution a pour objet, non de faire le seul commerce du courant, mais de desservir des services publics, il est du devoir de l'État, aussi bien que des communes, d'accorder toutes facilités pour l'établissement des ouvrages nécessaires au transport de l'énergie. L'intervention de l'État, dans les formes prévues par la loi, se justifie par l'intérêt des services publics dont il convient d'assurer la marche, même en cas d'opposition des communes et quelle que soit la catégorie des voies à emprunter.

Dans le cas de cette opposition, il appartient au Service du contrôle d'étudier avec les demandeurs les améliorations et modifications qu'il est nécessaire d'apporter au tracé pour faire disparaître les objections.

Si malgré ces améliorations et modifications, l'opposition persiste sans être justifiée, au point de vue de l'intérêt général de la circulation et de la sécurité, il y a lieu de passer outre.

Il en est particulièrement ainsi, quand une ligne de transport doit simplement traverser une commune, sans y faire de distribution, pour aller desservir d'autres communes. Dans ce cas, le maire ne saurait valablement faire une opposition de principe à l'établissement de la ligne, sauf à fournir son avis motivé sur son tracé et tarif, s'il le juge utile. Il lui est d'ailleurs loisible de réserver les droits de la commune par l'insertion dans l'arrêté d'autorisation d'une clause ainsi conçue :

« Il doit d'ailleurs être entendu que la présente autorisation ne préjuge en rien de la distribution publique d'énergie sur le territoire de la commune, ladite distribution ne pouvant avoir lieu qu'après une autre demande à faire et une autre autorisation à obtenir, soit par permission de voirie, soit par concession. »

Contrôle. — CONCESSION COMMUNALE, ANTÉRIEURE A LA LOI DU 15 JUIN 1906. — *Exigibilité des frais du contrôle communal.*

Le titulaire d'une concession antérieure au 15 juin 1906, ne saurait, pour se soustraire à l'obligation de payer les frais du contrôle communal, invoquer deux articles de son traité, visant les objets ci-après :

Le premier de ces deux articles établit, dans leurs diverses modalités, les redevances dues à la commune en fonction des recettes brutes annuelles provenant de la vente du courant aux particuliers.

Le second article est ainsi libellé :

« La commune s'interdit d'établir aucun droit sur l'électricité pendant la durée de la concession. Les matières premières de toute nature dont le concessionnaire fera usage, soit pour la production de l'électricité, soit pour sa distribution, soit pour ses constructions et réparations, ne seront soumises à aucune redevance, ni aux droits d'octroi de la commune. »

C'est en effet par une interprétation abusive de l'article 25 de son traité que le concessionnaire prétend en déduire le rejet d'une charge de la nature de celle qui lui est imputée. L'interdiction pour la commune « d'établir aucun droit sur l'électricité pendant la durée de la concession » ne semble pas pouvoir raisonnablement atteindre les frais de contrôle institués par la loi et les règlements subséquents ; ceux-ci constituent des charges ne grévant pas à proprement parler « l'électricité » ; si la rédaction de la première clause de l'article devait revêtir, dans l'esprit de ses auteurs, une signification assez indéfinie pour pouvoir s'appliquer en particulier aux frais de contrôle, la clause finale, qui vise les matières premières employées par le concessionnaire, eût été superflue. Une interprétation aussi large que voudrait le faire croire le concessionnaire semble contraire aux intentions communes des rédacteurs de l'article. Tout au moins faudrait-il que les charges directement ou indirectement imposées à l'électricité fussent imputables à l'initiative de l'autorité concédante ; or, celle-ci, dans le cas envisagé se borne à appliquer une mesure d'ordre général ayant un caractère impératif.

D'autre part, et d'une manière générale, comme toutes les mesures de police et de sécurité publique, l'organisation du contrôle des distributions d'énergie électrique légitime, par sa nature propre, un pouvoir rétroactif en faveur des taxes qui l'ont créée et réglementée ; c'est pourquoi la circulaire ministérielle portant envoi du décret du 17 octobre 1907 a pu prescrire d'appliquer cette réglementation à toutes les entreprises, qu'elles soient antérieures ou non à la loi, sans aller à l'encontre de la garantie instituée par l'article indiqué plus haut, qui ne saurait limiter le jeu des mesures ci-dessus énumérées.

La légitimité de l'institution d'un contrôle et notamment d'un contrôle communal étant ainsi acquise en principe — et le concessionnaire ne pourrait repousser ce principe sans mettre également en discussion l'appli-

Digitized by Google

cation du contrôle de l'État au sujet duquel aucun litige n'a cependant été élevé par lui — nulle disposition contractuelle ne peut faire échec à son fonctionnement d'une manière indirecte, par exemple, en privant la commune des ressources nécessaires, attendu, d'une part, que la perception, opérée en vertu de l'article 11 du décret du 17 octobre 1907, est nettement destinée à assurer les charges du contrôle local organisé par la commune (circulaire du 15 septembre 1908 portant instruction) et, d'autre part, que l'article 18, paragraphe 3, de la loi du 15 juin 1906 met les frais de contrôle à la charge du concessionnaire. Celui-ci ne saurait donc proposer de concilier une incompatibilité prétendue entre son contrat et les dispositions en vigueur, en rejetant sur le budget de la commune les charges du contrôle.

En définitive, la commune est fondée à poursuivre contre le concessionnaire le recouvrement des frais de contrôle de la distribution que celle-ci exploite sur son territoire.

Concessions. — EXONÉRATION PARTIELLE OU TOTALE DES FRAIS DU CONTRÔLE COMMUNAL

Les frais de contrôle, dus par les concessionnaires en vertu de l'article 18, paragraphe 3 de la loi du 15 juin 1906, constituent une charge à laquelle ils ne peuvent se soustraire, même lorsque les distributions qu'ils exploitent sont antérieures à la loi précitée de 1906. Les prescriptions de la loi, relatives au contrôle et aux frais qui en résultent, sont, en effet, des dispositions d'ordre public auxquelles les municipalités ne peuvent légalement soustraire leurs concessionnaires.

Toutefois, comme les communes sont libres de déterminer, dans la limite d'un maximum (actuellement 5 fr par kilomètre et par an), le montant des frais de contrôle qui leur sont dus, elles pourraient, en fait, fixer ce montant à zéro et exonérer ainsi le concessionnaire de tous frais de contrôle.

Mais le contrôle étant obligatoire pour toutes les distributions et ne pouvant être exercé gratuitement, la délibération d'un Conseil municipal, exonérant partiellement ou totalement un concessionnaire des frais de contrôle, équivaut pour la commune à la prise à son compte, partielle ou totale, des frais de contrôle. Mais il faudrait que la commune prenne l'engagement explicite et régulier de cette prise en charge. Cette façon d'opérer entraînerait des complications ; mieux vaut, conformément à la loi, prévoir les frais du contrôle dans le cahier des charges qui ne saurait être approuvé sans cette formalité.

Une exonération analogue, en ce qui concerne les frais du contrôle d'État n'aurait aucune valeur, malgré toute entente passée entre la commune et son concessionnaire, et l'Administration serait toujours fondée à réclamer le montant intégral desdits frais de contrôle au concessionnaire, seul débiteur désigné par la loi.

A. MONMERQUÉ,
Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Concession des services publics et la guerre
Arrêt du Conseil d'État du 13 et du 20 juillet 1917

Compagnie des Automobiles postales.

Tout ce qui regarde la manière dont le Conseil d'Etat entend faire l'interprétation des concessions de service public intéresse ceux — et ils sont nombreux — qui ont à gérer un service de cette nature. De plus, certains arrêts pourraient faire croire, s'ils étaient l'objet d'une lecture superficielle, que le Conseil d'Etat modifie la jurisprudence si importante qu'il a admise en matière de travaux publics dans le célèbre arrêt du 30 mars 1916 (Compagnie du Gaz de Bordeaux contre Ville de Bordeaux). A ce double titre, il nous paraît intéressant de signaler un arrêt du 13-20 juillet 1917, dont nous allons donner une analyse en la faisant suivre de quelques réflexions pratiques. On trouvera le texte de l'arrêt dans la Gazette des Tribunaux du 27 octobre 1917.

La Compagnie générale des Automobiles postales avait demandé au ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes de lui payer une somme de 946881 fr formant la différence entre le minimum de rétribution garantie par l'article 3 du cahier des charges de son entreprise et des sommes à elle dues pour exécution du service qu'elle avait fait, du 1er août 1914 au 1er août 1915.

En effet, d'après ledit article du cahier, le ministère a le droit de modifier les itinéraires, augmenter ou diminuer la longueur des courses, créer des courses nouvelles à la condition de conserver une redevance égale à celle qui serait accordée pour un nombre de voitures multiplié d'une part par 60 km et d'autre part par le nombre de jours ouvrables par mois.

Mais il faut décider que cette clause n'a été inscrite que pour empêcher la réduction de la redevance par la simple volonté du gouvernement, dans le cours ordinaire des choses, et non pas pour être appliquée dans les circonstances actuelles et troublées que nous traversons.

Digitized by Google

Si le service a été extrêmement réduit, cela doit diminuer la redevance et ouvre le droit à la Compagnie non pas de se pourvoir contre la décision ministérielle de refus que le ministre a opposée à sa demande de paiement de 946881 fr, mais de réclamer telle réparation ou compensation qu'elle se croirait fondée à réclamer à raison des charges exceptionnelles qu'elle justifierait lui avoir été imposées par les circonstances imprévues.

Ainsi que le fait très bien remarquer la « Gazette des Tribunaux » dans son numéro du 27 octobre 1917, la décision qui précède est la première que le Conseil d'État ait rendue depuis l'arrêt du 30 mars 1916 (Compagnie du Gaz de Bordeaux c. ville de Bordeaux : Rec. *Gaz. des Tribunaux*, 1915, 2570) avec conclusions de M. Chardenet, Commissaire du gouvernement, relativement à l'influence des circonstances actuelles sur les contrats de concession.

Mais, dans cette décision, le Conseil d'État ne touche en aucune façon au principe qu'il a posé dans l'arrêt de 1916, à savoir que, lorsque l'économie d'un contrat de concession se trouve bouleversée par des circonstances imprévues, le concessionnaire a droit, pour continuer le service, à une indemnité. Dans cette affaire, le Conseil de Préfecture de la Gironde avait refusé formellement cette indemnité. Le Conseil d'État annula l'arrêté et, en même temps, proclama le droit de la Compagnie à une indemnité, en motivant notamment sa décision sur ce qu'il ne pouvait y avoir lieu à application pure et simple du cahier des charges.

Tout autre était la situation dans l'affaire actuelle. La Compagnie requérante ne plaidait pas l'*insuffisance* du cahier des charges. Elle invoquait, au contraire, expressément l'article 3 de ce cahier des charges et prétendait qu'il s'appliquait à la situation actuelle. Bien plus, elle alléguait que l'administration l'avait reconnu elle-même depuis la mobilisation, en signant l'avenant du 5 mai 1915.

Sur ces deux points, le Conseil d'État lui donne tort : il se fonde à la fois sur les termes de l'article 3 qui doit être regardé comme ayant pour objet de garantir le concessionnaire contre les répercussions de réduction de service volontairement prononcées par l'administration et sur l'intention des parties qui n'ont nullement envisagé, lors de la rédaction de l'article 3, le cas où le service imposé viendrait à être réduit, non pas par le fait de l'administration, mais par le fait de circonstances absolument exceptionnelles et indépendantes de la volonté de celle-ci.

Quant à la prétendue reconnaissance émanant de l'administration, le Conseil d'État l'a écartée en disant que l'administration a toujours dénié à la Compagnie requérante le droit au bénéfice de l'article 3 du cahier des charges.

La décision ministérielle attaquée n'avait contesté à la Compagnie que le droit de faire prévaloir cet article. Ce recours donc ne pouvait être que rejeté.

Mais le Conseil d'État, s'inspirant de considérations d'équité analogues à celles qui avaient dicté son arrêt du 30 mars 1916, réserve les droits de la Compagnie à obtenir les réparations ou compensations légitimes pouvant résulter pour elle des charges exceptionnelles qu'elle justifierait avoir été imposées par les circonstances imprévues exposées par elle.

Le Conseil d'État ne pouvait allouer une indemnité, fondée sur l'imprécision du cahier des charges, puisqu'on prétendait devant lui que ledit cahier s'appliquait au cas de l'espèce et que, d'ailleurs, la décision attaquée, base unique du débat contentieux, ne déniait pas à la Compagnie le droit à une indemnité justifiée par cette imprécision.

Si donc le Conseil d'État a pu, dans une certaine mesure, s'inspirer de l'arrêt de 1916, cette tendance ne résulte pas de la décision rapportée considérée dans son objet même, mais des réserves dont cette décision est accompagnée.

Paul Bougault,
Avocat à la Cour d'appel de Lyon.

Législation, jurisprudence, réglementation

Circulaire relative à la fourniture d'énergie électrique aux armées alliées.

Le 19 août 1918, M. A. Claveille, ministre des Travaux publics et des Transports, a adressé aux ingénieurs en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique une circulaire pour leur recommander de veiller à ce qu'il y ait assimilation complète entre les services, formations et installations militaires de toute nature des armées alliées combattant sur notre sol, et les services, formations et installations analogues de l'armée française. Il les prie également de demander le concours des exploitants des réseaux de distribution pour faciliter la fourniture de l'énergie à toutes les armées alliées.

Nous sommes certains que tous les intéressés répondront avec empressement au désir de M. Claveille.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR :
J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF :
Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. — TOME IV. — N° 13. — 28 SEPTEMBRE 1918.

Chronique. — L'aménagement des chutes d'eau et les besoins en énergie des services publics. — Bibliographie : The Theory of Electricity (La Théorie de l'Electricité), par G.-H. LIVENS, p. 441-442.

Section scientifique et technique. — Sur la théorie du fonctionnement du tube Coolidge à radiateur, par A. DAUVILLIER, p. 443. — Revues, analyses et informations : Relation entre le facteur d'audibilité d'un téléphone shunté et le courant d'antenne, p. 446.

Section industrielle. — Les machines d'extraction à commande électrique. Comparaison entre le système Léonard et le système triphasé direct, par G. ROUET, p. 451. — Au sujet des accidents aux turbo-alternateurs à vapeur, par P. BOUCHEROT, p. 457. — Revues, analyses et informations : La mise en phase dans le couplage en parallèle des alternateurs, p. 460; Les installations de production et de distribution électriques à Buenos-Ayres p. 465, — Notes pratiques : Les courants induits dans les ferrures tubulaires, p. 468.

Section économique et financière. — Le travail et le capital en France, p. 469. — Congrès général du Génie civil (*suite*); p. 474. — Assemblées générales : Compagnie des Tramways de Paris et du Département de la Seine, p. 477, Compagnie des Omnibus et Tramways de Lyon, p. 478.

Section de Législation. — Ordonnance suisse sur l'exportation de l'énergie électrique à l'étranger, p. 479.

L'aménagement des chutes d'eau et les besoins en énergie des services publics. — Le manque de combustible est, comme on le sait, le plus grand obstacle au développement de l'industrie française. Heureusement pour notre pays, son sol est riche en forces hydrauliques; celles-ci n'ont été que fort mal utilisées jusqu'au jour de la déclaration de guerre, depuis, comme on a pu le voir par la publication récente (1) dans ces colonnes d'une communication du commandant Cahen à la Société des Ingénieurs civils de France, un effort énorme a été fait grâce à l'impulsion donnée par les services de l'Artillerie et des Fabrications de Guerre, mais il reste encore beaucoup à faire et les forces hydrauliques de la France encore inexploitées sont considérables, surtout sur les cours d'eau du domaine public. Parmi les gros consommateurs de combustibles, les plus importants sont les chemins de fer d'intérêt général et d'intérêt local, il y a donc lieu d'électrifier ces chemins de fer toutes les fois que les circonstances le permettront.

M. Claveille, ministre des Travaux publics et des Transports a compris, avec sa clairvoyance habituelle, tout l'intérêt que cette question présente pour notre pays. Il vient d'envoyer, le 24 avril 1918, aux ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées chargés de la direction de la navigation intérieure et de l'aménagement des eaux dans les diverses régions, une circulaire (2) dans laquelle il leur recommande de veiller à ce que l'électrification des chemins de fer, là où elle sera reconnue désirable, soit étudiée comparativement avec l'aménagement général de nos richesses hydrauliques. Il les engage, pour éviter d'être pris au dépourvu, à prévoir dès aujourd'hui, par une étude d'ensemble, dans chaque région, la quantité d'énergie que les services publics sont ou seront susceptibles d'absorber; ils devront également rechercher comment cette fourniture pourra être assurée : chutes spécialement équipées ou prélèvements imposés aux futurs concessionnaires, en ne perdant jamais de vue que cette mise en réserve de chutes ou fractions de chute, ne doit, en aucun cas, avoir pour conséquence de frapper de stérilité une notable partie de l'énergie des cours d'eau.

Le ministre recommande que l'évaluation aussi exacte que possible des besoins en énergie des services publics soit faite en même temps que l'étude des plans d'aménagement des cours d'eau dont il a prescrit l'établissement le 26 novembre 1917. On devra tenir compte tout d'abord des besoins actuels et prochains des services publics existants ainsi que de l'amélioration qu'il sera possible d'apporter à leur fonctionnement. On étendra les investigations d'une façon approximative aux services nouveaux dont la création apparaîtrait dès maintenant comme nécessaire et de nature à être réalisée dans un avenir peu éloigné.

En ce qui concerne les voies ferrées d'intérêt général ou d'intérêt local, il y aura lieu de retenir celles où la substitution de la traction électrique à la traction à

(1) Henri CAHEN. La « houille blanche pendant la guerre »; *R. G. E.*, 14 septembre 1913, t. IV, p. 393-400.
(2) Voir *Journal officiel*, 10 septembre 1918, p. 797.

Digitized by Google

vapeur serait susceptible d'être réalisée dans des conditions avantageuses, eu égard à la nature et à l'intensité de trafic, au profil de la voie et au bon marché relatif de l'énergie hydro-électrique dans la région considérée. De même, il conviendra de tenir compte, dans les mêmes conditions, des lignes ou sections de lignes dont la création serait projetée et pour lesquelles le choix de la traction électrique paraît désirable.

M. Claveille recommande aux ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées de veiller à ce que l'évaluation des besoins en énergie à satisfaire dans l'avenir ne soit pas surestimée, pour ne pas immobiliser des richesses nationales indispensables au développement de l'industrie.

On devra également indiquer les besoins en énergie électrique des voies navigables et des ports maritimes. Ce dernier point montre que M. Claveille ne perd pas de vue l'installation de la traction électrique sur les canaux ou rivières françaises.

Dans chaque département, l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées devra rassembler tous les documents relatifs à l'ensemble des services publics et établir les quantités d'eau et d'énergie nécessaires à leurs besoins.

Une fois ces documents rassemblés et les forces hydrauliques de chaque bassin déterminées, on procédera à l'établissement d'un programme rationnel et complet en prenant toutes les mesures les mieux appropriées pour répondre à tous les besoins et, en particulier, à ceux des voies ferrées électrifiées.

Le ministre recommande qu'on tienne compte, à côté des besoins des services publics, de ceux de l'industrie et, en particulier, de ceux de l'électrochimie et de l'électrométallurgie.

M. Claveille termine sa circulaire comme il suit : « J'attache une importance extrême à ce que toutes les études relatives à ce double programme que je résume ci-après, soient faites avec le plus grand soin : D'une part, évaluation, dans les limites aussi rapprochées que possible, des besoins présents et futurs des grands services publics en tenant compte de leur transformation éventuelle.

» D'autre part, indication, dans l'établissement des plans d'aménagement des eaux par bassin et vallée, des moyens propres à satisfaire ces besoins par la mise en œuvre de chutes spéciales ou par l'utilisation des réserves nécessaires en eau et en énergie, prélevées sur les chutes importantes affectées à d'autres usages, tout en ayant soin que ces réserves soient immobilisées le moins longtemps possible.

» Ainsi s'opérera, en sauvegardant l'avenir, le partage de l'énergie entre les besoins des services publics et les intérêts de l'agriculture et de l'industrie, que nous devons également avoir à cœur de développer et d'encourager. »

Les études demandées par M. Claveille permettront de coordonner tous les efforts et d'obtenir par suite le meilleur rendement possible de nos ressources hydrauliques.

Nous signalerons pour finir l'importance qu'attache la circulaire ministérielle à l'établissement de la traction électrique partout où elle sera plus avantageuse que la traction à vapeur.

Bibliographie : The Theory of Electricity ; (La Théorie de l'Électricité) ; par G.-H. Livens, M. A., professeur de mathématiques à l'Université de Sheffield (1). — Cet ouvrage est un exposé général des aspects mathématiques de la théorie moderne de l'électricité, ainsi qu'un essai de présentation du sujet complet sous une forme substantielle. Il est principalement basé sur la théorie de Faraday-Maxwell, généralisée et étendue au cas des systèmes en mouvement par sir J. Larmor. Cette théorie a été presque complètement abandonnée dans de récents travaux, mais elle demeure la seule complètement satisfaisante des points de vue physique et mathématique, et dans sa généralité, aucune autre ne l'approche. — Quoique l'ouvrage soit essentiellement mathématique, il a été omis beaucoup de mathématiques analytiques pures habituellement rattachées à la question. Une attention particulière a cependant été apportée à l'expression rigoureuse des principes de physique et à leur traduction sous forme mathématique. Les aspects dynamiques du sujet ont été approfondis entièrement.

Voici comment se divise l'ouvrage : *Introduction mathématique*, dans laquelle on expose les principes de l'analyse vectorielle (voir Burali-Forti et Marcolongo : *Éléments de calcul vectoriel*, Paris, 1910). — Chapitre I. Sur la production et la définition du champ électrostatique. — II. Les propriétés caractéristiques du champ électrique. — III. Les relations électriques et mécaniques d'un système de conducteurs. — IV. La théorie de Faraday-Maxwell de l'action électrostatique. — V. La théorie du milieu polarisé. — VI. La magnétostatique. — VII. Les courants électriques dans les conducteurs métalliques. — VIII. Les courants électriques dans les conducteurs liquides et gazeux. Ici se termine la première partie de l'ouvrage, intitulée : Statique et cinétique ; elle comporte 310 pages. La seconde partie, intitulée : Dynamique, comprend les chapitres suivants : IX. Le champ électromagnétique. — X. Quelques champs électromagnétiques spéciaux. — XI. L'électrodynamique des courants linéaires. — XII. Oscillations électromagnétiques et ondes. — XIII. Réflexion, réfraction et conduction des ondes électriques. — XIV. Théorie générale électrodynamique. — XV. L'électrodynamique des milieux en mouvement. — Suit un appendice contenant toute une série de problèmes à résoudre pour servir d'exemples d'application ; ces problèmes, au nombre de 339, se rapportent à l'électrostatique, au magnétisme (ou magnétostatique), à l'électrocinétique et à l'électrodynamique. Disons encore qu'on trouvera, au cours de la lecture de cet important ouvrage, de nombreuses références aux travaux modernes sur la question, tant français qu'étrangers. Dans sa préface, l'auteur a indiqué les sources principales auxquelles il a puisé pendant la rédaction de son ouvrage. — P. V.

(1) Un volume, 26 cm × 18 cm, de 717 pages. Editeur : University Press, Cambridge (Angleterre). Prix : 30 shillings.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Sur la théorie du fonctionnement du tube Coolidge à radiateur

Dans l'article que nous publions ci-dessous, l'auteur donne quelques renseignements complémentaires sur la théorie du fonctionnement du tube Coolidge à radiateur employé par le Service de Santé du corps expéditionnaire américain en France.

W.-D. Coolidge a récemment décrit (1) un nouveau modèle de tube à pure émission électronique destiné au Corps expéditionnaire américain en France et construit spécialement pour fonctionner sur courant alternatif en utilisant l'une des alternances.

Les propriétés essentielles et le mode d'utilisation de ce tube ont été décrits dans ce journal par M. H. Pilon (2). Nous nous proposons, dans cet article, de préciser et d'expliquer théoriquement certains phénomènes qu'il présente, non mentionnés dans les mémoires précédents.

Source de rayonnement. — Une des propriétés essentielles de ce nouveau tube réside en ce que la surface focale est pratiquement la seule source de rayons X. On sait, en effet, que le principal défaut du tube Coolidge usuel réside en ce que la surface entière de l'anticathode de tungstène et une partie de celle de la tige de molybdène qui la supporte sont une source notable de rayonnement. Les électrons appartenant au faisceau cathodique, qui sont diffusés au point focal et réunis en cette région, sont repoussés par la pièce de concentration cathodique et la charge négative de l'espace, tout en étant attirés par la surface entière de l'anode. Ils bombardent alors à nouveau celle-ci, jusqu'au point où elle pénètre dans la tubulure de verre qui la supporte, en produisant un second foyer, très étendu, dont l'intensité peut atteindre le quart de celle du foyer principal. Il en résulte un voile sérieux dans les opérations radiographiques et le tube Coolidge était, jusqu'à ce jour, inférieur à ce point de vue aux anciens tubes à afflux cathodique dans lesquels les électrons diffusés au foyer bombardent la paroi de verre chargée positivement de l'ampoule en ne produisant qu'un rayonnement négligeable.

Dans le nouveau tube, où la charge négative de l'espace demeure, ces électrons rencontrent la surface de la barre de cuivre qui supporte l'anticathode de tungstène. Les rayons K du cuivre, qui sont alors principalement émis, sont pratiquement complètement absorbés par la paroi de verre de l'ampoule. D'autre part, l'émissivité du cuivre pour les rayons pénétrants est si faible que le rayonnement ainsi produit est tout à fait négligeable.

Pression résiduelle. — Le tube étant froid, la pression du gaz y apparaît sensiblement plus élevée que dans le tube Coolidge ordinaire. Il suffit d'appliquer des ondes de tension présentant un maximum de 90 kv pour obtenir, la cathode étant éteinte, des décharges instables de rayons cathodiques illuminant brillamment le verre de l'ampoule. Les maigres afflux cathodiques ainsi constitués atteignent généralement le bord antérieur de la pièce de concentration cathodique. En dehors de ces rares décharges, le ballon présente en entier la faible fluorescence verte continue des tubes à ions très résistants avec ces taches vertes, fixes et brillantes, dues à l'impact de faibles faisceaux cathodiques produits en divers points de la cathode. La pression semble être de l'ordre de 10^{-4} mm de mercure.

Caractères. — Si l'on applique au tube une charge suffisante, sous une forme quelconque, il paraît devenir de plus en plus résistant. Pour étudier rationnellement ce phénomène, signalé par Coolidge (*loc. cit.*), nous avons fait fonctionner le tube sous diverses tensions statiques obtenues comme nous l'avons déjà décrit (1), c'est-à-dire à partir de condensateurs à haute tension chargés par une bobine ou un transformateur; les soupapes de Villard ou le redresseur mécanique étant ici remplacés par un kenotron. Pour prévenir toute variation de la température du filament cathodique, celui-ci

(1) *G. E. R.*, janvier 1918, t. xxi, p. 56-60, et *Journal of the Rœntgen Society*, avril 1918, t. xiv, p. 38.
(2) *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. iv, p. 99-102.

(1) *C. R.*, mars 1916, t. clxii, p. 405 et *R. G. E.*, mars 1917, t. i, p. 443.

Digitized by Google

était alimenté par une batterie d'accumulateurs de grande capacité, et allumé une heure au moins avant le commencement des expériences, l'intensité étant réglée une fois pour toutes. De plus, pendant quelques rares extinctions, le même courant fut débité par la batterie sur une résistance égale à celle du filament pour prévenir toute variation de force électromotrice. Il fut d'abord noté que l'allumage de la cathode, pendant une durée quelconque, ne modifiait nullement la valeur de la pression existant dans le tube, le courant observé sous la même tension ayant toujours la même valeur initiale. Mais si l'on applique, par exemple, une charge de 220 w (40 kv × 5,5 milliampères), en maintenant la tension constante, on observe une chute d'abord rapide, puis de plus en plus lente, de l'intensité du courant. Au bout d'un quart d'heure environ l'équilibre est établi avec 80 w (40 kv × 2 milliampères). Si l'on supprime alors la charge, la cathode restant toujours allumée ce n'est qu'au bout de dix minutes que l'on observe de nouveau la charge initiale (40 kv × 5,5 milliampères). Si la cathode est éteinte, le phénomène observé est le même.

Si, dans cette expérience, on ne règle pas la tension d'alimentation à une valeur constante, au moyen d'une résistance variable placée dans le circuit primaire de la bobine, l'intensité initiale tombe lentement, comme précédemment, à 3,5 milliampères en 5 minutes, la tension croissant régulièrement, puis, brusquement, l'intensité tombe à 2,6 milliampères, la tension sautant à 60 kv et il se produit une série de chutes brusques, jusqu'à 2,2 milliampères pour 80 kv et le fonctionnement devient de plus en plus instable. Il semble que, même sous une tension statique élevée, il ne passerait plus finalement dans le tube qu'un courant insignifiant.

La charge initiale de 200 w peut cependant être conservée, sous tension constante, en élevant de plus en plus la température de la cathode. Mais le fonctionnement devient alors de plus en plus instable et difficile à maintenir, le tube ayant, pour la moindre cause, une tendance subite à devenir extrêmement résistant..

Émission de gaz. — Si à ce moment, ou immédiatement après l'instant où l'équilibre précédent est établi, on supprime la charge et on éteint la cathode, on peut observer sous une tension pulsatoire de 100 kv maximum des décharges par ions appréciables, l'intensité moyenne pouvant atteindre 1,5 milliampère, puis, l'anticathode se refroidissant, la pression reprend peu à peu sa valeur initiale.

Influence de la température du filament. — Ainsi, une charge de 2 hw fait baisser l'intensité initiale de plus de 50 pour 100 en quelques minutes. La même chute peut être obtenue, quoique plus lentement, si la force électromotrice est alternative et pulsatoire (bobine), la charge étant sensiblement la même (même vitesse d'échauffement du radiateur sous 25 kv effectifs (87 kv maximum) avec 8 milliampères moyens, maintenus constants). Cette variation plus lente est due à la différence de température du filament. Il est en effet nécessaire d'élever considérablement cette température lorsque la durée de l'onde de tension est courte, pour donner passage à la même intensité moyenne de courant, sous la même valeur maximum de tension variable ou constante.

Lorsque la charge initiale est plus élevée, la chute est de plus en plus rapide, la résistance ayant toujours tendance à croître indéfiniment lorsque la tension s'élève ou à atteindre une limite lorsqu'elle est maintenue constante.

Effet négatif de l'onde inverse. — Pour étudier l'effet possible d'une force électromotrice inverse sur le phénomène, nous avons fait fonctionner le tube sous une tension alternative sinusoïdale, l'énergie et la tension efficace appliquées étant préalablement mesurées en plaçant le kenotron dans le circuit du tube Si, dans ces conditions, la charge est de l'ordre de l'hectowatt, on observe une chute d'intensité de 25 pour 100 en trois quarts d'heure environ, la tension d'alimentation ne variant pas, après quoi il s'établit un équilibre. L'intensité initiale se retrouve ici en près de dix minutes.

On pourrait penser que l'onde inverse accélère la diminution de pression du gaz dégagé, supposé ionisé par les rayons cathodiques, en en faisant absorber une partie, sous forme d'ions positifs, par le cuivre de l'anticathode. Cette hypothèse n'est pas confirmée par l'expérience. Nous avons vu qu'il faut appliquer des tensions de l'ordre de 100 kv maximum pour obtenir de rares et faibles décharges ; en outre, une charge d'un hectowatt sous une tension statique ne produit qu'une chute d'intensité de 5 pour 100 en une demi-heure, suivie d'un équilibre. La force électromotrice inverse n'a donc aucun effet sensible et l'ionisation est insignifiante.

La différence que l'on observe, à charge égale, entre l'effet d'un courant coutinu et celui d'un courant semi-alternatif, tient uniquement à ce que, dans le second cas, l'énergie instantanée atteint une valeur beaucoup plus élevée que dans le premier et que l'échauffement local au foyer est ainsi bien plus considérable.

Théorie. — L'accroissement de résistance du tube, le filament cathodique demeurant rigoureusement à la même température (résistance électrique constante, peut s'expliquer, à notre avis, par la présence d'une notable quantité d'oxygène libérée au foyer et par l'oxydation partielle du filament, avec formation d'une couche double ralentissant l'émission électronique. Si la pression atteint seulement 10^{-5} mm de mercure, le nombre de molécules libres d'oxygène, existant dans l'ampoule, est voisin de 15.10^{15}. Cherchons quel est le nombre d'atomes d'oxygène nécessaire pour recouvrir entièrement le filament d'un film continu d'épaisseur monomoléculaire d'acide tungstique (1).

(1) Nous prenons cet oxyde pour l'exemple, mais il se forme probablement plutôt l'oxyde Tu O^2.

Digitized by Google

La surface du filament est de 0,2 cm^2; le nombre d'atomes de tungstène superficiels est, par conséquent, d'environ 3.10^{15}. Chacun fixant trois atomes d'oxygène, il suffit de $4,5.10^{14}$ molécules de ce gaz pour arrêter complètement l'émission électronique. Or, nous en avons certainement au moins 15.10^{15} présentes dans l'ampoule. D'autre part, si nous considérons l'équilibre

$$3O^2 + 2Tu \rightleftarrows 2TuO^3 + 392 \text{ cal.}$$

nous savons qu'une augmentation de la pression de l'oxygène libre favorise la réaction d'oxydation et qu'une élévation de température favorise, au contraire, la réaction de dissociation.

Mécanisme de l'équilibre. — Nous avons observé plus haut que le fonctionnement du tube sous une tension constante conduirait à un équilibre. Celui-ci est atteint par le mécanisme suivant :

La charge initiale cause une élévation de température localisée au foyer, d'autant plus grande qu'elle est plus considérable et, comme l'avait déjà signalé W. D. Coolidge, une évolution gazeuse correspondante.

La pression croissant rapidement, le filament s'oxyde partiellement, à température constante, l'émission électronique diminue et la résistance apparente augmente, causant une diminution de la charge. Lorsque celle-ci est devenue suffisamment faible pour que la vitesse décroissante d'émission de l'oxygène s'annule sensiblement, la pression cesse d'augmenter et l'oxydation du filament est limitée par l'équilibre chimique ci-dessus.

Cette pression d'équilibre ne dépend que de la température du filament c'est-à-dire aussi, sous tension constante, de la charge initiale, le courant étant toujours saturé. Plus celle-ci est élevée et plus la pression doit être considérable, pour limiter l'émission à la charge donnant l'équilibre, soit environ 80 w pour le tube étudié.

Si, l'équilibre étant atteint, on élève la température du filament, on augmente l'émissivité des parties non oxydées à température maxima, en même temps qu'on dissocie une partie du film d'oxyde. On diminue donc la résistance du tube, mais la charge augmentant, la pression croît de nouveau et il arrive un moment où la température n'est plus assez élevée (« safe temperature ») pour éviter une oxydation totale, on observe alors la résistance considérable dont nous avons parlé.

Absorption du gaz. — Il est très remarquable de constater avec quelle vitesse l'oxygène libéré est réabsorbé par la surface de la barre de cuivre. Cette vitesse est d'autant plus grande que le refroidissement de ce métal est lui-même plus rapide. La surface de la barre est recouverte de cuivre réduit par les rayons cathodiques diffusés et chimiquement très actif aux températures inférieures à celles de la dissociation de l'oxyde de cuivre à basse pression. La réaction est limitée par l'équilibre

$$O^2 + 4Cu \rightleftarrows 2Cu^2O + 88 \text{ cal.}$$

qui détermine la valeur de la pression de l'oxygène à la température ordinaire.

Si le filament cathodique est laissé allumé après suppression de la charge, le film se dissocie pour être, à chaque instant, en équilibre avec la valeur décroissante de la pression ; il revient peu à peu à son état normal déterminé par la pression normale du gaz. Si le filament est éteint pendant le refroidissement de l'anode, le film se dissocie subitement à l'allumage suivant et l'oxygène libéré est immédiatement absorbé.

Ces résultats ont été obtenus avec un tube neuf (1) et il est très probable qu'ils s'atténuent rapidement avec l'âge du tube, les régions superficielles du tungstène de la surface focale libérant peu à peu les traces d'oxygène qu'elles renferment. La charge d'équilibre augmenterait donc jusqu'à atteindre, à la limite, celle du tube Coolidge ordinaire, quoique la pression de l'oxygène résiduel demeure relativement élevée. Celle-ci n'est cependant jamais suffisante, comme nous l'avons vu, pour donner lieu à une ionisation appréciable et pour détruire la charge négative de l'espace. Son seul effet est d'oxyder partiellement le filament et de nécessiter ainsi une température plus élevée à même intensité que pour une cathode fonctionnant sous une plus basse pression.

Ce nouveau modèle d'anticathode permet la réalisation de mesures impossibles à effectuer auparavant avec les dispositifs antérieurs. Par exemple, il est possible en immergeant le radiateur dans un calorimètre, de mesurer *l'énergie totale* d'un faisceau cathodique pur en fonction de forces électromotrices et d'ondes de courant de formes variables.

A. Dauvillier.

(1) Grâce à la bienveillance de la Section technique du Service de Santé et en particulier de M. le médecin-major Haret.

Digitized by Google

était alimenté par une batterie d'accumulateurs de grande capacité, et allumé une heure au moins avant le commencement des expériences, l'intensité étant réglée une fois pour toutes. De plus, pendant quelques rares extinctions, le même courant fut débité par la batterie sur une résistance égale à celle du filament pour prévenir toute variation de force électromotrice. Il fut d'abord noté que l'allumage de la cathode, pendant une durée quelconque, ne modifiait nullement la valeur de la pression existant dans le tube, le courant observé sous la même tension ayant toujours la même valeur initiale. Mais si l'on applique, par exemple, une charge de 220 w (40 kv × 5,5 milliampères), en maintenant la tension constante, on observe une chute d'abord rapide, puis de plus en plus lente, de l'intensité du courant. Au bout d'un quart d'heure environ l'équilibre est établi avec 80 w (40 kv × 2 milliampères). Si l'on supprime alors la charge, la cathode restant toujours allumée ce n'est qu'au bout de dix minutes que l'on observe de nouveau la charge initiale (40 kv × 5,5 milliampères). Si la cathode est éteinte, le phénomène observé est le même.

Si, dans cette expérience, on ne règle pas la tension d'alimentation à une valeur constante, au moyen d'une résistance variable placée dans le circuit primaire de la bobine, l'intensité initiale tombe lentement, comme précédemment, à 3,5 milliampères en 5 minutes, la tension croissant régulièrement, puis, brusquement, l'intensité tombe à 2,6 milliampères, la tension sautant à 60 kv et il se produit une série de chutes brusques, jusqu'à 2,2 milliampères pour 80 kv et le fonctionnement devient de plus en plus instable. Il semble que, même sous une tension statique élevée, il ne passerait plus finalement dans le tube qu'un courant insignifiant.

La charge initiale de 200 w peut cependant être conservée, sous tension constante, en élevant de plus en plus la température de la cathode. Mais le fonctionnement devient alors de plus en plus instable et difficile à maintenir, le tube ayant, pour la moindre cause, une tendance subite à devenir extrêmement résistant.

Émission de gaz. — Si à ce moment, ou immédiatement après l'instant où l'équilibre précédent est établi, on supprime la charge et on éteint la cathode, on peut observer sous une tension pulsatoire de 100 kv maximum des décharges par ions appréciables, l'intensité moyenne pouvant atteindre 1,5 milliampère, puis, l'anticathode se refroidissant, la pression reprend peu à peu sa valeur initiale.

Influence de la température du filament. — Ainsi, une charge de 2 hw fait baisser l'intensité initiale de plus de 50 pour 100 en quelques minutes. La même chute peut être obtenue, quoique plus lentement, si la force électromotrice est alternative et pulsatoire (bobine), la charge étant sensiblement la même (même vitesse d'échauffement du radiateur sous 25 kv effectifs (87 kv maximum) avec 8 milliampères moyens, maintenus constants). Cette variation plus lente est due à la différence de température du filament. Il est en effet nécessaire d'élever considérablement cette température lorsque la durée de l'onde de tension est courte, pour donner passage à la même intensité moyenne de courant, sous la même valeur maximum de tension variable ou constante.

Lorsque la charge initiale est plus élevée, la chute est de plus en plus rapide, la résistance ayant toujours tendance à croître indéfiniment lorsque la tension s'élève ou à atteindre une limite lorsqu'elle est maintenue constante.

Effet négatif de l'onde inverse. — Pour étudier l'effet possible d'une force électromotrice inverse sur le phénomène, nous avons fait fonctionner le tube sous une tension alternative sinusoïdale, l'énergie et la tension efficace appliquées étant préalablement mesurées en plaçant le kenotron dans le circuit du tube. Si, dans ces conditions, la charge est de l'ordre de l'hectowatt, on observe une chute d'intensité de 25 pour 100 en trois quarts d'heure environ, la tension d'alimentation ne variant pas, après quoi il s'établit un équilibre. L'intensité initiale se retrouve ici en près de dix minutes.

On pourrait penser que l'onde inverse accélère la diminution de pression du gaz dégagé, supposé ionisé par les rayons cathodiques, en en faisant absorber une partie, sous forme d'ions positifs, par le cuivre de l'anticathode. Cette hypothèse n'est pas confirmée par l'expérience. Nous avons vu qu'il faut appliquer des tensions de l'ordre de 100 kv maximum pour obtenir de rares et faibles décharges ; en outre, une charge d'un hectowatt sous une tension statique ne produit qu'une chute d'intensité de 5 pour 100 en une demi-heure, suivie d'un équilibre. La force électromotrice inverse n'a donc aucun effet sensible et l'ionisation est insignifiante.

La différence que l'on observe, à charge égale, entre l'effet d'un courant continu et celui d'un courant semi-alternatif, tient uniquement à ce que, dans le second cas, l'énergie instantanée atteint une valeur beaucoup plus élevée que dans le premier et que l'échauffement local au foyer est ainsi bien plus considérable.

Théorie. — L'accroissement de résistance du tube, le filament cathodique demeurant rigoureusement à la même température (résistance électrique constante), peut s'expliquer, à notre avis, par la présence d'une notable quantité d'oxygène libérée au foyer et par l'oxydation partielle du filament, avec formation d'une couche double ralentissant l'émission électronique. Si la pression atteint seulement 10^{-5} mm de mercure, le nombre de molécules libres d'oxygène, existant dans l'ampoule, est voisin de 15.10^{15}. Cherchons quel est le nombre d'atomes d'oxygène nécessaire pour recouvrir entièrement le filament d'un film continu d'épaisseur monomoléculaire d'acide tungstique (1).

(1) Nous prenons cet oxyde pour l'exemple, mais il se forme probablement plutôt l'oxyde $Tu\,O^2$.

Digitized by Google

La surface du filament est de 0,2 cm²; le nombre d'atomes de tungstène superficiels est, par conséquent, d'environ 3.10^{14}. Chacun fixant trois atomes d'oxygène, il suffit de $4,5.10^{14}$ molécules de ce gaz pour arrêter complètement l'émission électronique. Or, nous en avons certainement au moins 15.10^{15} présentes dans l'ampoule. D'autre part, si nous considérons l'équilibre

$$3O^2 + 2Tu \rightleftarrows 2TuO^3 + 392 \text{ cal.}$$

nous savons qu'une augmentation de la pression de l'oxygène libre favorise la réaction d'oxydation et qu'une élévation de température favorise, au contraire, la réaction de dissociation.

Mécanisme de l'équilibre. — Nous avons observé plus haut que le fonctionnement du tube sous une tension constante conduirait à un équilibre. Celui-ci est atteint par le mécanisme suivant :

La charge initiale cause une élévation de température localisée au foyer, d'autant plus grande qu'elle est plus considérable et, comme l'avait déjà signalé W. D. Coolidge, une évolution gazeuse correspondante.

La pression croissant rapidement, le filament s'oxyde partiellement, à température constante, l'émission électronique diminue et la résistance apparente augmente, causant une diminution de la charge. Lorsque celle-ci est devenue suffisamment faible pour que la vitesse décroissante d'émission de l'oxygène s'annule sensiblement, la pression cesse d'augmenter et l'oxydation du filament est limitée par l'équilibre chimique ci-dessus.

Cette pression d'équilibre ne dépend que de la température du filament c'est-à-dire aussi, sous tension constante, de la charge initiale, le courant étant toujours saturé. Plus celle-ci est élevée et plus la pression doit être considérable, pour limiter l'émission à la charge donnant l'équilibre, soit environ 80 w pour le tube étudié.

Si, l'équilibre étant atteint, on élève la température du filament, on augmente l'émissivité des parties non oxydées à température maxima, en même temps qu'on dissocie une partie du film d'oxyde. On diminue donc la résistance du tube, mais la charge augmentant, la pression croît de nouveau et il arrive un moment où la température n'est plus assez élevée (« safe temperature ») pour éviter une oxydation totale, on observe alors la résistance considérable dont nous avons parlé.

Absorption du gaz. — Il est très remarquable de constater avec quelle vitesse l'oxygène libéré est réabsorbé par la surface de la barre de cuivre. Cette vitesse est d'autant plus grande que le refroidissement de ce métal est lui-même plus rapide. La surface de la barre est recouverte de cuivre réduit par les rayons cathodiques diffusés et chimiquement très actif aux températures inférieures à celles de la dissociation de l'oxyde de cuivre à basse pression. La réaction est limitée par l'équilibre

$$O^2 + 4Cu \rightleftarrows 2Cu^2O + 88 \text{ cal.}$$

qui détermine la valeur de la pression de l'oxygène à la température ordinaire.

Si le filament cathodique est laissé allumé après suppression de la charge, le film se dissocie pour être, à chaque instant, en équilibre avec la valeur décroissante de la pression ; il revient peu à peu à son état normal déterminé par la pression normale du gaz. Si le filament est éteint pendant le refroidissement de l'anode, le film se dissocie subitement à l'allumage suivant et l'oxygène libéré est immédiatement absorbé.

Ces résultats ont été obtenus avec un tube neuf (1) et il est très probable qu'ils s'atténuent rapidement avec l'âge du tube, les régions superficielles du tungstène de la surface focale libérant peu à peu les traces d'oxygène qu'elles renferment. La charge d'équilibre augmenterait donc jusqu'à atteindre, à la limite, celle du tube Coolidge ordinaire, quoique la pression de l'oxygène résiduel demeure relativement élevée. Celle-ci n'est cependant jamais suffisante, comme nous l'avons vu, pour donner lieu à une ionisation appréciable et pour détruire la charge négative de l'espace. Son seul effet est d'oxyder partiellement le filament et de nécessiter ainsi une température plus élevée à même intensité que pour une cathode fonctionnant sous une plus basse pression.

Ce nouveau modèle d'anticathode permet la réalisation de mesures impossibles à effectuer auparavant avec les dispositifs antérieurs. Par exemple, il est possible en immergeant le radiateur dans un calorimètre, de mesurer *l'énergie totale* d'un faisceau cathodique pur en fonction de forces électromotrices et d'ondes de courant de formes variables.

A. Dauvillier.

(1) Grâce à la bienveillance de la Section technique du Service de Santé et en particulier de M. le médecin-major Haret.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Relation entre le facteur d'audibilité d'un téléphone shunté et le courant d'antenne (1)

Une note a déjà signalé cet article (*Documentation*, 2 mars 1918, p. 71); comme M. G.-W. O. Howe a critiqué certaines conclusions de l'auteur, il nous a paru qu'il serait intéressant de faire connaître les arguments apportés dans la discussion par les deux parties.

La facteur d'audibilité A_f d'un téléphone shunté est défini par le rapport $A_f = \frac{R_c + S}{S}$, formule dans laquelle R_c représente la résistance en courant continu du récepteur et S, celle du shunt. Il faut trouver la relation qui peut exister entre $\frac{R+S}{S}$ et I, courant dans l'antenne ou $\frac{I}{I_r}$, rapport du courant total dans l'antenne au courant qui traverse le récepteur shunté.

Le dispositif expérimental adopté par van der Pol était le suivant (fig. 1). Les courants oscillatoires constants sont

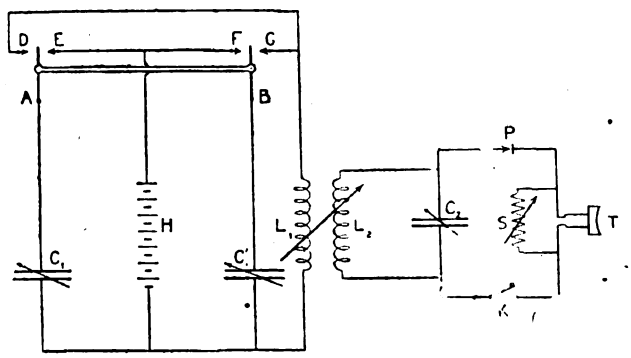


Fig. 1. — Dispositif expérimental de van der Pol pour la production de courant de haute fréquence.

produits par deux commutateurs de Fleming et Clinton, montés sur le même arbre; chacun d'eux provoque 4 ruptures par tour, ce qui fait, au total, 8 ruptures pour l'ensemble. L'un de ces commutateurs est schématisé en DE et FG. Dans ce même circuit, H désigne une batterie à haute tension; C_1 et C'_1, des condensateurs à air de capacités à peu près égales; L_1 et L_2, des bobines de self-induction; K, une clef sur laquelle on frappe pour produire le son; P, un détecteur Périkon et enfin T et S schématisent le téléphone avec son shunt.

Quand A, par la rotation du commutateur, est mis en contact avec D, le condensateur C_1 se décharge à travers L_1 et en même temps B vient en contact avec F_1 et C'_1 se charge; après une rotation de 90°, les connexions sont inversées; C_1 se charge par E et C'_1 se décharge par G. La capacité de C'_1 est réglée de telle sorte qu'avec ses conducteurs et L_1 elle soit en accord avec C_1, les conducteurs de celle-ci et la bobine L_1. Les conducteurs C_1A, C'_1B, HE et L_1C, sont constitués par 20 torons de 30 m de longueur. Les commutateurs, qui sont entraînés par un moteur à la vitesse d'environ 3500 t: min, effectuent donc 467 décharges par seconde; le moteur n'est pas installé dans la même salle que les autres appareils pour que son bruit en marche ne gêne pas les auditions téléphoniques. Les bobines de self-induction sont des bobines plates, parallèles, de 8,5 cm de diamètre intérieur et 21 cm de diamètre extérieur; L_1 a 15 tours de fils répartis en une seule couche; L_2, 30 tours répartis en deux courbes. La distance entre L_1 et L_2 peut varier de 0 à 100 cm par échelons connus. L'audition se fait au moyen d'un casque Sullivan à deux récepteurs en série dont la résistance totale est de 1250 ohms.

L'auteur remarque que la force électromotrice induite dans L_2 est proportionnelle à MI, M étant le coefficient d'induction mutuelle des deux bobines et I, le courant maximum du circuit 1, pourvu que le coefficient de couplage

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}},$$

soit assez faible pour qu'il n'y ait pas réaction du circuit 2 sur 1. En fait, k a varié 0,003 et 0,0002. Comme il revient au même, au point de vue de l'action sur le circuit 2, de faire varier le coefficient de self-induction en maintenant I constant que de faire varier le courant primaire en maintenant k constant, c'est le premier mode opératoire que l'auteur a adopté. Approchant ou éloignant L_1 de L_2 et frappant sur le manipulateur K, on diminue la résistance du shunt jusqu'à ce que le son soit à peine perceptible; on note la valeur de S et forme le rapport $\frac{R+S}{S}$; puis, des positions actuelles de L_1 et L_2, on déduit la valeur du coefficient d'induction mutuelle M de la formule Maxwell-Rosa

$$M = 4\pi^2 n_1 n_2 \sqrt{aA}^3 \left[1 + \frac{3}{8}k^2 + \frac{15}{64}k^4 + \dots\right],$$

dans laquelle on représente par n_1 et n_2, les nombres de tours de L_1 et L_2; par a et A, les rayons moyens des bobines; le coefficient de couplage

$$k = \frac{(a+A)^2}{\left[\sqrt{(a+A)^2 + d^2} + d\right]^2},$$

d étant la distance des deux bobines.

On a travaillé avec une longueur d'onde d'environ 1125 m. Les résultats obtenus sont contenus dans le tableau I ci-dessous

Tableau I.

$\log \frac{R+S}{S}$	$\log M$	$\log \frac{R+S}{S}$	$\log M$
0,0816	1,419	0,7104	1,875
0,0962	1,446	0,8573	1,902
0,1173	1,471	0,9671	1,980
0,1502	1,520	1,1271	2,060
0,2095	1,583	1,2175	2,102
0,2617	1,628	1,3359	2,164
0,3502	1,680	1,4116	2,197
0,4065	1,704	1,5051	2,251
0,4427	1,738	1,6266	2,313
0,4869	1,762	1,7993	2,394
0,5416	1,804	1,9227	2,473
0,6128	1,813	2,0969	2,515

(1) Balth. van der Pol. *Philosophical Magazine*, septembre 1917, 6e série, t. xxxiv, p. 184-188.

Digitized by Google

Si l'on construit la courbe des valeurs de log M en fonction de log $\frac{R+S}{S}$, on obtient la courbe en trait continu de la figure 2. Le coefficient angulaire de la partie rectiligne,

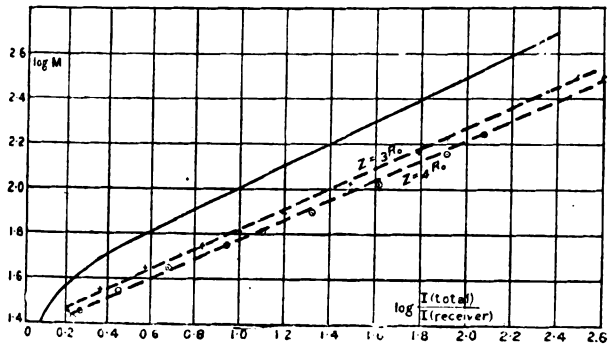


Fig. 2. — Courbes de Log M en fonction log $\frac{R_c+S}{S}$ (courbe continue) et log $\frac{I_r}{I}$ (courbes en traits de G.-W.-O. Howe).

qui correspond à des valeurs de log $\frac{R+S}{S}$ comprises entre 0,6 et 2,2 et des facteurs d'audibilité entre 4 et 160, est égal à 0,5 ; d'où

$$\log M = \frac{1}{2} \log \frac{R+S}{S} \quad \text{et} \quad \frac{R+S}{S} = \lambda M^2,$$

λ étant un facteur de proportionnalité. Pour les valeurs de log $\frac{R+S}{S}$ comprises entre 0,6 et 0,08, soit un facteur d'audibilité compris entre 4 et 1, 2, on trouve que ce dernier varie, dans cet intervalle, comme les puissances de I s'échelonnant entre 2 et 0,7.

A cette communication, M. G.-W.-O. Howe (1) oppose les objections suivantes. On ne voit pas comment M. Van der Pole a déterminé la résistance de son récepteur; il se contente de dire que cette résistance est de 1 250 ohms et nous admettrons que c'est sa résistance mesurée en courant continu. S'il en est bien ainsi, les résultats de cet auteur sont entachés d'une double erreur : l'une provenant du fait que la résistance effective du récepteur, à la fréquence de 467 p : sec, est de beaucoup supérieure à sa résistance en courant continu; l'autre, provenant du fait qu'un courant alternatif se partage entre deux dérivations d'après leurs impédances et non d'après leurs résistances.

Le critique, M. Howe, donne alors un exemple concret des erreurs que l'on peut commettre dans ces conditions. Un récepteur téléphonique, dont la résistance R_c en courant continu est de 3 209 ohms prend une résistance effective R_f de 6 200 ohms à la fréquence de 750 p : sec et une impédance Z de 9320 ohms; à 1000 p : sec, on a, pour le même appareil, $R_f = 7250$ ohms et $Z = 11200$ ohms. On voit que $Z_{750} = 2,9\ R_c$ et $Z_{1000} = 3,15\ R_c$. Pour un récepteur tel que $R_c = 60$ ohms, on a trouvé $Z_{637} = 4,27\ R_c$ et $Z_{1113} = 6,35\ R_c$. Ordinairement, à ces fréquences, la réactance de self-induction ωL est à peu près du même ordre de grandeur que la résistance effective R_f, en sorte que l'on peut dire, en gros, que le courant est déphasé de 45° par rapport à la tension appliquée aux bornes du récepteur.

(1) G.-W.-O. Howe. *Philosophical Magazine*, janvier 1918, 6e série, t. XXXV, p. 131-133.

C'est un procédé d'une exactitude douteuse de traiter le courant pulsatoire d'un téléphone comme un simple courant alternatif; de l'avis de M. Howe, le courant pulsatoire du détecteur peut être considéré comme un courant constant constitué par un courant alternatif fondamental qui donne la hauteur du son et un certain nombre d'harmoniques qui en règlent le timbre. Si ce dernier ne varie pas, il peut alors être suffisant de tenir compte seulement du fondamental et d'admettre que ce courant sinusoïdal se répartit entre le récepteur et le shunt, conformément aux lois ordinaires des circuits parcourus par des courants alternatifs.

D'après certains mémoires, il appert nettement que les auteurs ont employé R_c pour le calcul du facteur d'audibilité; mais, d'autre part, Austin vient d'insister sur la nécessité de faire usage de la résistance effective déterminée d'après la fréquence et la forme du courant pulsatoire du téléphone.

Si réellement M. Van der Pol a fait état de l'impédance du récepteur téléphonique, son travail a une grande portée scientifique; s'il n'en est pas ainsi, il est cependant facile d'apporter une correction à ses résultats. Admettons, pour cela, que $Z = 4\ R_c$ et que le courant téléphonique soit déphasé de 45° sur la tension aux bornes. Le diagramme vectoriel nous donne alors le tableau II suivant.

Tableau II.

$\frac{R_c}{S}$	$\frac{R_c+S}{S}$	$\frac{Z+S}{S}$	$\frac{I\ (\text{total})}{I_r\ (\text{récepteur})}$	$\log \frac{R_0+S}{S}$	$\log \frac{I_r}{I}$
0,25	1,25	2	1,85	0,097	0,267
0,5	1,5	3	2,8	0,176	0,445
1	2	5	4,77	0,301	0,679
3	4	13	13,72	0,602	1,104
10	11	41	40,71	1,041	1,61
30	31	121	120,7	1,491	2,081
100	101	401	400,7	2,004	2,603

Étant donné le manque de précision de tous les essais acoustiques, on peut, sans grande erreur, négliger la phase du courant téléphonique et prendre $\frac{Z+S}{S}$ pour le facteur d'audibilité.

Dans la figure 2, on a porté en ordonnées les valeurs de log M et en abscisses : 1° les valeurs correspondantes de log $\frac{R+S}{S}$ du tableau I de Van der Pol, ce qui a donné la courbe en traits pleins; 2° les valeurs de log $\frac{I}{I_r}$ au lieu de log $\frac{R_0+S}{S}$, en supposant d'abord $Z = 3\ R_c$, puis $Z = R_c$, c'est cette dernière qui a servi au calcul du tableau II. On voit que, si l'impédance du récepteur est égale à 3 ou 4 fois la résistance R_c du récepteur en courant continu, les courbes résultantes diffèrent considérablement de la courbe en trait continu et, par conséquent, les conclusions qu'on en a tirées. Leur coefficient angulaire est très voisin de 0,16; on aurait donc, pour toutes les intensités, $\frac{Z+S}{S} = \frac{KI^{2,2}}{I_r^{2,2}}$; tandis que, d'après la courbe de Van der Pol, le facteur d'audibilité est proportionnel aux puissances de $\frac{I}{I_r}$ comprises entre 2 et 0,7, suivant les valeurs de I.

La réplique de M. Van der Pol est résumée ci-après.

Digitized by Google

« M. Howe fait une remarque très juste en ce qui concerne le partage du courant entre le téléphone et son shunt, mais il perd de vue et le but de ma communication et certaines difficultés expérimentales, car j'avais pour objectif principal de vérifier si, réellement, le facteur d'audibilité variait avec le courant d'antenne à la réception, comme le prétendait le professeur Love, c'est-à-dire suivant la puissance 1 pour les courants faibles et la puissance 2 pour les courants forts. Tous les auteurs qui se sont occupés de cette question parlent de la *résistance* du téléphone, mais ne font jamais allusion à son *impédance*.

» Il n'est pas du tout évident que Austin et Hogan aient fait état de l'impédance vraie de leurs téléphones dans la formule du coefficient d'audibilité, car, dans leurs mémoires, il n'y a aucune indication sur la façon dont ils déterminent cette impédance. »

L'obtention de cette impédance est, d'ailleurs, très difficile quand il s'agit d'un téléphone qui est en série avec un détecteur et qui, par conséquent, est traversé par un courant dont la forme d'onde est inconnue.

Étant données, d'autre part, les variations considérables dans la nature du son dans le récepteur avec les différents degrés de couplage, on peut conclure que, par suite probablement de la configuration irrégulière de la caractérisque de la majeure partie des détecteurs à cristaux, si le courant téléphonique varie en intensité, il varie aussi au point de vue de la forme d'onde; il semble donc douteux que les raisonnements basés sur l'hypothèse d'une onde sinusoïdale puissent s'appliquer à la méthode du téléphone shunté.

Enfin, le courant téléphonique, au moment où se font les mesures, est extraordinairement faible et à peine capable d'influencer un ampèremètre calorique.

M. Van der Pol estime donc que, dans ces conditions, la détermination du courant qui traverse le téléphone shunté est une opération hérissée de plus de difficultés encore que la détermination du courant d'antenne lui-même.

Il faut encore songer que le calcul du shunt, qui fait taire le téléphone, ne peut se faire qu'avec une grossière approximation, 5 ou 10 pour 100 dans les conditions de laboratoire les plus favorables et à peine 30 à 40 pour 100 dans les stations terrestres ou de bord.

Aucune expérience ne justifie l'hypothèse de Howe que l'impédance d'un téléphone en ordre de marche est égale à 4 fois sa résistance en courant continu. Par conséquent, pour ne pas employer des résultats non confirmés par l'expérience, M. Pol n'a fait état que de la résistance en courant continu pour le calcul du coefficient d'audibilité, bien qu'il n'ignorait pas que cette résistance ne pouvait pas être confondue avec l'impédance vraie correspondant à la forme d'onde et aux fréquences utilisées. En résumé, il vaut mieux discuter les observations qui découlent de mesures connues que de faire des hypothèses sur le rapport de l'impédance à la résistance.

Théorie et fonctionnement des doubleurs de fréquence en particulier pour les courants de haute fréquence (1).

La forme la plus connue de transformateur de fréquence est le groupe moteur générateur dont le rapport des fréquences est égal à celui des nombres de pôles. Pour la haute fréquence son emploi est impraticable. Une deuxième solution est donnée par la machine du professeur Goldschmidt qui agit par réflexions électriques successives entre stator et rotor, chaque réflexion augmentant la fréquence résultante de la fréquence fondamentale (1).

Enfin l'appareil statique connu sous le nom de doubleur de fréquence constitue une troisième sorte imaginée par le professeur Joseph Epstein et brevetée par Lahmeyer en 1902, et reprise ensuite par Léonard et Weber, (2), Joly (3), Vallauri (4). Le doubleur de fréquence Epstein est employé par la Gesellschaft für drahtlose Telegraphie avec ou sans l'alternateur Goldschmidt. L'auteur en donne une théorie qui diffère quelque peu de celle admise par les savants précédents.

Disposition d'un transformateur de fréquence. — Epstein employait d'abord une bobine de self-induction à trois jambes, Ward et Leonard proposèrent en 1906 deux bobines de self-induction séparées avec deux enroulements à courant continu, ainsi que les techniciens qui les suivirent. L'auteur propose de n'employer qu'un enroulement continu, et démontre les avantages de cette disposition, mais les considérations théoriques restent valables dans tous les cas.

Dans la figure 1 nous avons :

D′ et D″, deux transformateurs identiques;

Z′ et Z″, les enroulements primaires en série par rapport

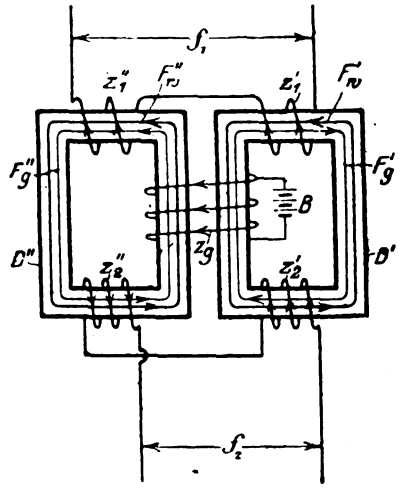


Fig. 1. — Schéma d'un transformateur statique de fréquence.

aux champs alternatifs F'_w et F''_w et en opposition par rapport aux champs continus F'_g et F''_g;

Z'_2 et Z''_2, les enroulements secondaires en opposition par rapport à F'_w et F''_w et en série par rapport à F'_g et F''_g;

B, une source à courant continu;

Z_g, un enroulement à courant continu;

F′ et F″, les champs résultants dans D′ et D″.

On voit que magnétiquement l'enroulement continu est dans la même situation que Z'_2 et Z''_2, ce qui fait qu'on peut réunir ceux-ci en une bobine coaxiale à Z_g et même confondue partiellement ou entièrement avec Z_g.

Si l'on applique à Z'_1 et Z''_1 un courant de fréquence f_1, on recueille en Z'_2 Z''_2 un courant de fréquence f_2 double de

(1) Mendel Osnos. *E. T. Z.*, 23 août 1917, t. XXXIV, p. 423-426, 7 fig.

(1) *La Revue électrique*, 24 mars 1911, t. XV, p. 292.
(2) *L'Eclairage électrique*, 21 juillet 1906, t. XLVIII, p. 81.
(3) *La Lumière électrique*, 20 mai 1911, t. XIV, p. 195; *La Revue électrique*, 20 mai 1911, t. XV, p. 443.
(4) *E. T. Z.*, 1911, p. 988.

Digitized by Google

f_1. La démonstration qui suit est valable pour la marche à vide et également pour la marche en charge à condition de considérer toujours pour tous les éléments alternatifs la résultante du système primaire et du système secondaire et de négliger la résistance ohmique.

Soient F_g le champ dû aux ampères-tours continus x (fig. 2) et α les ampères-tours dus au courant alternatif au

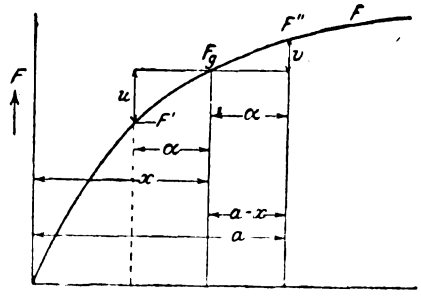


Fig. 2. — Courbe du champ d'une bobine en fonction des ampères-tours d'excitation.

temps t. Les champs résultants dans les deux bobines seront $F' = F_g - u$ dans D' et $F'' = F_g + v$ dans D''. Comme les champs continus F'_g et F''_g agissent en sens inverse sur Z'_1 et Z''_1, une augmentation de v dans D'' a le même effet sur le système $(Z_1 + Z''_1)$ qu'une diminution de v dans D'. On peut donc remplacer les deux bobines par une seule D' par exemple, dans laquelle un champ alternatif primaire fictif F_{w1} varie autour d'une ligne médiane (niveau zéro) et a la valeur négative $-(u + v)$ au temps t lorsque le champ alternatif en D' est négatif c'est-à-dire dirigé en sens contraire du champ continu.

Ce champ primaire fictif est évidemment nul en même temps que le courant alternatif; il a également ses maxima et ses minima en même temps, c'est-à-dire qu'il y a même fréquence que le courant alternatif primaire. Sa valeur maximum s'obtient en portant de chaque côté de x (fig. 2) la valeur maximum des ampères-tours alternatifs et en déterminant d'après la courbe du champ la valeur correspondante de $u + v$. La force électromotrice primaire qu'engendre ce champ F_{w1} variable à chaque instant a pour valeur instantanée

$$e_1 = -\frac{dF_{w1}}{dt},$$

et pour valeur efficace

$$e_{1eff} = \sqrt{\frac{T}{4}\int_0^{\frac{T}{4}} e_1^2 dt}.$$

Dans le système d'enroulements secondaires $(Z'_2 + Z''_2)$ et contrairement à ce que nous venons de voir pour les primaires Z'_1 et Z_1'', les flux continus agissent dans le même sens. Il en résulte qu'une augmentation de F'_g revient au même qu'une augmentation égale de F'_g et inversement. La résultante des variations de flux dans $(Z'_2 + Z')$ est donc équivalente à une variation de flux fictive $F_{w2} = u - v$ dans l'un de ces enroulements.

Par suite de la saturation du fer, la diminution u du flux continu dans une bobine par les ampères-tours antagonistes sera toujours supérieure à l'augmentation v dans l'autre bobine sous l'action des ampères-tours alternatifs de même sens; la différence $u - v$ représentera donc toujours, quelle que soit la valeur du courant alternatif, une diminution du flux continu $(F'_g + F''_g)$ dans les enroulements $(Z'_2 + Z''_2)$.

Si i_1 désigne le courant primaire, cette diminution $u - v$ est évidemment nulle pour $i_1 = 0$, c'est-à-dire aux temps $t = 0, \frac{T}{4}, T, \frac{3T}{4}$, etc. et maximum pour $i_1 =$ max, c'est-à-dire aux temps $t = \frac{T}{4}, \frac{3T}{4}, \frac{5T}{4}$, etc.

La courbe du champ $u - v = F_{w2}$ passe donc de 0 (valeur minimum), à un maximum pour revenir à 0, autrement dit accomplit une période en un temps $\frac{T}{2}$, d'où il résulte que la fréquence de la force électromotrice secondaire engendrée $e = -\frac{dF_{w2}}{dt}$ est double de celle du courant primaire. L'amplitude du champ secondaire fictif est égale à la moitié de la valeur maximum de $u - v$ et la valeur efficace de la force électromotrice secondaire est

$$e_{2eff} = \sqrt{\frac{4}{T}\int_0^{\frac{T}{4}} e_2^2 dt}.$$

Il est intéressant maintenant de savoir s'il existe un rapport entre les ampères-tours continus et les ampères-tours alternatifs donnant un flux F_{w2} maximum et quel est ce rapport optimum.

L'auteur a découvert un procédé de détermination de l'abscisse du point de maximum malgré l'ignorance où l'on se trouve de l'expression analytique de la courbe de flux. En appelant α_m la valeur maximum instantanée des ampères-tours alternatifs et en posant $a = x + \alpha_m$ on trouve

$$y = u - v = F_{w2} = 2f(x) + f(a - 2x) - f(a).$$

La dérivée de cette expression s'annule pour $a = 3x$ et la dérivée seconde est toujours négative, ce qui montre que pour $x = \frac{a}{3}$, y présente un maximum. Donc le rapport optimum est $\frac{y_m}{x} = 2$. La valeur du champ secondaire maximum et du champ primaire maximum sont respectivement

$$(I) \qquad y_{max} = F_{w2} = (u - v)_{max} = 3f\left(\frac{a}{3}\right) - f(a),$$

$$\left(\text{ou rapporté à une seule bobine } \frac{(u - v)_{max}}{2}\right) \text{ et}$$

$$(II) \qquad F_{w1} = (u + v)_{max} = f(a) + f\left(\frac{a}{3}\right).$$

La figure 3 montre immédiatement la solution graphique du calcul de ces flux. On a évidemment

$$EC = 3AB = 3f\left(\frac{a}{3}\right),$$

et

$$ED = f(a).$$

D'où

$$y_{max} = EC - ED = CD,$$

et

$$\frac{(u - v)_{max}}{2} = \frac{y_{max}}{2} = PQ,$$

$$(u + v)_{max} = AB + DE = 2QR,$$

le point Q étant le milieu de la droite BD.

Le rapport $\frac{PQ}{2ED}$ représente la réduction du champ utile dans un doubleur de fréquence par rapport à deux bobines ordinaires, car dans celles-ci a ampères-tours engendrent

Digitized by Google

dans chaque bobine un champ d'amplitude ED tandis qu'ici ils ne produisent qu'un champ PQ pour les deux bobines.

Si l'on cherche le rapport de e_1 à e_2 pour le cas y_{max}, qu'on désigne par

σ_1 et σ_2, les coefficients de dispersion ;

K_1 et K_2, les facteurs de forme des courbes de tension ;

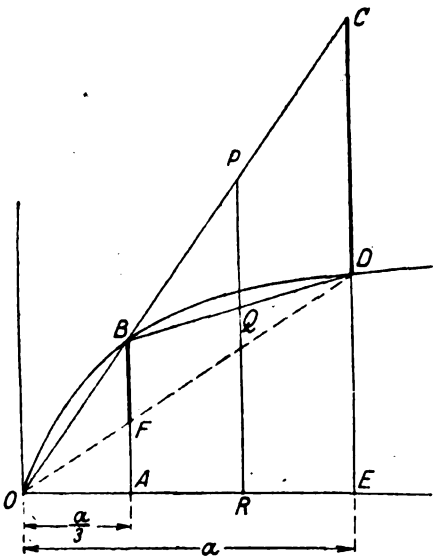


Fig. 3. — Détermination graphique du champ secondaire maximum.

f_1 et f_2, les fréquences ($f_1 = f_2$) ;

Z_1 et Z_2, les nombres de spires des enroulements alternatifs, on trouve

$$e_2 = \sigma_2 K_2 \frac{(u-v)_{max}}{2} \times f_2 \times Z_2 \times 10^{-8},$$

$$e_1 = \sigma_1 K_1 (u+v)_{max} \times f_1 \times Z_1 \times 10^{-8}.$$

D'où

$$\frac{e_2/Z_2}{e_1/Z_1} = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} \times \frac{K_2}{K_1} \times \frac{PQ}{QR} = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} \times \frac{K_2}{K_1} \times \frac{3-\xi}{1+\xi},$$

avec

$$\xi = \frac{f(a)}{f\left(\frac{a}{3}\right)}.$$

Si l'on connaît la courbe du magnétisme d'une espèce de tôle, on peut construire ξ en fonction de a et de là une courbe de $\frac{e_2/Z_2}{e_1/Z_1}$ en fonction de a.

Il est à remarquer que $\frac{PQ}{QR}$ est toujours inférieur à 1 (au maximum 0,75 à 0,80) et qu'en pratique $K_2 < K_1$, c'est-à-dire que, même en réduisant la dispersion au minimum, le rapport $\frac{e_2/Z_2}{e_1/Z_1}$ ne dépasse guère 0,7 ce qui est un désavantage du doubleur de fréquence.

Pour vérifier maintenant expérimentalement la loi du rapport optimum des ampères-tours continus et alternatifs, l'auteur trace la courbe d'aimantation d'une tôle quelconque en fonction des ampères-tours par centimètre. C'est par un changement d'échelle la même courbe que celle de la figure 2 et l'on a

$$\frac{F_{w2}}{2} \times f_2 = F_{w2} \times f_1 = B' \times Q \times f_1,$$

$$F_{w1} \times f_1 = B' \times Q \times f_1,$$

$$B' = u + v,$$

$$B'' = u - v.$$

Q étant la section du circuit magnétique.

Sur la figure 4, où B représente la courbe d'aimantation d'une tôle déterminée, on a porté, pour une somme

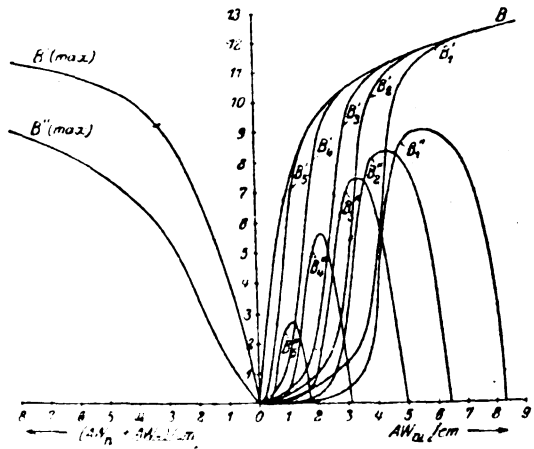


Fig. 4. — Détermination graphique du rapport optimum des ampères-tours alternatifs aux ampères-tours continus.

$(AW + AW_g)$ des ampères-tours alternatifs AW_w et des ampères-tours continus AW_g supposée constante, les valeurs de B' et B'' correspondant à des valeurs différentes de AW_w. Par exemple les courbes B'_1 et B_1'' correspondent à $(AW_w + AW_g) = 8,3$; les courbes B'_2 et B''_2 à $(AW_w + AW_g) = 6,4$, etc. On constate que les courbes B'' présentent toutes un maximum pour $\frac{AW_w}{AW_g} = 2$, ce qu'on avait déjà trouvé théoriquement.

Connaissant le rapport optimum de AW_w à AW_g, si nous déterminons la somme optimum de ces deux quantités pour 1 cm de longueur, nous en déduirons ces quantités elles-mêmes. C'est ce qui fait l'objet du brevet allemand n° 283235 pris par l'auteur. On choisit d'abord la section Q puis l'induction B' eu égard aux pertes admissibles, B'' dépendant par conséquent de la fréquence. Mais, pour un même flux alternatif, on peut avoir toutes sortes de valeurs du courant magnétisant, car celui-ci est déterminé par la saturation, non seulement du fait du flux alternatif, mais encore du flux continu. C'est ce qu'exprime le fait que, sur la figure 4, l'horizontale d'une valeur déterminée de B'' (ordonnée) coupe un certain nombre de courbes B', cette valeur de l'induction pouvant donc être atteinte pour les valeurs de la somme $(AW_w + AW_g)$ correspondant à ces courbes. Cette somme sera minimum pour la courbe dont le maximum correspond à la valeur de l'induction choisie.

Ayant ainsi déterminé AW_w et BW_g, on pourra calculer $\frac{e_2/Z_2}{e_1/Z_1}$ en traçant en fonction de $(AW_w + AW)$ les courbes de B'_{max} et B''_{max} d'après les équations (1) et (2) si l'on connaît ou que l'on admet les facteurs de forme K_1 et K_2 et la dispersion σ.

M. B.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Les machines d'extraction à commande électrique

Comparaison entre le système Léonard et le système triphasé direct.

Les deux systèmes les plus répandus actuellement pour la commande électrique des machines d'extraction sont le système triphasé direct et le système Léonard. Bien qu'à première vue le système triphasé soit le plus séduisant en raison de sa simplicité, il ressort de la comparaison ci-dessous, qu'avec les dispositifs actuellement en usage, l'avantage reste au système Léonard, tant au point de vue de la précision des manœuvres et de la sécurité de marche qu'au point de vue de la répercussion des à-coups sur la station centrale et des résultats économiques d'exploitation.

Parmi les multiples problèmes que pose la question de la réorganisation des houillères envahies, l'un des plus importants est, sans conteste, celui de la commande électrique des machines d'extraction.

Tant de solutions diverses ont été proposées jusqu'à ce jour qu'il semble difficile, a priori, de donner la préférence à l'une ou à l'autre d'entre elles. Il est à remarquer, cependant, que parmi les nombreuses dispositions en présence, beaucoup n'ont pris que fort peu d'extension soit à cause de leur prix élevé, soit à cause de leur rendement défectueux, soit encore et surtout en raison de leur complication et du peu de sûreté des manœuvres.

Parmi les combinaisons les plus connues qui ne présentent que quelques exemples de réalisation, nous citerons, pour mémoire, la commande directe par moteur à courant continu, le système Créplet, le système Lahmeyer avec groupe tampon survolteur dévolteur, le système Iffland avec groupe à batterie tampon, la commande par moteur à collecteur, la commande par moteur triphasé avec groupe régulateur en parallèle.

Il semble qu'il n'existe actuellement que deux systèmes réellement susceptibles d'applications importantes :

1° La commande directe par moteur triphasé avec ou sans engrenages ;

2° La commande par système Léonard avec ou sans volant tampon.

Dans le cas où l'amortissement des à-coups dus aux démarrages du treuil est obligatoire, le système Léonard avec volant présente de tels avantages qu'il est à peu près seul employé dans les installations importantes.

Toutefois, la plupart des centrales de mines étant équipées en courant triphasé et beaucoup d'entre elles devenant assez puissantes pour supporter sans inconvénient les à-coups provoqués par les machines d'extraction non munies de dispositifs de tamponnage, on peut se demander si la transformation de courant par groupe convertisseur Léonard n'est pas, dans bien des cas, une complication inutile. Les avantages incontestables de ce système au point de vue de la facilité des manœuvres et de la sécurité de marche ne sont-ils pas acquis au détriment du rendement? Ces avantages sont-ils suffisants pour justifier un prix d'achat plus élevé et les risques supplémentaires résultant du plus grand nombre de machines en mouvement?

La réponse à ces diverses questions n'est pas évidente sans discussion, aussi la commande par système triphasé direçt a-t-elle actuellement de nombreux défenseurs. Aussi bien les multiples exemples de réalisation de ce système dans le Sud-Africain ne constituent-ils pas au moins une présomption en sa faveur et ne semble-t-il pas que le principal obstacle à son développement en Europe résidait, jusqu'à maintenant, dans l'insuffisance des stations centrales?

Afin d'élucider la question, nous comparerons les deux systèmes au triple point de vue suivant :

a) Facilité des manœuvres et sécurité de marche ;

b) Répercussion des à-coups sur la station centrale ;

c) Résultats économiques d'exploitation.

Remarque. — Avant d'aborder cette comparaison, nous signalons que nous n'envisagerons comme courant triphasé que le courant à 50 p:sec. A de très rares exceptions près, c'est, en effet, le seul adopté en France dans les installations minières. Il en résulte que les moteurs de grande puissance à très basse vitesse, sont pratiquement inapplicables. Diamètre exagéré, facteur de puissance très faible et rendement défectueux, tels en sont les inconvénients qui sont généralement prohibitifs.

A titre d'indication, nous rappelons qu'un moteur de 750 à 1 500 ch à la vitesse de 50 t:min devrait avoir un diamètre extérieur de 7 m environ ; son facteur de puissance serait de l'ordre de 0,6 et son rendement à pleine charge ne dépasserait guère 0,85.

Il sera donc avantageux, le plus souvent, d'adopter un réducteur de vitesse permettant d'employer un moteur tournant entre 250 et 375 t:min. Dans la com-

Digitized by Google

paraison qui suit, nous n'envisagerons donc, pour le triphasé, que le cas de la commande par engrenages.

Avec le système Léonard, par contre, nous admettrons que, dans tous les cas, le moteur attaque directement le treuil, estimant que la légère réduction de prix résultant de l'adoption des engrenages ne compense pas la diminution du rendement, les frais d'entretien et les aléas supplémentaires.

I. — **Facilité des manœuvres et sécurité de marche.** — Nous examinerons successivement comment on peut réaliser avec les deux systèmes :

L'extraction normale (démarrage, marche de régime, ralentissement).

La descente des charges.

La circulation du personnel.

La marche très ralentie nécessaire pour la visite des câbles et du puits.

1° Triphasé direct. — *Extraction normale.* — Si l'on considère (fig. 1) les courbes des couples d'un moteur

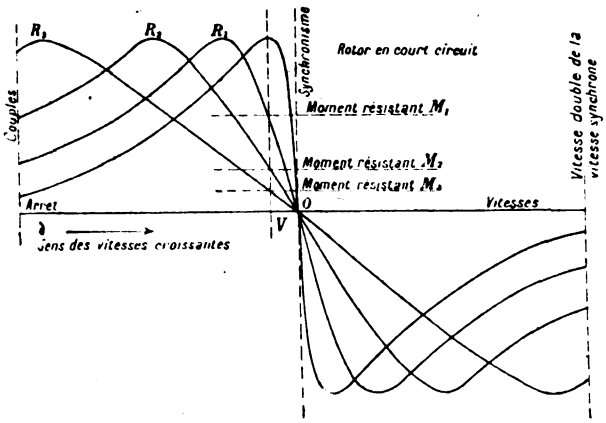


Fig. 1.

asynchrone en fonction de la vitesse pour diverses valeurs de la résistance insérée dans le rotor, on constate que, pour obtenir une vitesse V déterminée avec des moments résistants M_1, M_2, M_3....., il faut des résistances R_1, R_2, R_3..... très différentes.

Il s'ensuit qu'à une position déterminée du levier de manœuvre correspond une vitesse très variable avec le moment résistant que doit vaincre le moteur. Par suite, les dispositifs généralement adoptés pour assurer la progressivité du démarrage ou le ralentissement automatique n'ont plus grande valeur dans le cas actuel. Il est bien évident, en effet, qu'un réglage des dispositifs automatiques valable pour une charge déterminée ne donnera plus les mêmes résultats si la charge vient à varier.

Il convient d'observer, en outre, que dans la plupart des cas, la durée imposée pour la cordée est insuffisante pour que le ralentissement puisse s'effectuer sans freinage. Le moment résistant est souvent faible en fin de cordée; de plus, l'inertie des masses en mouvement est toujours importante de telle sorte qu'il faudrait, dans bien des cas, commencer le ralentissement trop tôt si l'on voulait éviter les puissances négatives en fin de cordée. Il en résulte que le rappel automatique du levier de manœuvre à o est généralement insuffisant pour assurer l'arrêt, même avec la charge normale. Le mécanicien doit, par suite, avoir son attention toujours en éveil pour réaliser l'arrêt en temps utile, soit par freinage à contre-courant, soit à l'aide du frein de manœuvre. Il faut donc adjoindre au rappel automatique à o du levier de manœuvre des dispositifs de sécurité suffisants pour éviter les accidents en cas de négligence du mécanicien.

Le système le plus employé consiste à provoquer le fonctionnement du frein de sécurité si la cage arrive à quelques mètres de la recette avec une vitesse supérieure à celle qu'elle doit avoir normalement. Il est à remarquer que, quels que soient les perfectionnements apportés au frein de sécurité, son fonctionnement est généralement assez brutal, aussi les dispositions ci-dessus ne constituent-elles qu'un pis aller.

Descente des charges. — Pour la descente des charges on peut :

Soit marcher à contre-courant;

Soit marcher en récupération en faisant tourner le moteur au-dessus du synchronisme.

Dans les deux cas la manœuvre est délicate.

Pour la marche à contre-courant, il faut, généralement, pour vaincre les résistances passives au démarrage, pousser le levier dans le sens normal de marche, puis, à mesure que la vitesse croît, le ramener progressivement en arrière, inverser le courant et régler la position du levier pour obtenir la vitesse désirée. Il est à remarquer qu'avec presque tous les systèmes (poulie Koepe ou tambour cylindrique avec câble d'équilibre exceptés) les moments varient constamment avec la position de la cage dans le puits. Il faut donc, pour équilibrer l'action de la charge descendante et maintenir la vitesse constante, changer à chaque instant la valeur de la résistance intercalée dans le rotor et, par suite, faire varier constamment la position du levier de manœuvre. Plus difficile encore est la marche en récupération. Le ralentissement est en effet dans ce cas particulièrement délicat. L'examen des courbes (fig. 1) montre qu'à couple égal la vitesse croît en même temps que la résistance insérée dans le rotor. Le rappel à o du levier de manœuvre produit donc, non pas un ralentissement, mais une accélération. Pour arrêter, il y a lieu, dans ce cas, d'inverser brusquement le courant, puis de freiner à contre-courant.

Circulation du personnel. — Il ne peut être question d'effectuer la descente du personnel avec marche en récupération. La vitesse à laquelle on serait conduit, serait, en effet, généralement supérieure à la vitesse limite de 10 m : sec imposée par les règlements français. N'en serait-il pas ainsi, que ce procédé ne pourrait néanmoins pas être appliqué en raison de son insécurité. La descente du personnel devra, dans tous les cas, se faire à contre-courant.

Digitized by Google

La remonte du personnel à vitesse réduite se fera en laissant dans le rotor du moteur une résistance appropriée. Il s'ensuit que la vitesse tendra à varier constamment si le moment résistant n'est pas constant et que le mécanicien devra être extrêmement attentif pour opérer correctement.

Marche très ralentie pour la visite des câbles et du puits. — Le couple résistant étant, dans ce cas, très faible, il est difficile d'obtenir une allure réduite quelque grande que soit la résistance intercalée dans le rotor. Le plus souvent un levier spécial permet d'introduire dans le rotor une résistance considérable indépendante de celle employée pour la marche normale ; mais, malgré cet artifice, il faut toujours faire usage du frein de manœuvre et l'obtention d'une vitesse très réduite constante est presque impossible.

En résumé, il apparaît que la conduite d'une machine d'extraction à commande directe par moteur triphasé exige de la part du mécanicien une attention de tous les instants et une habileté comparable à celle des mécaniciens de machines à vapeur. L'emploi de frein de manœuvre est fréquent et il peut en résulter une usure rapide de cet organe. Enfin, le frein de sécurité peut fonctionner assez fréquemment provoquant des à-coups nuisibles pour la machine et les câbles.

2° Système Léonard. — Tous les inconvénients précédemment signalés sont évités avec le système Léonard.

On peut dire que, pratiquement, au moins pour les vitesses normalement employées, à chaque position du levier correspond une vitesse bien déterminée, indépendante de la charge. Il en résulte que tous les dispositifs automatiques d'accélération ou de ralentissement peuvent ici être appliqués avec succès. Il est à remarquer que, pour le ralentissement, le simple rappel à o du levier de manœuvre peut provoquer un freinage énergique. Le moteur d'extraction étant, en effet, à excitation constante, si l'on réduit rapidement l'excitation de la génératrice on obtient un freinage intense, la puissance mise en jeu au freinage pouvant, aux rendements près, être restituée au réseau.

Pour la même raison, les descentes de charge peuvent avoir lieu en récupération, à vitesse aussi réduite qu'on le désire. Enfin, pour la visite des câbles et du puits, on peut très facilement, par le simple fonctionnement du levier de manœuvre, obtenir une vitesse de 0,25 m à 0,50 m.

La précision est telle que la plupart des manœuvres peuvent être exécutées sans l'intervention du frein de manœuvre ; enfin le fonctionnement du frein de sécurité devient tout à fait exceptionnel.

La supériorité du système Léonard sur la commande directe à courant triphasé, au point de vue de la souplesse et de la précision des manœuvres est donc indiscutable. Elle est d'ailleurs universellement reconnue.

II. — **Répercussion des à-coups sur la station centrale.** — Les diagrammes de puissance et de vitesse d'un moteur d'extraction en fonction du temps ont l'allure ci contre (fig. 2).

On effectue les démarrages en cherchant à réaliser une accélération constante, le couple d'accélération peut donc être considéré comme constant. Le moment résistant dans le puits est lui-même généralement peu variable pendant la durée du démarrage, de telle sorte

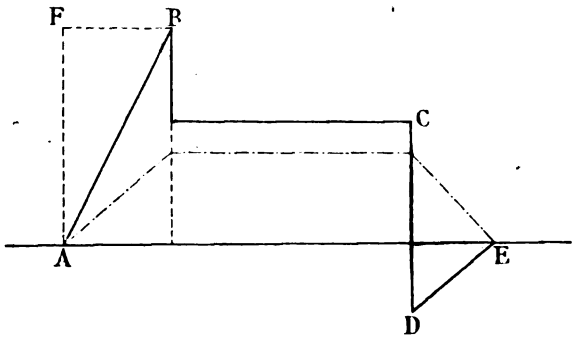


Fig. 2.

que l'on peut admettre que le couple du moteur ne change pas pendant cette période.

Dans le cas du triphasé direct, la puissance absorbée reste donc constante pendant tout le démarrage et peut être représentée, si l'on fait abstraction des rendements, par la ligne FB. Il en résulte qu'à la mise en marche du treuil, l'à-coup de puissance sur la station atteint immédiatement sa valeur maxima, valeur qui se maintient ensuite pendant toute la durée du démarrage.

Avec le système Léonard, c'est aux rendements près des diverses machines le diagramme A B C D E lui-même qui est transmis à la station centrale. L'à-coup de puissance n'est donc pas instantané ; il n'atteint son maximum qu'après quelques secondes et ce maximum n'est imposé à la station que tout à fait momentanément.

Grâce à la sensibilité des appareils de réglage automatique de vitesse et de tension des groupes électrogènes actuels, la plupart des stations centrales peuvent supporter sans inconvénient, cette surcharge progressive et momentanée.

En résumé, l'à-coup de puissance légèrement plus élevé dans le cas du système Léonard (en raison des rendements des diverses machines interposées) est beaucoup moins brusque et d'une durée plus faible que dans le cas du triphasé direct. Sous ce rapport, l'avantage reste donc au système Léonard.

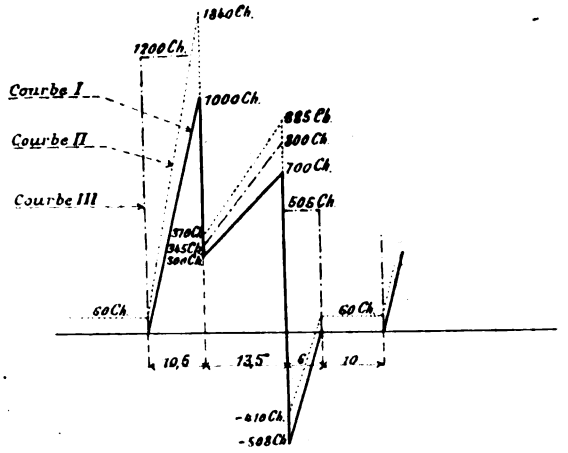
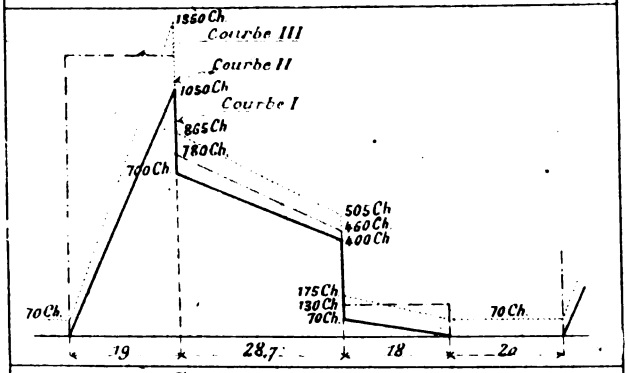
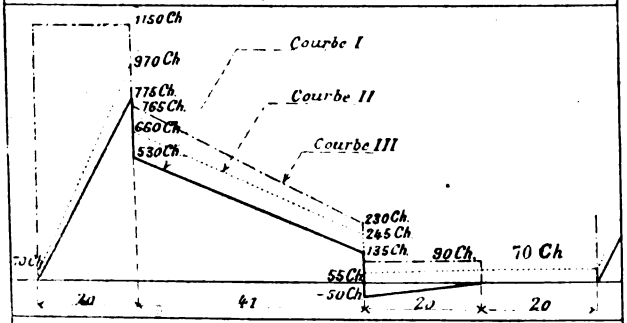
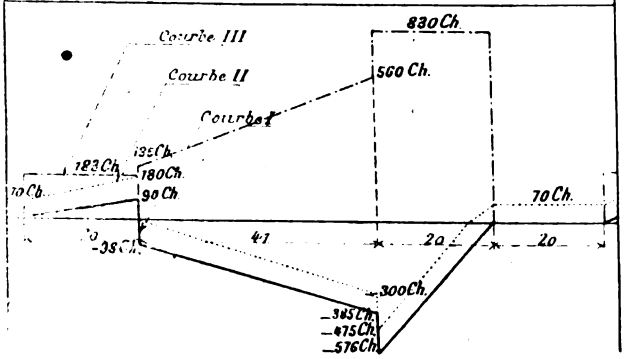
III. — **Résultats économiques d'exploitation.** — Nous donnons ci-contre un certain nombre de diagrammes correspondant à des programmes d'extraction divers.

Nous avons superposé dans chaque cas :

1° Le diagramme des puissances à l'arbre de la machine d'extraction ;

2° Le diagramme des puissances absorbées dans le cas du système Léonard ;

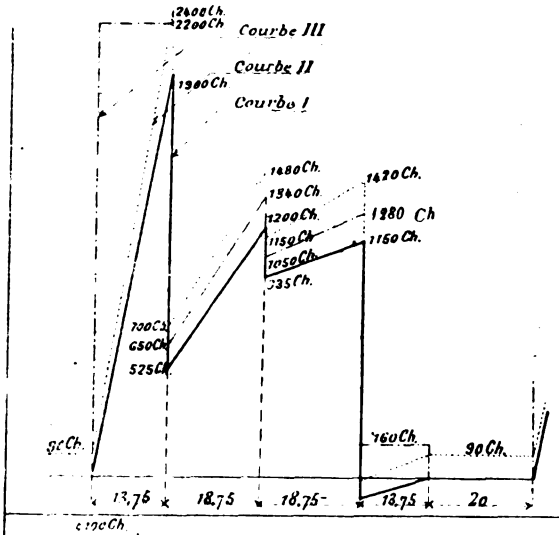
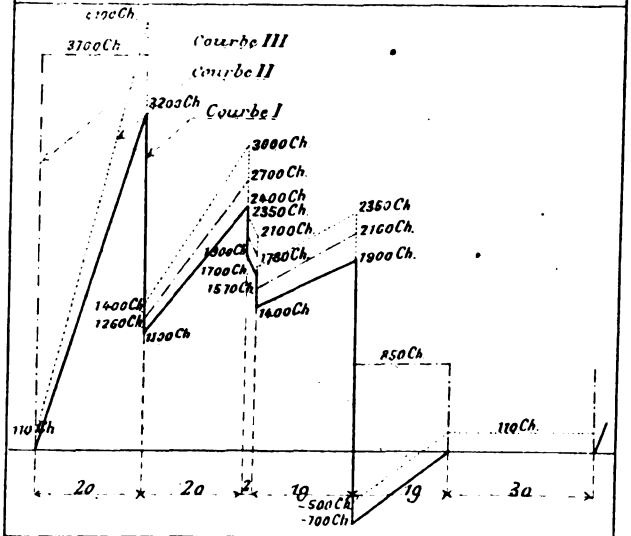
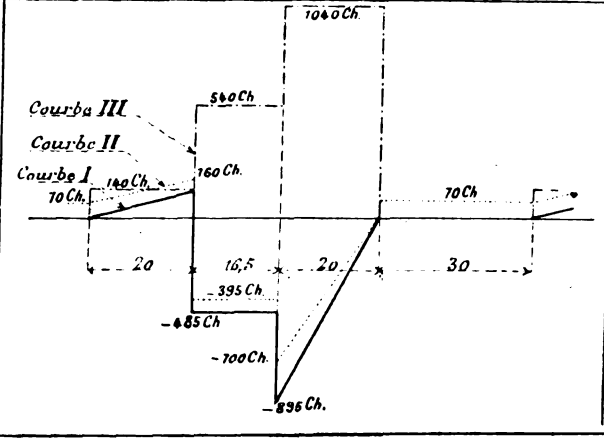
Digitized by Google

CARACTÉRISTIQUES DES MACHINES ET CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT	DIAGRAMMES DE MARCHE	ENERGIE EN KW-H	
— 1 — *Système : Tambours tronconiques.* Profondeur d'extraction. 230 m Charge utile..... 2700 kg Nombre de cordées à l'heure..... 90 Vitesse maxima dans le puits..... 12,5m:sec Vitesse de rotation des tambours ..... 41 t:min		I. A l'arbre des tambours..... II. Absorbée dans le cas du système Léonard... III. Absorbée dans le cas du système triphasé...	+2,14 +3,16 +4,75
— 2 — *Système : Bobines avec câbles plats métalliques.* Profondeur d'extraction. 550 m Charge utile..... 3000 kg Nombre de cordées à l'heure..... 42 Vitesse maxima dans le puits..... 13 m:sec Vitesse de rotation des bobines..... 46 t:min		I. A l'arbre des bobines..... II. Absorbée dans le cas du système Léonard... III. Absorbée dans le cas du système triphasé...	+5,4 +7,5 +8,85
— 3 — *Même machine que précédemment.* Remonte du personnel à raison de 2300 kg par cage. Vitesse réduite de 13 à 10 m : sec		I. A l'arbre des bobines..... II. Absorbée dans le cas du système Léonard... III. Absorbée dans le cas du système triphasé...	+4,3 +6,3 +9,22
— 4 — *Même machine que précédemment.* Descente du personnel à raison de 2300 kg par cage. Vitesse réduite de 13 à 10 m : sec		I. Disponible à l'arbre des bobines..... II. Restituée dans le cas du système Léonard. III. Absorbée dans le cas du système triphasé...	3 —1,25 +7,31

3° Le diagramme des puissances absorbées dans le cas du système triphasé direct.

Pour chaque diagramme nous avons indiqué en kilowatts-heure la quantité d'énergie correspondant à sa sur

Digitized by Google

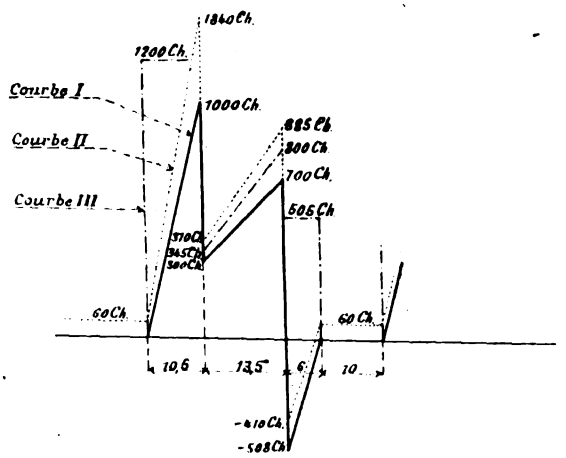
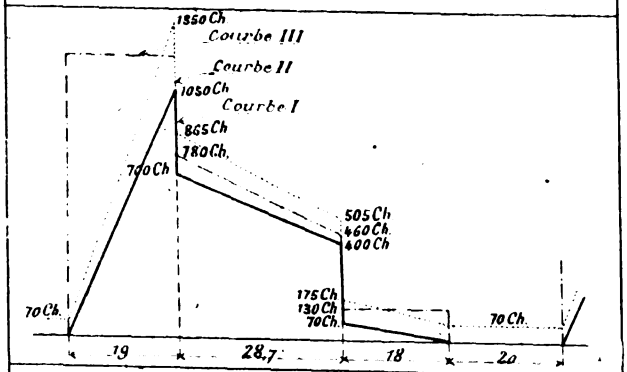
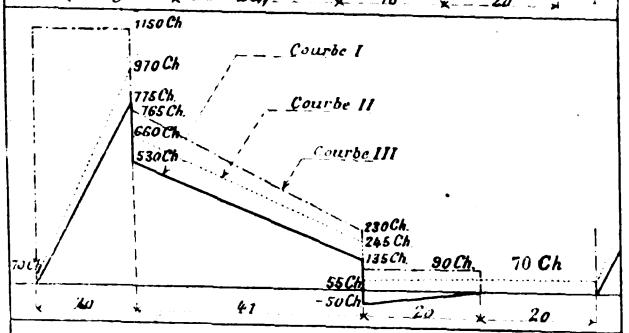
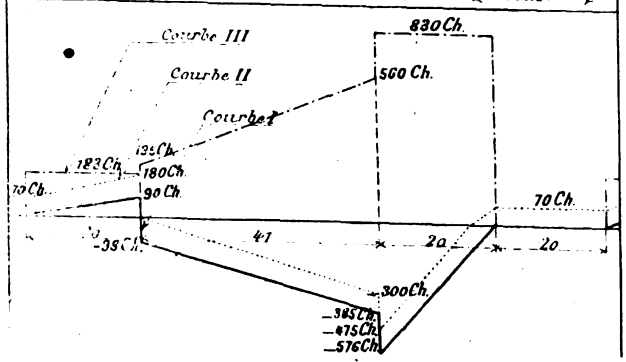
CARACTÉRISTIQUES DES MACHINES ET CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT	DIAGRAMMES DE MARCHE	ÉNERGIE EN KW-H
— 5 — *Système : Tambour unique bicylindro-conique.* Profondeur d'extraction 710 m Charge utile ..... 4 000 kg Nombre de cordées à l'heure ..... 42 Vitesse maxima dans le puits ..... 16 m:sec Vitesse de rotation du tambour ..... 46 t:min		I. A l'arbre du tambour... + 9,9 II. Absorbée dans le cas du système Léonard... +13,3 III. Absorbée dans le cas du système triphasé... +14,9
— 6 — *Système : Tambours bicylindro-coniques.* Profondeur d'extraction 1 200 m Charge utile ..... 5 000 kg Nombre de cordées à l'heure ..... 33 Vitesse maxima dans le puits ..... 23 m:sec Vitesse de rotation des tambours ..... 45 t:min REMARQUE. — Bien qu'il s'agisse d'extraction à très grande profondeur l'écart entre les deux systèmes est plus grand que pour les diagrammes 2 et 5. Ceci tient à la grande inertie des tambours d'où résultent des puissances de démarrage très élevées et des puissances négatives assez considérables au freinage.		I. A l'arbre des tambours.. +19,7 II. Absorbée dans le cas du système Léonard.. +26,2 III. Absorbée dans le cas du système triphasé... +34,4
— 7 — *Système : Tambours cylindriques avec câbles d'équilibre.* Profondeur du puits... 475 m Descente de charges à raison de 3 300 kg par cordée. Vitesse dans le puits... 13 m:sec Vitesse de rotation du tambour ..... 50 t:min		I. Disponible à l'arbre des tambours.. 5,28 II. Restituée dans le cas du système Léonard... — 1,86 III. Absorbée dans le cas du système triphasé... + 6 65

face. On constate que, dans tous les cas, la consommation d'énergie est plus faible avec le système Léonard.

La différence déjà sensible pour l'extraction normale devient considérable pour la descente des charges ou la circulation du personnel à vitesse réduite.

Nous comparerons les résultats économiques d'exploi-

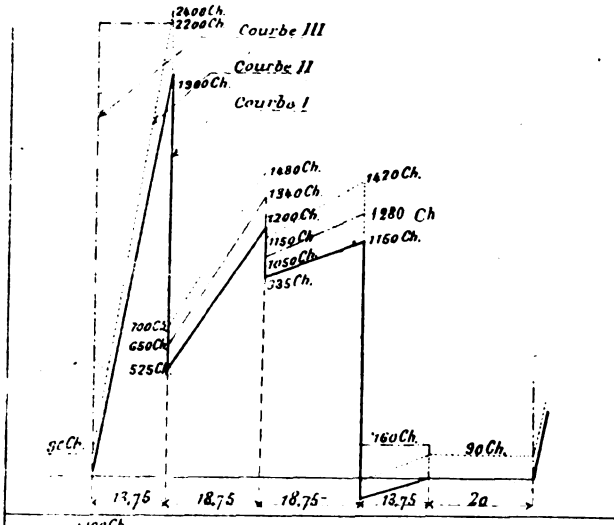
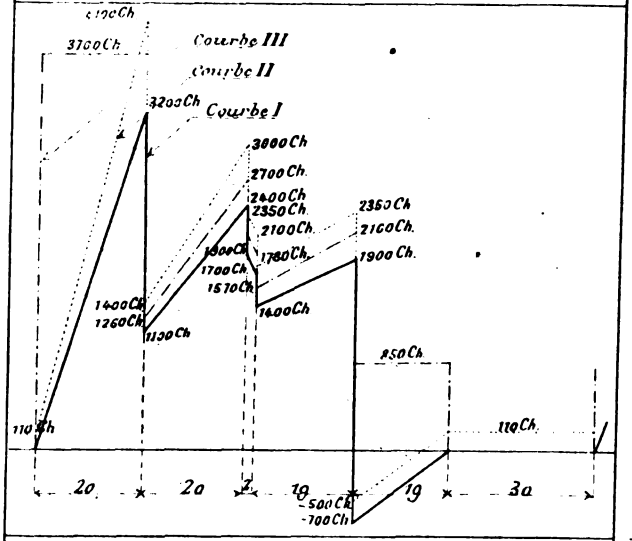
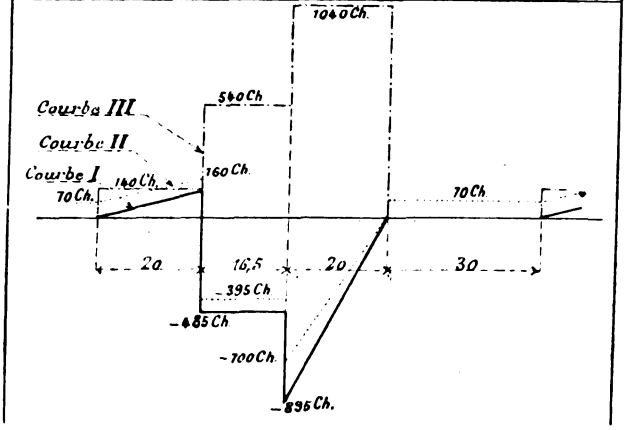
Digitized by Google

CARACTÉRISTIQUES DES MACHINES ET CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT	DIAGRAMMES DE MARCHE	ENERGIE EN KW-H	
— 1 — *Système : Tambours tronconiques.* Profondeur d'extraction. 230 m Charge utile..... 2700 kg Nombre de cordées à l'heure..... 90 Vitesse maxima dans le puits..... 12,5m:sec Vitesse de rotation des tambours ..... 41 t:min		I. A l'arbre des tambours.....	+2,14
		II. Absorbée dans le cas du système Léonard...	+3,16
		III. Absorbée dans le cas du système triphasé...	+4,75
— 2 — *Système : Bobines avec câbles plats métalliques.* Profondeur d'extraction. 550 m Charge utile..... 3000 kg Nombre de cordées à l'heure..... 42 Vitesse maxima dans le puits..... 13 m:sec Vitesse de rotation des bobines..... 46 t:min		I. A l'arbre des bobines.....	+5,4
		II. Absorbée dans le cas du système Léonard...	+7,5
		III. Absorbée dans le cas du système triphasé...	+8,85
— 3 — *Même machine que précédemment.* Remonte du personnel à raison de 2300 kg par cage. Vitesse réduite de 13 à 10 m:sec		I. A l'arbre des bobines.....	+4,3
		II. Absorbée dans le cas du système Léonard...	+6,3
		III. Absorbée dans le cas du système triphasé...	+9,22
— 4 — *Même machine que précédemment.* Descente du personnel à raison de 2300 kg par cage. Vitesse réduite de 13 à 10 m:sec		I. Disponible à l'arbre des bobines.....	3
		II. Restituée dans le cas du système Léonard.	—1,25
		III. Absorbée dans le cas du système triphasé...	+7,31

3° Le diagramme des puissances absorbées dans le cas du système triphasé direct.

Pour chaque diagramme nous avons indiqué en kilowatts-heure la quantité d'énergie correspondant à sa sur

Digitized by Google

CARACTÉRISTIQUES DES MACHINES ET CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT	DIAGRAMMES DE MARCHE	ÉNERGIE EN KW-H
— 5 — *Système : Tambour unique bicylindro-conique.* Profondeur d'extraction 710 m Charge utile ..... 4 000 kg Nombre de cordées à l'heure ..... 42 Vitesse maxima dans le puits ..... 16 m:sec Vitesse de rotation du tambour ..... 46 t:min		I. A l'arbre du tambour... + 9,9 II. Absorbée dans le cas du système Léonard... +13,3 III. Absorbée dans le cas du système triphasé... +14,9
— 6 — *Système : Tambours bicylindro-coniques.* Profondeur d'extraction 1 200 m Charge utile..... 5 000 kg Nombre de cordées à l'heure..... 33 Vitesse maxima dans le puits ..... 23 m:sec Vitesse de rotation des tambours ..... 45 t:min REMARQUE. — Bien qu'il s'agisse d'extraction à très grande profondeur l'écart entre les deux systèmes est plus grand que pour les diagrammes 2 et 5. Ceci tient à la grande inertie des tambours d'où résultent des puissances de démarrage très élevées et des puissances négatives assez considérables au freinage		I. A l'arbre des tambours.. +19,7 II. Absorbée dans le cas du système Léonard.. +26,2 III. Absorbée dans le cas du système triphasé... +34,4
— 7 — *Système : Tambours cylindriques avec câbles d'équilibre.* Profondeur du puits... 475 m Descente de charges à raison de 3 300 kg par cordée. Vitesse dans le puits... 13 m:sec Vitesse de rotation du tambour ..... 50 t:min		I. Disponible à l'arbre des tambours.. 5,28 II. Restituée dans le cas du système Léonard... — 1,86 III. Absorbée dans le cas du système triphasé... + 6 65

face. On constate que, dans tous les cas, la consommation d'énergie est plus faible avec le système Léonard. La différence déjà sensible pour l'extraction normale devient considérable pour la descente des charges ou la circulation du personnel à vitesse réduite.

Nous comparerons les résultats économiques d'exploi-

Digitized by Google

tation avec les deux systèmes en nous plaçant dans un cas moyen, tant comme profondeur que comme charge extraite.

Nous envisagerons le cas d'un siège susceptible d'extraire annuellement 300 000 t à la profondeur de 550 m. En admettant 100 000 cordées de 3 000 kg chacune, nous retombons sur le diagramme 2.

Pour déterminer le nombre de cordées nécessaire à la circulation du personnel, nous admettrons qu'un homme peut extraire par poste une tonne de charbon. Le nombre total d'hommes à transporter annuellement est donc de 300 000. En tablant sur 32 hommes par cage (diagrammes 3 et 4), le nombre de cordées sera de

$$\frac{300\,000}{32} = 9\,375$$

soit

9 375 cordées pour la descente du personnel

et

9 375 cordées pour la remonte du personnel.

Nous résumons dans le tableau ci-dessous les calculs de la consommation annuelle totale dans les deux cas et du coût de l'énergie en nous basant sur une valeur actuelle du kilowatt-heure de 0,15 fr.

Tableau I.

	SYSTÈME LÉONARD	SYSTÈME TRIPHASÉ DIRECT
1° *Extraction* : 100 000 cordées annuelles, soit.....	100 000 × 7 5 = 750 000 kw-h	100 000 × 8,85 = 885 000 kw-h
2° *Remonte du personnel* : 9 375 cordées annuelles, soit.....	9 375 × 6,3 = 59 060 kw h	9 375 × 9,22 = 86 438 kw-h
Total.....	809 060 kw-h	
3° *Descente du personnel* : 9 375 cordées annuelles, soit.....	9 375 × 1,25 = 11 720 kw-h	9 375 × 7,31 = 68 530 kw h
Consommation annuelle totale.....	797 340 kw-h	1 039 968 kw-h
Coût de l'énergie.....	797 350 × 0,15 = 119 600 fr	1 039 968 × 0,15 = 155 995 fr

Les prix actuels de l'équipement électrique d'une machine susceptible de réaliser le programme ci-dessus seraient, dans les deux cas, approximativement les suivants :

1° Système Léonard, 300 000 fr.

2° Système triphasé avec engrenages, 140 000 fr.

Les prix de la partie mécanique, des fondations, des bâtiments étant sensiblement les mêmes dans les deux cas, nous n'en tiendrons pas compte. Nous négligerons de même les frais d'entretien qui doivent être très peu différents, les risques résultant d'un plus grand nombre de machines dans le cas du Léonard étant largement compensés par la présence des engrenages et d'un appareillage plus délicat dans le cas du triphasé.

Nous compterons l'intérêt des sommes engagées à 6 pour 100 et nous admettrons que l'amortissement doit être effectué en quinze ans, le taux d'amortissement correspondant étant de 4,296 pour 100. Dans ces conditions, les dépenses annuelles à comparer sont les suivantes :

Tableau II.

	SYSTÈME LÉONARD	SYSTÈME TRIPHASÉ
Intérêts.....	18 000	8 400
Amortissement.....	12 888	6 014
Coût de l'énergie.....	119 600	155 995
Totaux.....	150 488	170 409

L'économie annuelle en faveur du système Léonard est donc de 20 000 fr environ.

Toutefois, la différence peut être, dans certains cas, moins importante. Il peut en être ainsi, par exemple, dans le cas d'extraction à grande profondeur où les démarrages étant relativement moins fréquents, les pertes dans le rhéostat sont réduites.

Il est possible aussi de diminuer la consommation dans le cas du triphasé, par une étude rationnelle du système d'enroulement des câbles. Les pertes dans le rhéostat jouant un rôle considérable au démarrage et au freinage, il est du plus grand intérêt de réduire la puissance au démarrage et d'éviter les puissances négatives au moment du freinage. Pour réaliser ces conditions, il convient de réduire au minimum l'inertie des masses en mouvemeut et d'adopter un système d'enroulement tel que les moments statiques dans le puits soient faibles au démarrage et sensiblement plus élevés en fin de cordée. Le système à tambour unique, bicylindro-conique, est celui qui semble, actuellement, satisfaire le mieux à ces diverses conditions.

Il est à remarquer, d'autre part, que la tendance actuelle est de diminuer notablement les diamètres d'enroulement des câbles et d'augmenter la vitesse dans le puits.

Il est possible que, dans un avenir prochain, les vitesses de rotation normales des machines d'extraction soient de l'ordre de 75 à 100 t : min. Il serait alors possible, même avec du courant à 50 p : sec, d'adopter des moteurs à attaque directe et le système triphasé pour-

Digitized by Google

rait concurrencer très sérieusement le système Léonard au point de vue économique.

Ce dernier n'en conservera pas moins une supériorité très marquée au point de vue de la souplesse et de la sécurité des manœuvres. Les avantages de la commande Léonard, sous ce rapport, sont tels que l'on peut affirmer que même à égalité économique, ce système continuera longtemps encore à jouir, pour les installations importantes, de la faveur dont il a bénéficié à juste titre au cours de ces dernières années.

G. ROUET,
Ingénieur E. C. P. Ingénieur à la Société alsacienne de Constructions mécaniques.

Au sujet des accidents aux turbo-alternateurs à vapeur

La Commission de perfectionnement du matériel et des installations électriques (6e Commission) de l'Union des Syndicats de l'Electricité, présidée par M. Bizet, s'est préoccupée des moyens propres à atténuer, sinon à supprimer, les accidents aux turbo-alternateurs à vapeur. Une Sous-Commission, présidée par M. Boucherot, fut chargée d'entreprendre l'étude de ces moyens et de faire une enquête à ce sujet auprès des constructeurs et exploitants. Ce sont les résultats de cette étude que donne le rapport ci-dessous du président de la Sous-Commission.

La Sous-Commission a pensé que son examen devait porter sur les trois points suivants :

1° Perfectionnements à apporter dans la construction des turbo-alternateurs ;

2° Modification éventuelle des conditions de réception de ces machines ;

3° Dispositions propres à limiter les dégâts lorsque des accidents se produisent.

La Sous-Commission a consulté les principaux constructeurs ou leurs ingénieurs ; elle a recueilli, en outre, des renseignements d'une vingtaine de stations centrales sur la façon dont se comportent leurs turbo-alternateurs pendant l'exploitation.

Des avis émis par les ingénieurs-constructeurs et des documents reçus des exploitations, il semble se dégager assez nettement une première impression qui est celle-ci : les accidents paraissent plus fréquents dans les machines qui chauffent le plus, même quand ces machines sont à tension relativement modérée, 4 000 ou 5 000 v, même quand elles ont des bobines de self-induction pour les protéger contre les surintensités de court-circuit.

Ceci n'implique pas nécessairement que les courts-circuits et les surtensions soient étrangers aux accidents ; cela veut dire que ces événements ont plus de prise sur les machines qui chauffent beaucoup.

Certains échauffements *locaux*, tels que ceux qui résultent de courants de Foucault exagérés dans des tôles mises en contact par des bavures, ou de courants de Foucault exagérés dans des conducteurs, semblent aussi avoir une grande influence.

En un mot, *il faut attribuer à l'échauffement plus d'importance qu'on ne l'a fait jusqu'ici*, se mettre plus en garde de ce côté.

Une autre impression se dégage aussi, mais avec moins de netteté, c'est que les machines à plus de 10 000 v sont trop délicates. Cette impression est tempérée par le fait qu'il y a de ces machines qui n'ont jamais eu d'accident, mais il convient de remarquer que celles qui sont dans ce cas n'ont pas un temps de service réellement considérable ou sont favorisées pour une autre autre cause. Au contraire, beaucoup de ces machines, bien construites, ont fréquemment des accidents.

Il y a donc lieu de mettre en garde les exploitants contre une adoption trop facile de turbo-alternateurs produisant directement des tensions de 10 000 à 13 500 v. Il faut, chaque fois que cela n'est pas impossible, s'en tenir aux moindres, comme 5 000 à 6 000 v, en maintenant les isolants prévus actuellement pour des tensions supérieures. Si les nécessités d'exploitation obligent à dépasser ces faibles tensions qui donnent toute sécurité, il faut examiner si l'adoption d'une tension franchement plus élevée, telle que 20 000 ou 22 000 v ne donnerait pas une compensation suffisante aux charges financières et pertes supplémentaires, occasionnées par l'addition de transformateurs-élévateurs qui s'imposerait alors.

Lorsque le réseau est entièrement constitué par des câbles souterrains, la question ne se pose pas, pour le moment du moins, mais c'est là l'exception.

Si l'on est inévitablement conduit à distribuer à 10 000 ou 13 500 v, il y a encore lieu d'examiner l'adoption de transformateurs à circuit unique, ou *auto-transformateurs*, avec des alternateurs de tension moitié. Lorsqu'il n'y a qu'à doubler la tension, ces transformateurs peuvent être réalisés avec une économie de 30 à 40 pour 100 sur le prix d'achat de transformateurs ordinaires et une amélioration du rendement de 1 pour 100 conjointement.

Avec ces transformateurs, ou d'autres, on peut éviter l'emploi de bobines de self-induction, dont le prix et la perte ne sont pas négligeables.

En tout cas, pour les très gros alternateurs, il convient de s'en tenir à la tension qu'on peut réaliser avec un nombre d'encoches convenable et deux conducteurs par encoche.

Digitized by Google

I. — Perfectionnements dans la construction. — RÉACTANCE D'INDUIT. — Il est devenu banal de répéter que, en raison des effets destructifs des courts-circuits, il faut augmenter la réactance d'induit pour diminuer le courant de court-circuit. Et cependant cette formule est très incorrecte si l'on ne spécifie pas la *réactance des fuites de l'inducteur et de l'induit*. Si l'on augmentait la réactance totale d'induit, sans augmenter la réactance des fuites, le courant *instantané* de court-circuit, qui est le seul intéressant à considérer pour ses effets, ne serait pas diminué. Lorsqu'on met une self-induction extérieure, on augmente ces deux réactances de la même quantité, et le courant instantané de court-circuit diminue, mais *moins* que si l'on n'augmentait *que* la réactance des fuites de cette même quantité. D'autre part, l'addition d'une self-induction extérieure ne diminue le courant instantané de court-circuit que si le court-circuit est au delà; elle est sans effet pour un court-circuit interne qui peut souvent se produire comme suite ou conséquence d'un court-circuit externe ou d'une surtension. Il serait donc désirable que les constructeurs s'ingénient, plus qu'ils ne l'ont fait, à obtenir la diminution du courant instantané de court-circuit par les fuites, fuites d'inducteur et fuites d'induit. L'idéal serait de mettre toutes les fuites dans la machine et de supprimer les bobines de self-induction extérieures. Faute de pouvoir y parvenir, il faut en mettre le plus possible dans la machine.

CONSOLIDATION DES TÊTES DE BOBINES ET DES CONDUCTEURS A LA SORTIE DES ENCOCHES. — La construction a fait beaucoup de progrès à cet égard depuis le début, mais il semble qu'on n'ait pas encore assez fait dans ce sens. Il y a encore, en effet, beaucoup d'accidents par production d'un arc entre le fer du stator et un conducteur à sa sortie de l'encoche, à l'encastrement ; l'hypothèse de la cassure du tube isolant à cet endroit paraît la plus plausible.

AMORTISSEURS DES ROTORS. — Le mode de construction des rotors présente souvent une grande défectuosité en ce sens que la continuité électrique des circuits amortisseurs est insuffisamment assurée; il en résulte parfois des défauts de contacts et des échauffements locaux qui pourraient être évités

ECHAUFFEMENT. — Ainsi qu'il a été dit au préambule, l'échauffement doit particulièrement fixer l'attention des constructeurs, aussi bien l'échauffement général que les échauffements locaux dus à des courants de Foucault excessifs, soit dans les conducteurs, soit dans certaines parties des tôles.

A cet égard, les indicateurs de température que l'on peut placer dans la machine lors de la construction peuvent apporter des précisions qu'on a peine à se procurer actuellement : les thermomètres sont, en effet, difficiles à appliquer à ces machines fermées, et la détermination de la température des enroulements d'induit par leur résistance exige qu'on arrête, ce qui est long et rend le résultat sujet à caution.

Mais il y a quelques réserves à faire : ces témoins ne peuvent pas être placés à l'intérieur des tubes isolants à cause du danger que cela présenterait pour les opérateurs et pour la machine ; placés au dehors des tubes, il ne faut pas se dissimuler que, dans certains cas, ils peuvent encore, même en les supposant très exacts, indiquer des températures sensiblement inférieures à celles existant réellement dedans. Les Américains, dans leurs règles, indiquent de 5 à 10° de différence : est-ce bien sûr ? La constitution des tubes n'est pas indifférente à cet égard, car les matériaux pouvant être employés présentent des conductivités thermiques très diverses, dans le rapport de 1 à 40 pour le papier et le mica, par exemple, si l'on en croit les formulaires.

Il convient encore de remarquer qu'on ne peut mettre qu'un nombre limité de ces témoins, qu'on ne peut pas songer à les utiliser pour déceler des défauts locaux de construction et qu'il faut se contenter d'en placer aux endroits les plus suspects.

Ces réserves faites, il est évident que ces témoins peuvent servir non seulement pendant les essais de réception, mais à n'importe quelle époque de l'existence de la machine, ce qui n'est pas sans intérêt.

Ces indicateurs de températures doivent-ils être constitués par des résistances ou par des couples thermo-électriques? Les avis sont partagés : certains constructeurs préfèrent les résistances, comme permettant des mesures plus industrielles, avec des appareils d'une sensibilité ordinaire pouvant être placés loin de la machine, au tableau de distribution par exemple. D'autres, en majorité, préfèrent les couples, comme tenant moins de place et donnant plus d'exactitude. Nous ne pouvons, pour le moment, les départager.

ISOLATION. — C'est une erreur absolue d'adopter, en ce qui concerne l'isolation, les mêmes coefficients de sécurité pour tous les alternateurs, quels que soient les réseaux qu'ils alimentent. Des alternateurs identiques, placés sur des réseaux différents, se sont comportés de façons toutes différentes dans l'exploitation. Il convient donc, d'une façon générale, de ne pas s'arrêter à des prescriptions invariables pour les turbo-alternateurs, qui ne sont pas des machines d'un usage courant comme les moteurs, petits transformateurs, etc..., et comme, d'autre part, il est prouvé que ces machines sont plus sujettes aux accidents, il est prudent d'exiger pour elles des isolations plus fortes que pour le matériel de vente courante.

A une certaine époque, on crut pouvoir expliquer les accidents en invoquant la détérioration des isolants par de l'ozone ou des composés nitreux produits aux dépens de l'air à l'intérieur des tubes isolants. La Commission croit peu à ces influences; elle recommande cependant d'employer de préférence des enroulements traités dans l'étuve à vide et imprégnés sous pression au moyen d'une substance qui remplisse tous les interstices à l'intérieur des tubes isolants et entre les conducteurs en se solidifiant. Mais, pour obtenir un bon résultat, il est indispensable que la substance em-

Digitized by Google

ployée reste solide jusqu'à une température supérieure à 100°.

On recommande également de renforcer les isolants entre spires du stator et d'employer à cet effet des matériaux incombustibles, comme pour l'isolement à la masse ; on soupçonne fort certains claquages à la masse d'être consécutifs à une détérioration de l'isolant entre spires par la chaleur, ou par surtension, ou par les deux causes réunies.

Enfin, il faut isoler très soigneusement les têtes de bobines et les connexions, et les recouvrir de plusieurs couches de vernis de bonne qualité formant une laque imperméable. Les bornes et connexions doivent être bien protégées et ne présenter aucune partie nue.

II. — **Conditions de réception.** — Les essais de réception exigés pour les machines ordinaires pourront être avantageusement modifiés comme suit pour les turbo-alternateurs :

Isolation. — La tension d'épreuve de la rigidité diélectrique au stator, qui est de deux fois la tension normale plus 1 000 v pour les machines courantes, doit être portée à deux fois et demie cette tension pour les turbo-alternateurs destinés à des stations centrales alimentant des réseaux pour lesquels la probabilité d'accident est normale, et à trois fois la tension quand on a des raisons de penser qu'ils seront très exposés, par la nature même des réseaux.

Il ne serait pas inutile de spécifier que la matière d'imprégnation des enroulements devra rester solide au-dessus de 100°. (Ceci n'est d'ailleurs pas particulier aux turbo-alternateurs.)

La sous-commission est unanime sur le point de prescrire un essai d'isolation entre spires, sur une ou deux sections prises au hasard, chez le constructeur, parmi celles qui sont en montage, sous une tension *égale* à la tension normale de la machine.

Echauffement. — Pour le rotor, la possibilité de relever la température moyenne par la résistance nous semble une garantie suffisante et la valeur limite de 90° adoptée par la Commission électrotechnique internationale pour les conducteurs isolés au coton *imprégné*, ou au papier, nous semble devoir être adoptée ici.

Des indicateurs de température (couples thermo-électriques ou résistances) seront placés dans le stator pendant la construction.

Quelques-uns de ces témoins, deux au moins, seront placés *dans* les têtes de bobines, aux endroits présumés les plus chauds; pour ceux-ci, la température limite observée sera de 90°.

D'autres, au nombre de quatre au moins, seront placés dans des encoches, extérieurement aux tubes isolants, dans le plan de symétrie perpendiculaire à l'axe de rotation, ou dans le plan présumé le plus chaud, évidemment aussi dans les encoches présumées les plus chaudes autour de l'axe, s'il y a des raisons de penser qu'elles ne sont pas toutes à la même température.

S'il y a deux tubes isolants par encoche, moitié de ces témoins seront placés entre ces tubes, et la température limite pour eux sera de 95°.

Le reste des témoins ou la totalité de ceux-ci, s'il n'y a qu'un tube isolant par encoche, sera réparti autour des tubes isolants, entre fer et tube, et entre cale de fermeture et tube; pour tous ces témoins, la température limite sera de 90° (1).

Les températures limites ci-dessus seront diminuées de 1° par 1 000 v pour les machines de plus de 5 000 v.

Il n'est pas sans intérêt de placer encore un ou deux témoins entre tôles pour connaître la température de celles-ci.

Dans tous les cas, il convient de maintenir la détermination de la température moyenne de l'enroulement du stator par sa résistance, en prenant telles précautions voulues pour tenir compte, dans la mesure du possible, du refroidissement pendant l'arrêt.

Enfin, tout ce qui vient d'être dit au sujet des témoins admet comme exacte la manière de voir des Américains en ce qui concerne la chute de température dans les parois des tubes isolants. Nous avons déjà dit que cette chute est peut-être grandement fonction des matériaux employés pour ces tubes, et il y aurait lieu peut-être d'en fixer la composition, ou tout au moins de spécifier quelque chose à cet égard. Mais les renseignements nous manquent pour aller plus loin dans cette voie. Il faudrait faire entreprendre des essais sur ce point par le Laboratoire central d'Electricité, ou par qui voudrait s'en charger, sur des tubes fournis par des constructeurs et de composition *connue*.

Essai de court-circuit. — Quelques personnes sont d'avis qu'on devrait faire, à la réception au moins, *une* mise en court-circuit brusque de l'alternateur tout installé dans les conditions d'exploitation, pour éprouver la partie mécanique, la fixation des enroulements, etc.

Mais, en général, on trouve que cet essai présenterait plus d'inconvénients que d'avantages, pour l'alternateur comme pour la turbine.

III. — **Limitation des dégâts.** — Lorsqu'un accident se produit, il y a évidemment intérêt à limiter l'incendie des produits combustibles accumulés sur les côtés de l'alternateur. Nous pensons qu'on doit déjà obtenir un résultat appréciable en adoptant la solution peu coûteuse d'une fermeture rapide de la circulation d'air.

Cette mesure a été complétée parfois par une injection simultanée : soit d'anhydride carbonique liquide (2), soit de pyrène, soit de vapeur d'eau (3).

On a déjà remarqué que les pompiers font quelquefois

(1) Tous ces chiffres supposent l'emploi du coton imprégné ou du papier sur les conducteurs. Evidemment, l'emploi d'un autre isolant conduirait à les augmenter des excès admis par la Commission électrotechnique internationale pour cet isolant.

(2) Voir procès-verbal de la première réunion de la Commission.

(3) Voir *General Electric Review*, janvier 1918.

Digitized by Google

plus de dégâts que l'incendie. La Compagnie Westinghouse a remplacé sur quelques machines la circulation d'air libre pris à l'atmosphère par une circulation d'air toujours le même, refroidi par passage dans un radiateur à circulation d'eau froide; mais le but de cette substitution était surtout d'éviter des poussières ou vapeurs nuisibles aux enroulements; on pourrait peut-être, avec une étanchéité suffisante, remplacer l'air de ces installations par un gaz inerte.

Mais M. Perret nous a fait remarquer avec raison que cet incendie n'est généralement pas la plus grande cause de pertes lors d'un accident. La perte principale vient de l'immobilisation du groupe électrogène pendant le temps relativement long de la réparation. Que les têtes de bobines soient incendiées ou non, ce temps est à peu près le même, parce qu'il faut presque toujours démonter tout l'enroulement, ou la moitié au moins, ce qui demande le même temps parce qu'on ne peut y mettre qu'une équipe. La réparation devient au contraire beaucoup plus longue quand il faut démonter les tôles, c'est-à-dire quand elles ont été fortement endommagées par les arcs. C'est donc surtout cela qu'il faut éviter, en cessant d'alimenter les arcs aussitôt qu'on le peut. D'où l'utilité grande de couper l'excitation, utilité reconnue également quand le court-circuit est externe, si l'on veut éviter de déformer les enroulements mécaniquement.

Quelques stations centrales ont déjà pris des dispositions pour couper l'excitation en utilisant le déclanchement de l'interrupteur automatique d'induit et paraissent satisfaites de cette adjonction : il y aurait peut-être lieu de la généraliser et de rechercher s'il y a ou non avantage à intercaler un rhéostat en série (et non en dérivation) avant la coupure; il y a du pour et du contre.

D'autre part, si l'on remarque qu'un court-circuit quelconque, interne ou externe, mono ou polyphasé, est toujours accompagné d'une surintensité dans l'inducteur, il y aurait peut-être avantage à commander l'interrupteur d'excitation par un relais de surintensité placé dans l'excitation même plutôt que par l'interrupteur d'induit, surtout dans le cas d'un alternateur marchant isolément.

P. Boucherot.

Revues, analyses et informations

La mise en phase dans le couplage en parallèle des alternateurs (1).

Pour pouvoir coupler en parallèle deux alternateurs, on sait qu'il est nécessaire que trois conditions soient remplies : tension égale, fréquence égale, concordance des phases. Pour apprécier les deux premières conditions, on se sert de voltmètres et de fréquencemètres ; pour la troisième condition, on utilise soit des synchronoscopes, soit des voltmètres, soit des lampes de phase. Les figures 1, 2, 3 représentent les trois schémas connus pour les lampes de phase, en supposant qu'on utilise des transformateurs de potentiel dont l'enroulement secondaire est mis à la terre suivant les prescriptions du V. D. E. La figure 1 représente le schéma à l'allumage; la figure 2 le schéma à l'extinction. L'avantage du premier schéma est que les accidents à la lampe ou au transformateur de potentiel sont immédiatement remarqués; l'inconvénient principal est qu'il n'est pas possible avec ce schéma de mettre à la terre d'une manière fixe le secondaire des transformateurs de potentiel dans le cas de plus de deux machines, ce qui fait que, aujourd'hui, on n'utilise presque plus que le schéma à l'extinction.

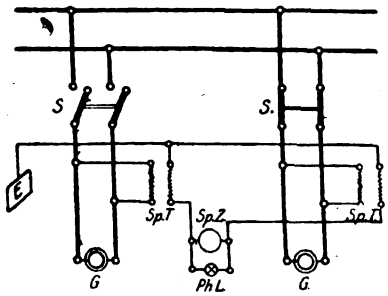


Fig. 1. — Schéma à l'allumage.

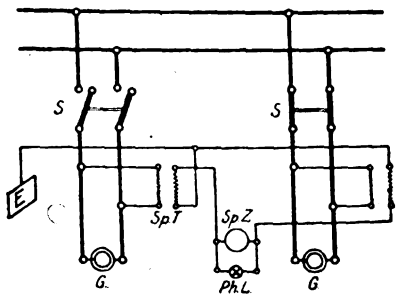


Fig. 2. — Schéma à l'extinction.

La figure 3 représente un schéma mixte dans lequel l'appareil indicateur de phase est un voltmètre donnant la tension de la ligne au moment de la concordance. Ce schéma réunit les avantages des deux autres et permet de mettre à la terre d'une manière continue des pôles de même nom. Il exige toutefois, au moins pour l'une des machines à coupler, l'emploi d'un transformateur triphasé de potentiel ou de deux transformateurs monophasés, ce qui complique l'installation, au cas où cette dernière n'exige pas le branchement de wattmètres qui rendent l'emploi de ces transformateurs supplémentaires de potentiel indispensables.

(1) Eivind Styff. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 20 septembre 1917, t. xxxviii, p. 461.

Digitized by Google

Sensibilité des divers appareils utilisés. — Pour nous permettre d'étudier le degré de sensibilité avec lequel on peut déterminer, grâce aux indications données par les divers appareils, la concordance de phase, nous définirons ce degré de sensibilité comme le rapport entre les variations des indications de ces appareils (variation des positions de l'aiguille du voltmètre, variation d'intensité lumineuse de la lampe à incandescence) et la variation correspondante de l'angle entre les deux vecteurs de tension à synchroniser (angle de phase), lorsque celui-ci augmente de zéro à une certaine valeur (petite). Si nous désignons par K le facteur de sensibilité, par A la donnée de l'indicateur de phase, par φ l'angle fait par les deux vecteurs de tension, la définition ci-dessus s'exprime mathématiquement par

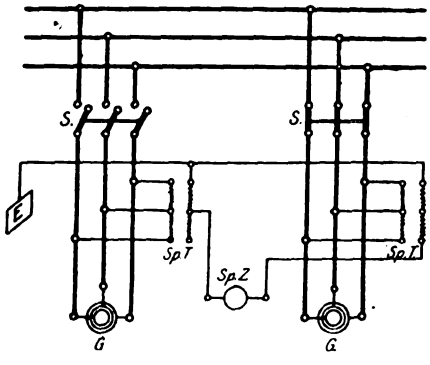


Fig. 3. — Schéma mixte.

$$K = \left(\frac{dA}{d\varphi}\right)_{\varphi=0}.$$

Nous allons décomposer ce facteur en deux autres en écrivant que

$$K = \left(\frac{dA}{d\varphi}\right)_{\varphi=0} = \left(\frac{dA}{dV}\right)_{\varphi=0} \times \left(\frac{dV}{d\varphi}\right)_{\varphi=0} = f \times g,$$

en posant

$$f = \left(\frac{dA}{dV}\right)_{\varphi=0}, \quad g = \left(\frac{dV}{d\varphi}\right)_{\varphi=0}.$$

L'indice $\varphi = 0$ signifie que les facteurs de sensibilité sont à déterminer en tenant compte des valeurs de A, de V et de φ lorsqu'on a atteint la concordance de phase.

L'équation précédente signifie que le facteur de sensibilité résultant se compose de deux facteurs : un facteur de sensibilité relatif au montage proprement dit (g) et un facteur de sensibilité relatif à l'indicateur de phase lui-même (f), V étant la tension à laquelle se trouve soumis cet indicateur de phase.

Facteur de sensibilité du montage proprement dit. — Nous choisirons le cas de deux alternateurs triphasés montés en étoile. Nous désignerons par E_p la tension d'une branche de l'étoile, par E_l la tension de la ligne et par V la tension appliquée à l'indicateur de phase. Les indices 1 et 2 désignent respectivement des grandeurs correspondant aux deux alternateurs.

A. — *Schéma à l'allumage* (fig. 4). — De la figure 4 on tire immédiatement

$$V = 2E \times \cos\frac{\varphi}{2},$$

et, sans tenir compte des signes,

$$\frac{dV}{d\varphi} = E \sin\frac{\varphi}{2}, \text{ pour } \varphi = 0, \ g = 0.$$

En supposant un angle φ très petit, nous pouvons écrire approximativement

$$g = E \times \frac{\Delta\varphi}{2}.$$

Si c'est le point neutre qu'on met à la terre, le vecteur de tension E est égal à E_p; si c'est l'extrémité de l'une des phases, $E = E_l$; on peut donc écrire,
dans le premier cas,

$$g_{an} = E_p \times \frac{\Delta\varphi}{2},$$

en désignant par g_{an} le facteur de sensibilité dans le cas du schéma à l'allumage, le neutre étant mis à la terre;
dans le second cas,

$$g_{ap} = E_l \times \frac{\Delta\varphi}{2},$$

g_{ap} étant le facteur de sensibilité dans le cas du schéma à l'allumage, l'extrémité de l'une des phases étant mise à la terre.

Fig. 4. — Diagramme des tensions pour le schéma à l'allumage.

B. — *Schéma à l'extinction* (fig. 5). — De la figure 5, on déduit

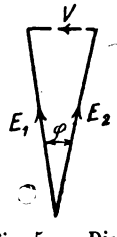


Fig. 5. — Diagramme des tensions pour le schéma à l'extinction.

$$V = 2E \sin\frac{\varphi}{2},$$

$$\frac{dV}{d\varphi} = E \cos\frac{\varphi}{2},$$

lorsque φ tend vers 0, $\cos\frac{\varphi}{2}$ tend vers 1 et on peut écrire

$g_{en} = E_p$, dans le cas où le neutre est mis à la terre;

$g_{ep} = E_l$, dans le cas où l'extrémité d'une phase est mise à la terre.

C. — *Schéma mixte* (fig. 6). — La figure 6 représente le diagramme dans le cas où le point neutre est mis à la terre; OA, OB, OC désignent les trois vecteurs de tension de l'un des alternateurs; OD, OE, OF, les trois vecteurs de tension

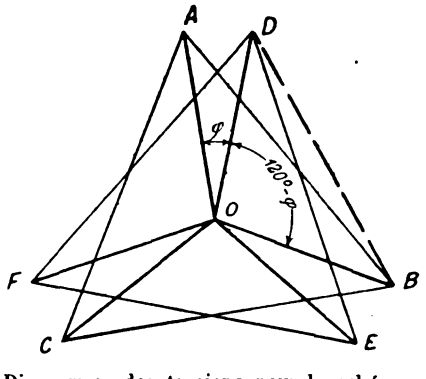


Fig. 6. — Diagramme des tensions pour le schéma mixte avec neutre à la terre.

Digitized by Google

de l'autre alternateur ; φ, la différence de phase. Dans la figure on voit que

$$V = 2 E_p \sin \frac{120^\circ - \varphi}{2},$$

$$\frac{dV}{d\varphi} = E_p \cos \frac{120^\circ - \varphi}{2}.$$

Quand $\varphi = 0$, on peut écrire, puisque

$$\cos \frac{120^\circ - \varphi}{2}, \cos 60^\circ = \frac{1}{2}, g_{mn} = E_p \times \frac{1}{2}.$$

La figure 7 représente le cas où l'extrémité d'une phase est mise à la terre.

$$V = 2 E_l \sin \frac{60^\circ - \varphi}{2},$$

$$\frac{dV}{d\varphi} = E_l \cos \frac{60^\circ - \varphi}{2};$$

quand

$$\varphi = 0, \cos \frac{60^\circ - \varphi}{2} = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2},$$

$$g_{mp} = E_l \times \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Grâce au facteur de sensibilité g, on peut donc déterminer comment varie la tension appliquée à l'indicateur de

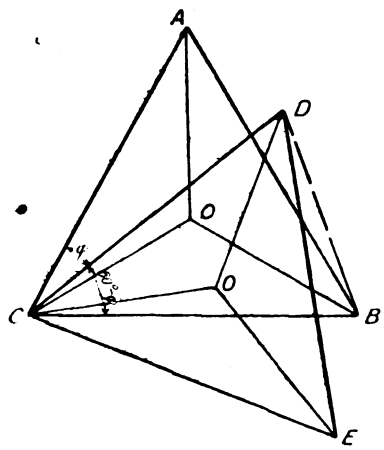


Fig. 7. — Diagramme des tensions pour le schéma mixte avec phase à la terre.

phase, lorsque l'angle d'écart augmente de zéro jusqu'à une certaine valeur petite.

Comme

$$g = \frac{dV}{d\varphi},$$

on a

$$dV = g\, d\varphi.$$

Si, au lieu d'une augmentation $d\varphi$, on a une augmentation égale à $\Delta\varphi$, on aura

$$\Delta V = \int_0^{\Delta\varphi} g\, d\varphi.$$

Lorsque g est sensiblement constant et égal à g_0 (pour de petites valeurs de l'angle d'écart, cas B et C), on peut écrire approximativement

$$\Delta V \fallingdotseq g_0 . \Delta\varphi.$$

Lorsque g varie avec φ (cas A),

$$g = g_0 \frac{\Delta\varphi}{2},$$

d'où

$$\Delta V = \frac{g_0}{2} \times \frac{(\Delta\ )^2}{2} = g_0 \times \frac{(\Delta\varphi)^2}{4}.$$

Facteur de sensibilité de l'indicateur de phase lui-même. — Nous allons chercher, de la même manière, une expression mathématique du facteur de sensibilité d'un indicateur de phase, en essayant de traduire par une formule les indications de l'appareil (écart de l'aiguille ou intensité lumineuse) en fonction de la tension appliquée.

Dans ce but, il faut distinguer les voltmètres à graduation égale sur tout le parcours de l'échelle, des voltmètres à graduation inégale, comme c'est les cas pour les appareils à fil chaud Ferraris, à fer doux et électrodynamiques. Pour les lampes à incandescence, il faut remarquer que l'intensité lumineuse J croît toujours plus rapidement que la tension appliquée ; pour les lampes à filaments de carbone, l'augmentation de l'intensité lumineuse est proportionnelle à E^6 ; pour les lampes à filaments métalliques, proportionnelle à E^4.

Dans les formules qui suivent, nous désignerons par

V, la tension appliquée à l'indicateur de phase ;

V_1, la tension maximum appliquée à cet indicateur ;

A, l'indication de l'appareil ;

A_1, l'indication maximum de l'appareil ;

Nous admettons que, dans chaque cas, la plus grande indication A_1 correspond à la plus grande tension V_1.

1° *Cas des voltmètres.* — Dans le cas où la graduation est égale sur tout le parcours de l'échelle, on a

$$A = C \times V,$$

$$A_1 = C \times V_1,$$

C étant une constante ;
d'où

$$A = \frac{A_1}{V_1} V;$$

comme, par définition,

$$I = \frac{dA}{dV}, \quad I = \frac{A_1}{V_1}.$$

Pour une graduation déterminée, nous poserons

$$A = A_1 \times \psi \times \left(\frac{V}{V_1}\right).$$

Le facteur de sensibilité se calcule alors de la manière suivante

$$I = \frac{dA}{dV} = \frac{A_1}{V_1} \times \psi' \times \left(\frac{V}{V_1}\right) = \frac{A_1}{V_1} \times \rho,$$

en désignant par ρ le produit de ψ', dérivée de ψ, par $\frac{V}{V_1}$; en

Digitized by Google

désignant d'autre part par ρ_a, ρ_e, ρ_m les différents produits dans les cas respectifs des schémas à l'allumage à l'extinction et mixte, on aura pour exprimer les produits les valeurs suivantes

$$\rho_a = \left[\psi' \times \frac{V}{V_1}\right]_{V=V_1},$$

$$\rho_e = \left[\psi' \times \frac{V}{V_1}\right]_{V=0},$$

$$\rho_{mn} = \left[\psi' \times \frac{V}{V_1}\right]_{V=V_1 \frac{\sqrt{3}}{2}} \text{ (cas du neutre à la terre)},$$

$$\rho_{mp} = \left[\psi' \times \frac{V}{V_1}\right]_{V=\frac{V_1}{2}} \text{ (cas de l'extrémité d'une phase à la terre)}.$$

Le calcul du facteur de sensibilité total K est alors facile en appliquant la formule $K = f \times g$.

Le tableau I donne les résultats btenus pour les différents cas examinés.

TABLEAU I.

NATURE DU SCHÉMA	POINT NEUTRE A LA TERRE $V_1 = 2E_p$	PHASE A LA TERRE $V_1 = 2E_l$
A l'allumage	$f = \frac{A_1}{2E_p} \times \rho_a$; $g = E_p \frac{\Delta\varphi}{2}$ $K = A_1 \times \rho_a \times \frac{\Delta\varphi}{4}$	$f = \frac{A_1}{2E_l} \times \rho_a$; $g = E_l \times \frac{\Delta\varphi}{2}$ $K = A_1 \times \rho_a \times \frac{\Delta\varphi}{4}$
A l'extinction	$f = \frac{A_1}{2E_p} \times \rho_e$; $g = E_p$ $K = A_1 \times \rho_e \times \frac{1}{2}$	$f = \frac{A_1}{2E_l} \times \rho_e$; $g = E_l$ $K = A_1 \times \rho_e \times \frac{1}{2}$
Mixte	$f = \frac{A_1}{2E_p} \times \rho_{mn}$; $g = E_p \times \frac{1}{2}$ $K = A_1 \times \rho_{mn} \times \frac{1}{4}$	$f = \frac{A_1}{2E_l} \times \rho_{mp}$; $g = E_l \frac{\sqrt{3}}{4}$ $K = A_1 \times \rho_{mp} \times \frac{\sqrt{3}}{4}$

On voit, d'après ce tableau, que le genre de mise à la terre n'a pas d'influence sur le facteur de sensibilité, dans le cas des schémas à l'extinction et à l'allumage; dans le cas du schéma mixte, au contraire, on obtient un facteur de sensibilité résultant plus grande de 70 pour 100 environ dans le cas de la mise à la terre d'une phase au lieu de celle du point neutre en admettant que $\rho_{mn} = \rho_{mp}$. Comme la première manière est actuellement le plus généralement utilisée, nous ne nous occuperons que de ce cas dans ce qui va suivre.

a) *Voltmètres dans lesquels la graduation est égale sur tout le parcours de l'échelle.* — Dans ce cas $\rho = 1$, donc

$$\rho_a = \rho_l = \rho_m = 1$$

et on obtient

pour l'allumage, $K = A_1 \frac{\Delta\varphi}{4}$;

pour l'extinction, $K = A_1 \times \frac{1}{2}$;

pour le schéma mixte, $K = A_1 \times \frac{\sqrt{3}}{4}$.

Dans le cas de l'allumage, au moment de la concordance de phase, $K = 0$ (puisque $\Delta\varphi = 0$), on ne peut donc pas déterminer cette concordance de phase par une lecture. Par rapport aux deux autres schémas, le premier ne doit pas être pris en considération. Les deux autres méthodes ne diffèrent pas beaucoup l'une de l'autre au point de vue de l'exactitude (la différence est seulement de 14 pour 100 environ).

b) *Voltmètres dans lesquels la graduation est inégalement répartie le long du parcours de l'échelle.* — En remarquant que le facteur ρ, d'après sa définition, n'est autre que la tangente à la courbe des dérivations, construite en coordonnées rectangulaires et exprimant $\frac{A_1}{A}$ en fonction de $\frac{V_1}{V}$, on trouve les résultats suivants:

D'abord pour tous les appareils (Ferraris-fil chaud-fer doux) $\rho_e = 0$, donc $K_e = 0$, ce qui veut dire qu'avec le schéma à l'extinction, il n'est pas possible d'apprécier la concordance de phase par une lecture. Il en est de même pour le schéma à l'allumage, puisque quand $\Delta\varphi = 0$, $K = 0$.

K est différent de 0 seulement pour le schéma mixte. On trouve que pour $\frac{V_1}{V} = \frac{1}{2}$, ρ_m est égal à environ 1,25 pour les appareils à fil chaud et à environ 0,95 pour les Ferraris; on en déduit que

$$K_m = A_1 \times 1{,}25 \times \frac{\sqrt{3}}{4} = 0{,}54\, A_1,$$

pour les premiers et que

$$K_m = A_1 \times 0{,}95 \times \frac{\sqrt{3}}{4} = 0{,}41\, A_1,$$

pour les seconds.

Dans les cas où, à cause de leur prix peu élevé, on voudrait employer des appareils à fer doux, et où le schéma mixte n'est pas indispensable, il faudra préférer le schéma à l'extinction au schéma à l'allumage; le premier donne en effet, quand l'angle d'écart φ croit à partir de 0, des écarts d'aiguille doubles de ceux donnés avec le schéma à l'allumage pour un même accroissement de φ.

LAMPES A INCANDESCENCE. — Comme nous l'avons indiqué plus haut, les intensités lumineuses J des lampes à incan-

Digitized by Google

descence en fonction de la tension appliquée aux bornes, s'expriment par les formules empiriques suivantes :

$J_c = C \times E^6$ pour les lampes à filaments de carbone.

$J_m = C_2 \times E^4$ pour les lampes à filaments métalliques, ce qu'on peut également écrire

$$J_c = J_{c1} \cdot \left(\frac{E}{E_1}\right)^6,$$

$$J_m = J_{m1} \left(\frac{E}{E_1}\right)^4,$$

où J_{c1} et J_{m1} sont les intensités lumineuses par une tension égale à E_1.

a) *Schéma à l'allumage.* — Comme la lampe utilisée est choisie de manière à correspondre à la tension maximum, nous pouvons remplacer E et E_1, par V et V_1, or nous avons vu que

$$f = \left[\frac{dA}{dV}\right]_{=0},$$

$f_c = 6 \times \frac{J_{c1}}{V_1}$ pour les lampes à filaments de carbone,

$f_m = 4 \times \frac{J_{m1}}{V_1}$ pour les lampes à filaments métalliques.

On déduit de là que, dans le cas du schéma à l'allumage, les lampes à filaments de carbone sont plus sensibles d'environ 50 pour 100 que les lampes à filaments métalliques. Pour pouvoir se faire une idée de la sensibilité pratique, il est nécessaire d'évaluer de quelle manière l'œil apprécie de petites variations d'intensité lumineuse. L'auteur a déduit d'un grand nombre d'essais faits sur des lampes Osram, 220 v, 10 bougies que, pour les deux sortes de lampes, on pouvait admettre les chiffres suivants, pour les variations d'intensité lumineuse perceptibles à l'œil :

	Lampes à filaments de carbone.	Lampes à filaments métalliques.
Petites variations...	$\Delta V = 4{,}0$ v	$\Delta V = 5{,}0$ v
Variations sensibles.	$\Delta V = 5{,}5$	$\Delta V = 8{,}0$
Fortes variations...	$\Delta V = 9{,}0$	$\Delta V = 12{,}0$

Ce qui, pour les angles d'écart, correspond aux valeurs suivantes :

	Lampes à filaments de carbone.	Lampes à filaments métalliques.
Petites variations...	$\Delta\varphi = 22°$	$\Delta\varphi = 25°$
Variations sensibles.	$\Delta\varphi = 26°$	$\Delta\varphi = 31°$
Fortes variations...	$\Delta\varphi = 33°$	$\Delta\varphi = 38°$

b) *Schéma à l'extinction.* — Il faut tenir compte dans ce schéma que les lampes s'éteignent déjà lorsqu'elles sont soumises encore à une tension relativement élevée. D'après des essais faits par l'auteur, sur les mêmes lampes que précédemment, il a déduit les chiffres suivants :

	Lampes à filaments de carbone.	Lampes à filaments métalliques.
Noires jusqu'à.....	55 v	28 v
Faible lueur.....	62 v	41 v
Lueur sensible.....	75 v	53 v
Forte lueur.....	98 v	73 v

Ce qui, pour les angles d'écart, correspond aux valeurs suivantes :

Noires.....	$\Delta\varphi = 29°$	$\Delta\varphi = 15°$
Faible lueur.....	$\Delta\varphi = 33°$	$\Delta\varphi = 22°$
Lueur sensible.....	$\Delta\varphi = 40°$	$\Delta\varphi = 28°$
Forte lueur.....	$\Delta\varphi = 53°$	$\Delta\varphi = 39°$

Pour le schéma à l'extinction, comme on pouvait s'y attendre, les lampes à filaments métalliques sont plus sensibles que les lampes à filaments de carbone.

Résumé. — La conclusion de toutes les considérations précédentes est la suivante :

1° Schéma mixte avec appareils. { Fer doux. / Fil chaud. / Electrodynamique. / Ferraris. } Indicateurs de phase très sensibles.

2° Schéma à l'extinction avec appareils à graduations égales

3° Schéma à l'extinction avec { appareils à fer doux / appareils Ferraris } mauvais indicateur de phase.

4° Schéma à l'allumage avec appareils à fer doux

5° Schéma à l'allumage avec lampes à filament de carbone

6° Schéma à l'extinction avec lampes à filaments métalliques } très mauvais indicateur de phase.

7° Schéma à l'allumage avec lampes à filaments métalliques

8° Schéma à l'extinction avec lampes à filament de carbone

Pour terminer, l'auteur donne quelques exemples montrant l'utilisation du schéma mixte dans différents cas.

Les figures 8 et 9 représentent le cas de la mise en parallèle avec les barres omnibus dans les installations comportant un simple jeu de barres omnibus et un double jeu de barres omnibus. Peur éviter de faux couplages on dispose, dans le cas du double jeu de barres omnibus, des lampes signaux, qui indiquent d'une façon tout à fait claire, sur quel système de barres sont fermés les sectionneurs. Comme la tension des barres omnibus est transformée à l'aide d'un transformateur triphasé de potentiel, il suffit de placer sur chaque machine et sur l'arrivée des transformateurs monophasés de potentiel.

Les figures 10 et 11 représentent le schéma de la mise en parallèle de deux alternateurs, dans le cas d'un seul jeu de barres omnibus (fig. 10) et dans le cas de deux jeux de barres omnibus (fig. 11).

Les machines étant munies de transformateurs triphasés de potentiel, il suffira pour les arrivées de disposer de transformateurs monophasés de potentiel, dans le cas où il n'est pas nécessaire de mettre en parallèle ces arrivées elles-mêmes; les plots de synchronisme sont placés sur les différents panneaux ou pupitres correspondant à chaque machine ou à chaque arrivée, tandis que les instruments de synchronisation sont fixés sur une colonnette générale pour toute l'installation. Dans les figures 8 à 11, on a représenté des appareils doubles qui permettent une comparaison facile des indications données pour les divers éléments à

Digitized by Google

coupler en parallèle. Le voltmètre double peut être un appareil à fil chaud ou du système Ferraris, le fréquencemètre double est muni de deux rangées horizontales de lames vibrantes; le voltmètre de phase peut être un appareil normal à fil chaud ou à fer doux établi pour le double de la tension normale de fonctionnement. Comme lampes de phase on emploie au mieux des lampes à filaments métalliques. La fermeture de l'interrupteur de la machine à

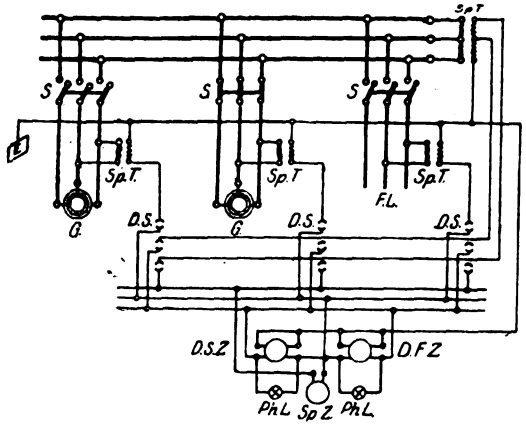


Fig. 8. — Mise en parallèle avec les barres omnibus (simple jeu).

coupler doit se produire lorsque les trois voltmètres de synchronisation indiquent la même tension. Pour faciliter cette comparaison, on peut munir le voltmètre de phase d'un index rouge mobile, dont on a réglé la position auparavant. On pourrait aussi utiliser pour le voltmètre de phase un appareil double, la seconde échelle étant soumise à la tension de service.

En résumé, le schéma mixte l'emporte sur tous les autres

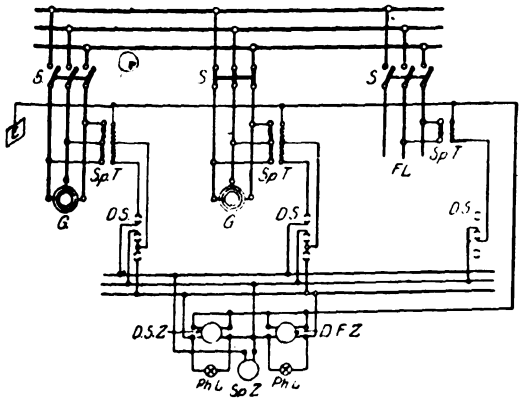


Fig. 9. — Mise en parallèle avec les barres omnibus (double jeu).

schémas de synchronisation simples, au point de vue de l'exactitude, de la sécurité du fonctionnement et du prix de l'installation. Le reproche qu'on peut lui faire est d'exiger l'emploi de potentiel spéciaux triphasés, mais comme, en général, de plus en plus, on installe sur chaque machine des wattmètres qui exigent eux-mêmes l'emploi de ces transformateurs, cette objection n'a que peu de valeur dans la plupart des cas. Lorsqu'on ne croit pas devoir employer le

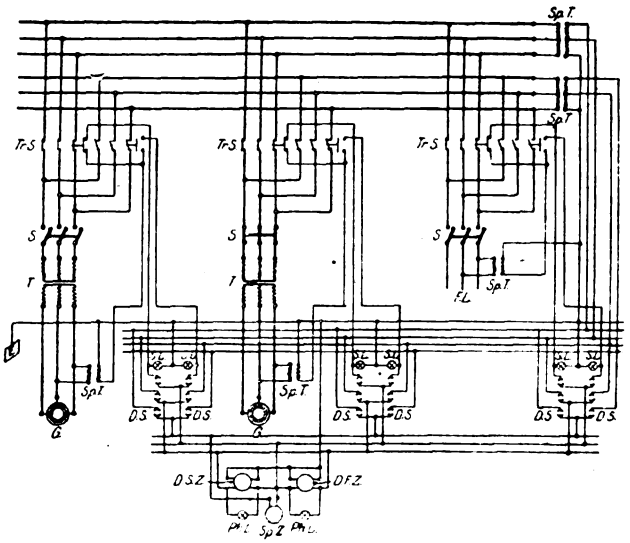


Fig. 10. — Mise en parallèle d'alternateurs entre eux (simple jeu de barres omnibus).

schéma mixte, il est préférable d'utiliser le schéma à l'extinction. Dans ce cas, il n'est pas à recommander de se servir

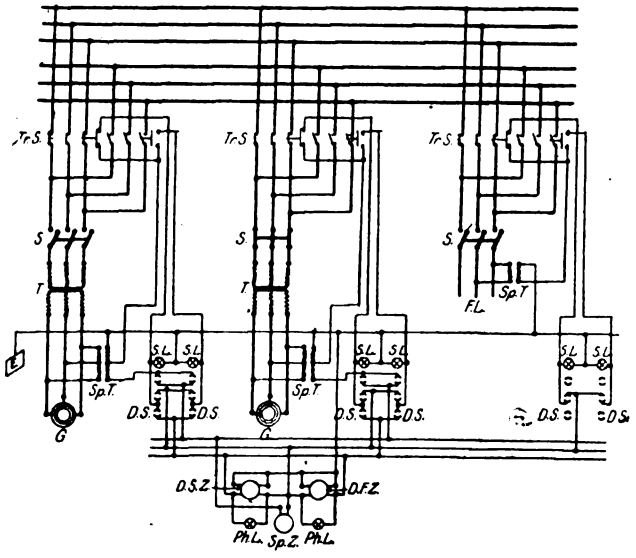


Fig. 11. — Mise en parallèle d'alternateurs entre eux (double jeu de barres omnibus).

d'autres appareils de mesure que ceux dont la graduation est à peu près uniforme sur tout le parcours de l'échelle. E. P.

Les installations de production et de distribution électrique à Buenos-Ayres (1).

Pendant les dix années qui ont précédé la guerre, les Allemands, avec leur sans-gêne habituel, avaient établi en fait leur véritable monopole pour la distribution de l'élec-

(1) *Engineering*, 4 et 11 janvier, 8 février, 1er et 22 mars 1918, t. CV, p. 4, 61, 141, 221 et 301, 6 500 mots, 70 fig.

Digitized by Google

tricité dans la capitale de l'Argentine ; une compagnie formée de l'association de l'A. E. G et d'une grande banque allemande construisit une importante station génératrice dont le matériel fut fourni par l'A. E. G. En quelques années, la Compagnie allemande absorba toutes les autres entreprises rivales et vers 1905 tenta d'obtenir la concession exclusive, mais la municipalité s'y refusa.

En 1914, la Compagnie était au capital énorme de 10 000 000 livres sterling et, naturellement, toutes les machines, câbles, appareils électriques branchés sur les distributions étaient d'origine allemande. Ce monopole de fait était exploité par les Allemands avec la plus grande intolérance et les conditions faites à certains clients étaient très onéreuses ; c'est dans cette situation qu'un ingénieur italien M. Giovanno Carosio, fonda la « Compania Italo-Argentina de Electricidad » de Buenos-Ayres malgré l'opposition faite par la Compagnie allemande et ses partisans. M. Carosio trouva les fonds nécessaires dans les banques italiennes et suisses ainsi que chez MM. Franco Tosi, Pirelli et Brown-Boveri de Baden qui fournirent également les machines ; les chaudières furent fournies par Babcock et Wilcox et les appareils de mesures, par Ferranti. En 1916, la nouvelle station a livré plus de 18 000 000 hw-h et de nouveaux projets d'agrandissement sont en cours d'étude. La figure 1 montre le plan de la ville et les emplacements de la station génératrice et des sous-stations ; la figure 2 donne à une échelle réduite, le plan de la station génératrice et d'autres planches font voir les dispositions intérieures de l'usine ; le courant triphasé à 7 000 v produit par des turbo-alternateurs est transporté à cinq sous-stations où il est transformé en courant continu 450 v et distribué à trois fils ; dans les sous-stations les batteries d'accumulateurs ont été remplacées par des groupes Diesel-génératrices à courant continu dont l'intervention en cas de demande brusque peut être tout aussi rapide, le rendement final étant plus élevé.

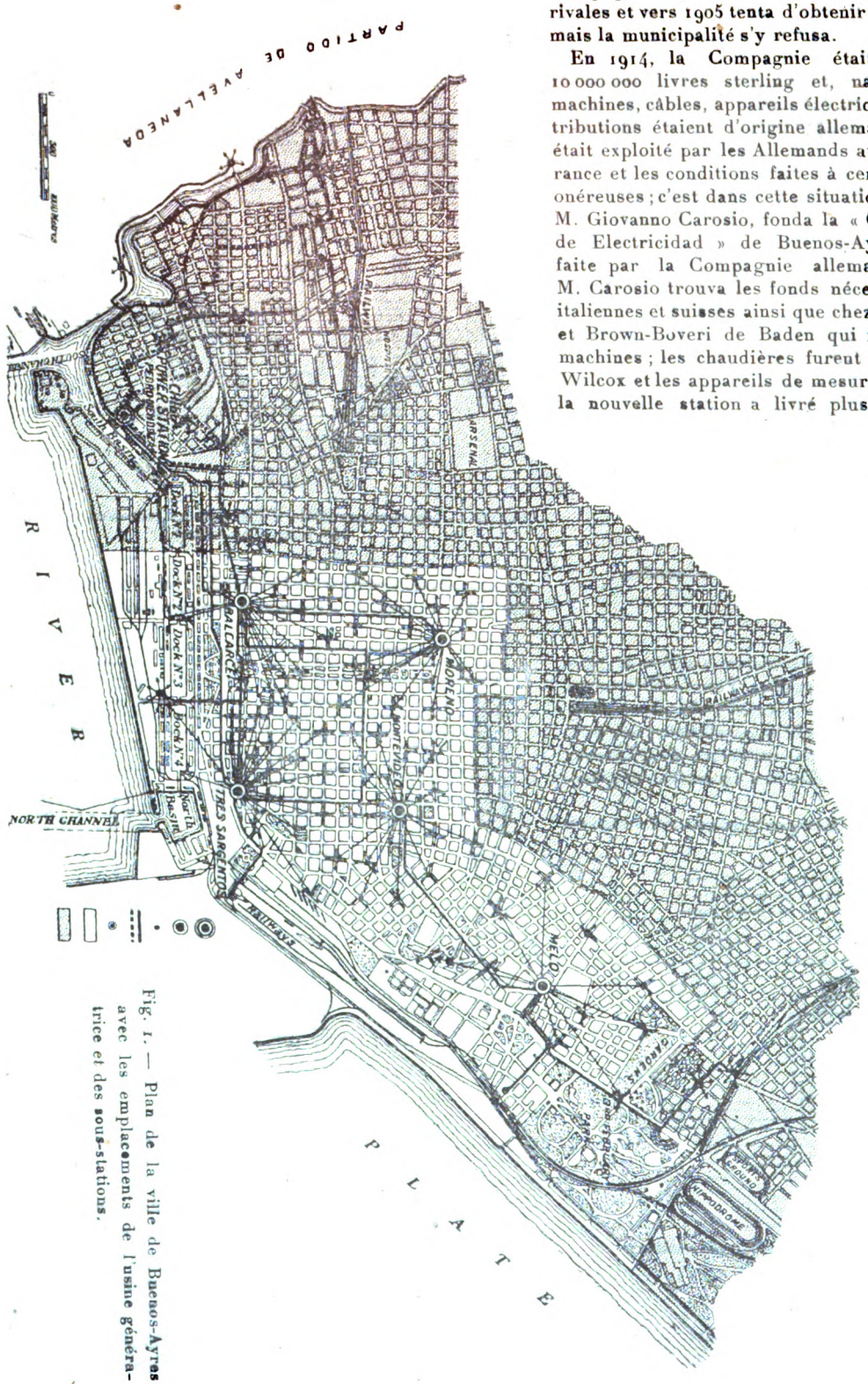


Fig. 1. — Plan de la ville de Buenos-Ayres avec les emplacements de l'usine génératrice et des sous-stations.

Equipement de la station centrale. Turbine a vapeur. — L'article donne la description sommaire, accompagnée d'une planche, des nouvelles unités de 10 000 kw ; la turbine à vapeur qui actionne l'alternateur est du type à action et à réaction et tourne à 1 500 t : min ; étant donnée la haute température de la vapeur

Digitized by Google

toutes les conduites d'amenée de cette dernière ont été munies de pièces de dilatation; il est à noter également que la partie échappement de la turbine a été constituée par un certain nombre de disques au lieu du tambour généralement employé par les turbines à réaction; cette solution a été adoptée parce que la vitesse périphérique est très grande, 600 pieds par seconde. L'article donne en outre un certain nombre de détails sur le régulateur, les pompes à huile, la valve de surcharge ainsi que sur le condenseur et les appareils accessoires de ce dernier.

Génératrices. — Les génératrices ont été fournies par Brown-Boveri, il existe une différence notable entre les constructions des machines de 5 000 kw et celles de 10 000 kw, les figures publiées par l'Engineering montrent nettement cette différence. Les machines de 10 000 kw ont un inducteur cylindrique en tôles fixées sur l'arbre, lequel, étant donné le grand diamètre de la machine, peut être tenu très fort; des canaux entre les paquets de tôles assurent la ventilation de ce rotor; l'enroulement est composé de cuivre plat isolé au mica et maintenu en place à l'aide de clavettes en acier ou en bronze, les extrémités des enroulements sont maintenues à l'aide de calottes en acier au nickel. Le stator est constitué par des tôles minces isolées au papier, les tôles sont assemblées en paquets laissant entre eux des passages suffisants pour l'air de refroidissement, l'enroulement est en deux couches pour assurer la parfaite symétrie du champ. Les machines plus petites sont pourvues d'un rotor à pôles saillants, dont chacun est constitué par deux éléments séparés de section circulaire dans lesquels sont vissées les pièces polaires; l'enroulement de ces pôles est constitué par du cuivre plat isolé au presspaun et enroulé sur place à l'aide d'une machine spéciale. Les pièces polaires sont formées de telle manière que l'onde de force électromotrice est pratiquement une sinusoïde. Dans ce type de machine la ventilation est assurée par la rotation seule. La même planche montre les dessins d'une génératrice à courant continu de 500 kw, à 500 v, tournant à 145 t:min et accouplée à un moteur Diesel à la sous-station de Tres Sargentos.

Tableau de distribution. — Le tableau de distribution a été également fourni par Brown-Boveri; des figures dans le texte en montrent les dispositions générales, et des planches en donnent de nombreux détails.

Sous-stations de distribution. — Le courant engendré à la station génératrice est converti dans cinq sous-stations alimentées en triphasé 7 500 v, 50 p:sec; l'énergie est distribuée à la clientèle sous forme de courant continu 445-480 v; dans les sous-stations, les batteries d'accumulateurs ordinairement employées pour égaliser la charge de la station génératrice ont été remplacées par des groupes moteurs Diesel-génératrices à courant continu; leur puissance normale est de 500 kw et ils sont au nombre de treize; les commutatrices sont également au nombre de treize parmi lesquelles huit peuvent fournir 1 000 kw chacune et cinq peuvent fournir 500 kw chacune; elles sont alimentées à six phases. De nombreuses figures dans le texte et des planches montrent les dispositions générales et des détails de quelques sous-stations. Les moteurs Diesel fournis par la

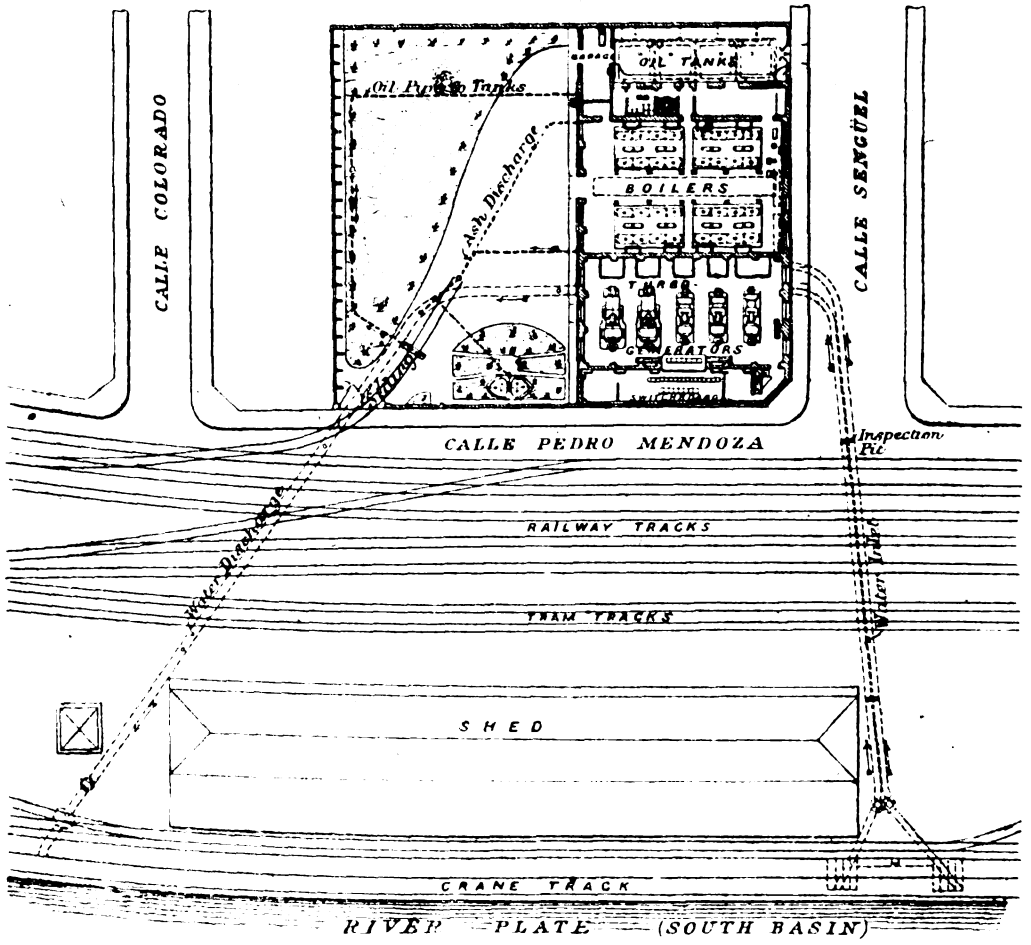


Fig. 2. — Vue d'ensemble de la station génératrice. — Oil Pipe to Tanks, tuyaux conduisant l'huile aux réservoirs (oil tanks); Boilers, chaudières; Switchboard, tableau de distribution; Railwax tracks, voies du chemin de fer; Tramways tracks, voies du tramway; Crane tracks, voies des grues; Siding Ash Discharge, embranchement pour l'évacuation des cendres; Inspection Pit, fossé de visite; Water Inlet, alimentation en eau.

Digitized by Google

maison Tosi peuvent développer chacun 775 ch en tournant à 145 t: min avec une consommation de 185 g d'huile lourde par cheval-heure effectif ; ces moteurs peuvent fournir au maximum 890 ch. Chacun de ces moteurs est accouplé à une dynamo, le volant est de dimensions telles que l'irrégularité dans le tou rne dépasse pas un deux centième. Les commutatrices sont à six phases et ont été construites par Brown-Boveri, la tension est réglée à l'aide d'un régulateur d'induction monté sur le circuit haute tension; la

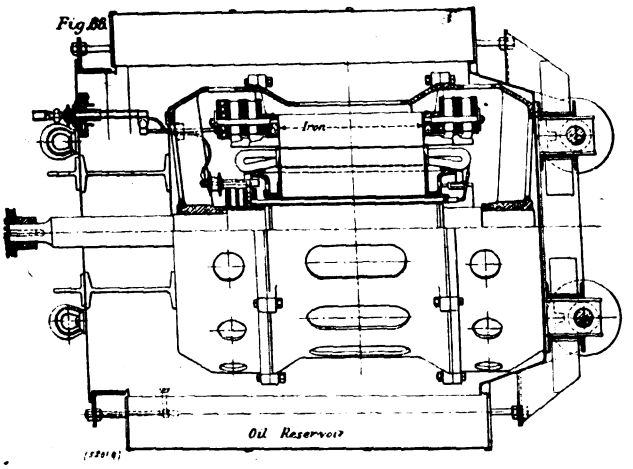


Fig. 3. — Régulateur d'induction des commutatrices hexaphasées des sous-stations de Buenos-Ayres.

figure 3 montre la disposition de ce régulateur dont le fonctionnement est automatique, la tension variant en fonction de la charge ; il n'existe aucun interrupteur sur le circuit basse tension alimentant les commutatrices, toute la commande se faisant sur le côté haute tension. Le démarrage des commutatrices a lieu du côté continu et la distribution est faite à trois fils. Les nombreux dessins accompagnant l'article montrent les détails du tableau et des appareils de sécurité.

E. B.

Un four électrique pour la fusion des alliages (1).

Le four dont il est question dans l'article est intéressant à considérer parce qu'il est employé à la préparation d'aciers spéciaux et parce que son équipement électrique est un excellent exemple de pratique moderne. Son principal produit est le nickel-chrome, mais il est aussi employé à faire des alliages d'un autre genre; il est du type Héroult à arc à régulation automatique et a une capacité de deux tonnes. Deux figures reproduisent des feuilles de wattmètres enregistreurs se rapportant, l'une à la fabrication de 1 360 t de nickel-chrome, l'autre à la fabrication d'acier à forte teneur en nickel. La puissance moyenne consommée a été maintenue pratiquement constante par le régulateur. L'auteur discute les particularités de l'opération par la considération détaillée des diagrammes. La température moyenne du four est 1 200°.

L'énergie est fournie par une distribution diphasée, 60 p : sec, 2 200 v et par deux transformateurs de 400 kv-a, 2 200/110 v à huile et à refroidissement naturel ; ils transforment le courant diphasé haute tension en courant triphasé basse tension, une phase pour chacune des trois électrodes du four. Une disposition spéciale a été prévue pour parer aux surcharges ; celles-ci sont de si courte durée que l'échauffement qui en résulte est négligeable, mais elles tendent à distordre les bobines ; celles-ci sont solidement fixées et peuvent supporter des surcharges momentanées s'élevant à quinze fois la charge normale. La réactance de ces transformateurs est double environ de celle de transformateurs ordinaires de même puissance. La régulation de la tension va de 106 v à vide à environ 100 v à pleine charge.

L'une des caractéristiques les plus intéressantes de l'équipement est le régulateur Thury, qui maintient automatiquement un courant presque constant aux électrodes, assurant ainsi l'uniformité du produit fabriqué. Chaque électrode a un mécanisme de régulation et un moteur pour sa montée et sa descente. Le régulateur peut être réglé pour toute valeur du courant désirée ; quand cette valeur est dépassée, chaque mécanisme de régulation ferme momentanément un contact qui provoque la mise en marche des moteurs et élève légèrement les électrodes ; les contacts continuent à se fermer à de brefs intervalles jusqu'à ce que les électrodes soient suffisamment élevées pour réduire le courant à sa valeur initiale, l'action intermittente empêchant que les électrodes ne soient élevées trop haut, ce qui provoquerait un régime instable. Quand le courant tombe au-dessous d'une certaine valeur prédéterminée, les électrodes sont abaissées de la même manière. Des amortisseurs empêchent le régulateur d'agir sous des surcharges de courte durée. Les moteurs des électrodes sont à courant continu, parce que les moteurs à courant alternatif ne peuvent être contrôlés avec une délicatesse suffisante. Ces moteurs sont de 2 ch. L'article donne la description du tableau. Quand l'opération est terminée, le four est incliné pour vidange au moyen d'un moteur à courant alternatif à bagues de 11 ch entraînant par engrenage le mécanisme de renversement. Les diverses photographies qui illustrent l'article représentent le four en action, le four incliné, le moteur de 11 ch et le mécanisme de renversement et, enfin, le tableau général.

P. V.

Notes pratiques

Les courants induits dans les ferrures tubulaires (2). — Dans les stations modernes, on tend de plus en plus à employer, pour supporter les isolateurs des barres, des cadres en tubes, dans lesquels, sous certaines conditions, s'induisent des forces électromotrices. L'article montre que ces effets ne sont pas toujours négligeables et il donne le moyen d'en prédéterminer l'importance. Un exemple numérique donne, comme valeur du courant induit, 14 a, alors que les barres transportent un courant de 3000 a.

P. V.

(1) William-H. Easton. *Electrical World*, 17 août 1918, t. LXXII, p. 295-297, 1 200 mots, 6 fig.

(2) *Electrical Review*, Chicago, 1er juin 1918, t. LXII 926-927, mots 2 fig.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Le travail et le capital en France

Nous avons relaté récemment les études faites, tant aux Etats-Unis (1) *qu'en Angleterre* (2), *en vue d'améliorer les relations entre employeurs et employés et contribuer ainsi au développement de l'industrie nationale de ces pays. De ce que nous n'avons pas jusqu'ici signalé d'études du même genre faites en France, il ne faudrait pas conclure que les Français se désintéressent de ces questions. Au contraire, beaucoup de personnalités, appartenant au monde patronal aussi bien qu'au monde ouvrier, se préoccupent vivement de leurs solutions. Mais il nous a semblé que, s'il était indispensable de tenir nos lecteurs au courant des études faites à l'étranger en raison de la difficulté que l'on rencontre à se procurer les journaux et revues où elles sont publiées, nous pouvions nous dispenser de relater dans ces colonnes toutes les études françaises concernant ce sujet, les diverses publications où elles paraissent étant facilement accessibles. Nous nous bornerons donc à signaler celles d'entre elles qui se recommandent à l'attention de nos lecteurs par une application spéciale à l'industrie électrique. C'est le cas des trois que nous signalons ci-dessous.*

La participation des employés et de l'Etat aux bénéfices industriels.

I. — Dans l'exposé de sa « nouvelle formule de travail », M. Ch. Mildé (3) fait tout d'abord ressortir la nécessité pour l'État de faire face aux charges budgétaires écrasantes résultant des dépenses de guerre et la nécessité pour le capitaliste et l'industriel de tenir compte de la puissance collective du syndicalisme.

Pour équilibrer le budget national M. Mildé admet la participation de l'État dans les bénéfices industriels et commerciaux, participation qui existe d'ailleurs actuellement pour les bénéfices de guerre. Il fait toutefois deux restrictions : la première est que, pour éviter que cette imposition ne supprime l'initiative privée, toute nouvelle entreprise se trouve libérée de cette charge fiscale pendant une période, dite de début, à déterminer; la seconde est que l'État, sous peine de voir la matière imposable disparaître, ne doit pas exiger un prélèvement de plus de 50 pour 100 des bénéfices restant après rémunération et amortissement des capitaux engagés.

Pour tenir compte des exigences ouvrières, M. Mildé propose de faire « une part également au prolétariat sous la forme de l'obligation de la participation aux bénéfices ». Il fait remarquer à ce propos que « chaque application de cette formule de justice sociale qui est née à la suite des événements de 1848, du fait de la généreuse initiative de Leclaire, a donné des résultats non seulement d'apaisement social, mais d'augmentation de rendement (1) ». Il reconnaît que néanmoins le développement de la participation aux bénéfices est fort lent, mais écrit-il, « ne jetons pas l'anathème aux industriels et aux capitalistes de ne pas avoir suivi en plus grand nombre la voie de la participation aux bénéfices; elle est extrêmement difficile dans son application, et seule *l'obligation apparaît comme la mesure nécessaire et sous une forme non pas individuelle mais collective* ». Toutefois il estime que ce développement ne peut manquer de se produire, car il ajoute : « Je sais bien que le capitaliste, l'industriel, s'éloignent avec horreur de toute conception économique où apparaît le seul mot de collectivité, cependant il faut accepter l'inévitable. Le syndicalisme est une puissance collective que les sociétés patronales ne peuvent plus rejeter; depuis longtemps les associations patronales anglaises, américaines et allemandes l'ont accepté ». A l'appui de son opinion il fait remarquer que la production est aujourd'hui réalisée par les grandes sociétés anonymes, les associations coopératives et les petits patrons : « Or la société anonyme est la

(1) Le Travail et le Capital aux États-Unis, *R. G. E.*, 11 mai 1918, t. III, p. 705-707.

(2) Le Travail et le Capital en Grande-Bretagne : Rapports Whitley sur l'organisation des relations entre le Capital et le Travail. *R. G. E.*, 15 juin 1918, t. III, p. 875-883.

(3) Ch. Mildé, constructeur électricien. Une nouvelle formule de travail. *L'Information ouvrière et sociale*, 13 juin 1918.

(1) Dans une note publiée dans « L'Information ouvrière et sociale » du 23 juin, M. Mildé fait à ce propos la remarque suivante :

« J'ai dit dans mon étude que cette participation était « apaisante ». Je tiens à illustrer ce que j'avance en rappelant un fait qui s'est passé au secteur des Champs-Elysées dont je fus le concessionnaire en 1890.

» J'avais stipulé au profit du personnel une part de 5 pour 100. Cette disposition avait permis au bout des six premières années d'exploitation de verser à tous les employés de ce secteur une augmentation de traitement qui représentait environ 35 à 38 pour 100 du salaire fixe.

» En 1897 il y eut à Paris un mouvement gréviste général qui priva la capitale pendant quarante-huit heures de lumière et de force électriques; sauf cependant les abonnés du secteur des Champs-Elysées dont le service fut assuré grâce à la fidélité de son personnel.

» Est-ce que la démonstration des effets apaisants de la participation ne sort pas de cet événement. »

Digitized by Google

formule indiquée pour les grandes affaires comme celle des associations collectives de production sera celle des petites et moyennes entreprises. A bref délai, le petit patronat disparaîtra fatalement ; les éléments qui le composent entreront dans l'atelier collectif des associations de production ou dans les sociétés anonymes, où l'élément travailleur devra trouver les mêmes avantages que dans l'atelier d'association de production. S'il en était autrement, le patronat, dans un avenir plus ou moins éloigné, serait vaincu par les associations ouvrières. Il faut donc que le patronat et le capitaliste fassent la part au travail ; mais je le répète, sous la forme d'une application *obligatoire* de la participation collective sur les bénéfices ».

Comment réaliser pratiquement cette application ? Ainsi qu'on le verra plus loin par l'exemple concernant la région parisienne, M. Mildé totalise les bénéfices d'une même industrie dans une région. Après prélèvement des charges financières, il en attribue la moitié aux industriels, l'autre moitié à l'État à charge par lui de distribuer au personnel 30 pour 100 du tout ; de cette façon celui-ci percevrait toujours une part, que l'entreprise à laquelle il appartient fasse ou non des bénéfices propres. Quant à la répartition de la part au personnel, elle serait faite suivant la modalité adoptée pour l'application de la loi des retraites ouvrières ; chaque intéressé recevrait un livret analogue à celui qui a été conçu pour l'inscription des sommes versées pour ces retraites ; la part des bénéfices, calculée sur l'ensemble comme il vient d'être dit, serait portée sur ce livret par les soins des agences de la Caisse des dépôts et consignations. En dehors du tantième réservé pour une retraite qui deviendrait obligatoire, les soldes seraient à la disposition du bénéficiaire dans les mêmes conditions qu'un placement à la caisse d'épargne postale.

En terminant l'exposé de son système M. Mildé écrit :

« Je sais bien que les industriels et, en général, ceux qui risquent leurs capitaux, réclament l'indépendance absolue de leur gestion et répugnent à toute intervention de l'État ; mais il faut se résigner à l'inévitable ; les sociétés anonymes ont toujours subi ces contrôles et leur prospérité n'en est pas atteinte.

» Il faut envisager avec courage les charges fiscales ou disparaître.

» Il faut également tenir compte des exigences ouvrières, et les satisfaire dans la mesure de l'équité. Or, si l'impôt est assuré en abandonnant une part des bénéfices, après la certitude des rémunérations et de l'amortissement des capitaux engagés, et si, sur cette part, vous avez satisfait aux revendications ouvrières, un grand pas aura été fait vers la justice et l'apaisement social. »

II. — L'application du système de participation aux bénéfices que préconise M. Mildé imposerait à l'industriel ou à l'employeur les obligations suivantes :

1° Tenir en double la feuille générale de paye de tout son personnel, employés et ouvriers.

2° Tenir un livret individuel de payement dont un double se détache (les documents signés de l'employeur et de l'employé).

3° Adresser après chaque paye la feuille récapitulative de ces payements et les feuilles détachées des livrets individuels au bureau régional de la prévoyance.

4° A des époques déterminées (deux fois par an) réunir les livrets de prévoyance des bénéficiaires et les envoyer au bureau régional de la prévoyance.

Ce service administratif dans les trois mois doit avoir établi les comptes des bénéficiaires.

5° Les mutations du personnel par entrée et sortie chez un employeur doivent être indiquées sur des feuilles spéciales détachées d'un livre à demeure. Ces feuilles détachées sont attachées immédiatement au bureau régional.

M. Mildé ajoute :

Les payements à l'intéressé des sommes disponibles en dehors de celles réservées pour assurer sa retraite lui sont faits par les bureaux de poste sur présentation de son livret de prévoyance, dans les mêmes conditions de simplicité pratiquées pour les retraits d'argent d'un livret d'épargne postal.

Les comptabilités des industriels seront établies sur un modèle unique approuvé par l'administration des finances. Les bilans et comptes de profits et pertes soumis à des commissaires aux comptes assermentés sont reconnus sincères et indiscutables. Des dispositions légales fixent les prélèvements nécessaires à l'amortissement et aux intérêts des capitaux engagés.

Toute entreprise nouvelle est dispensée de toutes charges contributives pendant les trois premiers exercices sociaux.

III. — Les résultats probables que donnerait l'application de ce système dans l'industrie électrique de la région parisienne sont indiqués dans la note suivante :

Dix mille ouvriers et employés répartis comme suit :

9000 ouvriers et employés exécutent en moyenne chacun pour 16000 fr de travaux par an, soit une production d'affaires de 144 millions ;

1000 ouvriers et employés font partie de maisons de début ou n'obtenant pas de bénéfices.

Le bénéfice moyen, toutes charges financières déduites, est de 15 pour 100, soit, sur 14 millions, 21 millions, à partager entre :

Industriels (50 %).....	10 500 000
Etat (20 %).....	4 200 000
Personnel (30 %).....	6 300 000

Mais il est nécessaire de favoriser le développement de la famille et d'attribuer aux enfants une part égale dans les participations aux bénéfices à celle du chef de famille. Si donc cette collectivité de dix mille ouvriers possède dix mille enfants, la part de 6300000 fr attribuée au travail sera divisée par 20000, soit par part 315 fr. Un célibataire recevra 315 fr ; un père de un enfant, 630 fr ; un père avec quatre enfants (315 × 5), 1575 fr.

Actuellement, les 300 maisons d'électricité environ de la région parisienne, en moyenne, ne représentent pas une contribution de plus de 300000 fr, soit 1000 fr pour chacune d'elles.

Le système de la perception sur les bénéfices fournirait 4200 0000 fr.

Digitized by Google

La participation aux bénéfices sous le contrôle de l'Etat permet, sans secousses, sans dépossessions, de satisfaire aux aspirations de justice sociale — et elle assure aux industriels une meilleure collaboration ; à l'Etat, une part très supérieure à celle des contributions habituelles, grâce au développement de la richesse qu'une telle association doit réaliser.

L'organisation sociale des Établissements Régis Joya, de Grenoble.

M. Jacques Bourret, secrétaire général de la Ligue sociale d'Acheteurs, a fait paraître dans « L'Ame française » et « L'Information ouvrière et sociale » les notes suivantes sur cette organisation.

Historique. — La maison Joya a été fondée à Grenoble en 1848. Elle fabrique tous les appareils de chaudronnerie, fer et cuivre. Avant la guerre, elle comptait en moyenne 360 ouvriers ; ce chiffre s'est élevé depuis les hostilités à 520.

Conseil d'usine. — Depuis janvier 1910, un conseil d'usine a été institué, dans le but de resserrer de plus en plus les liens d'amitié qui unissent les ouvriers, les employés et les patrons, d'étudier en commun tout ce qui peut amener à une plus grande prospérité, et d'initier les ouvriers à la marche générale des affaires de la maison.

Ce conseil comprend, outre la direction, les différents chefs de service, les contremaitres et tous les ouvriers ou manœuvriers ayant plus de vingt ans de présence ininterrompue dans l'usine. Il parait, en effet, naturel que l'ouvrier qui a collaboré longuement à une entreprise, ayant participé à son extension et à ses succès, connaissant ses traditions, les ressources de son outillage, etc., soit préféré à l'ouvrier élu au hasard, pour servir d'intermédiaire entre ses camarades et la direction.

Parmi le personnel de l'usine Joya, 36 ouvriers ont le temps de présence stipulé pour faire partie du conseil d'usine. Toutefois, depuis la guerre seulement, il a été admis, en raison de certaines circonstances, que 8 ouvriers élus soient adjoints au conseil.

Les réunions ont lieu chaque mois. Toutes les questions susceptibles de provoquer des conflits (augmentations de salaires, primes, apprentissage, etc.), sont examinées et solutionnées en commun ; les décisions sont portées par voie d'affichage à la connaissance du personnel.

Apprentissage. — Pour remédier aux inconvénients constatés dans la formation des apprentis à l'atelier même par les ouvriers, il a été créé en 1911 des cours professionnels donnés deux fois par semaine, gratuitement, par les ingénieurs, dessinateurs, comptables, contremaitres et chefs d'équipe de l'usine. Ces cours, qui durent deux heures, comprennent une partie morale, une partie technique, des notions de dessin, des renseignements pratiques, des questions posées aux élèves, quelques devoirs à faire à domicile. Ils sont obligatoires pour tous les jeunes gens de 13 à 18 ans ; quatre absences successives, non motivées, entraînent le renvoi de l'usine. Des notes d'assiduité et des épreuves annuelles permettent de faire un classement et d'attribuer, sous forme de carnet de Caisse d'épargne, un certain pécule comme récompense aux apprentis les plus méritants.

D'autre part, afin d'éviter que le jeune homme ne soit victime d'ouvriers peu scrupuleux, chaque membre du conseil d'usine est désigné pour être le « parrain » d'un apprenti et s'intéresser à sa formation morale et professionnelle.

Les cours ont été suspendus au début de la guerre. En septembre 1917, une Union s'est faite entre tous les industriels métallurgistes de Grenoble pour la création de cours communs aux apprentis de leurs établissements, sur le modèle de l'institution Joya ; ces cours groupent 200 apprentis et 130 professeurs de bonne volonté.

Salaires et primes. — Depuis juillet 1907, M. Joya a intéressé tous ses ouvriers et employés aux économies réalisées dans l'exécution des travaux. Les différences obtenues entre les prévisions de coût de main-d'œuvre, pour un travail déterminé, et le coût réel, sont attribuées aux ouvriers dans la proportion de 83 pour 100 et partagées entre eux proportionnellement à leurs salaires. Ces bonis ont fonctionné jusqu'au mois d'août 1914, époque où ils ont été remplacés par une prime aux fabrications de guerre. Ils s'élevaient en moyenne à une centaine de francs par ouvrier et par an.

Des primes sont également allouées aux ouvriers travaillant aux pièces et aux chefs d'atelier sur le tonnage mensuel sortant de l'usine, ainsi qu'aux employés techniques ou comptables sur les bénéfices annuels.

Enfin, chaque ouvrier qui imagine un appareil nouveau intéressant la fabrication d'un objet, reçoit une prime en rapport avec l'importance de l'invention ou de l'amélioration.

En septembre 1916, quelques ouvriers demandèrent à M. Joya un acte en faveur des familles nombreuses, en raison de la cherté croissante de la vie. A la suite d'enquêtes, il fut décidé qu'il serait accordé les bonifications mensuelles suivantes à tous les chefs de famille ayant à leur charge des enfants de moins de treize ans : pour le premier enfant, 8 fr ; deuxième, 10,50 fr ; troisième, 13 fr ; quatrième, 15,50 fr ; cinquième et suivants, 18 fr chacun. Soit, pour une famille de cinq enfants, 65 fr par mois, ou 780 fr par an.

A la suite de l'organisation du « Salaire familial » à la maison Joya, tous les industriels métallurgistes de la région ont adopté des dispositions semblables en faveur des familles de leurs ouvriers.

Caisse de prévoyance sociale. — Un prélèvement sur les bénéfices annuels permet d'alimenter une « Caisse de prévoyance sociale », qui donne, à fin d'année, 100 fr à tous les ouvriers ayant trente ans de présence à l'usine et assurera prochainement un congé annuel rétribué, à raison d'un jour par année de présence dans l'atelier, avec maximum de douze jours.

Docks d'alimentation. — Depuis octobre 1917, sur l'initiative de la maison Joya, les métallurgistes grenoblois ont organisé quatre magasins de vente de denrées d'épicerie et de viande, ainsi qu'un entrepôt pour les pommes de terre (à 0,25 fr le kilogramme) et pour le vin (à 1,20 fr le litre). Il existe également des magasins de chaussures et de vêtements de travail. Environ 10 000 familles s'y fournissent actuellement.

Un restaurant a également été ouvert au centre d'un quartier ouvrier. Les ouvrières sont servies à part. Le repas à la portion revient à environ 1,25 fr.

Société de secours mutuels. — Elle fonctionne depuis juillet 1898. Cent cinquante ouvriers en font partie. L'actif atteint, au début de 1918, 12500 fr. La cotisation mensuelle est de 1 fr. En cas de maladie, les ouvriers touchent 1,50 fr pendant trois mois et 0,75 fr pendant les trois mois suivants.

Secours aux familles des mobilisés. — Depuis le début

Digitized by Google

des hostilités, les ouvriers et employés versent un certain pourcentage de leur salaire en faveur des familles de leurs camarades mobilisés. La direction y ajoute une bonification. Il a été distribué, en trois ans et demi, plus de 52000 fr.

Le salaire à prime et la méthode Taylor.

Sur l'initiative du Groupement économique des Industries françaises, M. F. Bayle, directeur du Bureau des Études économiques du Syndicat de la Métallurgie de Lyon, a fait récemment à Saint-Étienne deux conférences où il a préconisé le *système du salaire à prime* et expliqué ses relations avec le *système Taylor*.

Les idées de M. Bayle sur la question des salaires sont bien connues des électriciens tant par la conférence qu'il a faite en 1916 devant la Société internationale des Électriciens [1] que par les trois articles qui ont été publiés sous sa signature dans les derniers numéros de « La Revue électrique » [2] et par l'intéressant ouvrage récemment édité par la librairie Dunod et Pinat [3]. Nous croyons néanmoins, en raison de l'importance de la question [4], devoir donner quelques extraits des conférences de Saint-Étienne.

I. — En premier lieu, M. Bayle développe quelques arguments démontrant la nécessité d'une réforme dans les errements actuels concernant les salaires.

« Travailler, dit-il, c'est produire; on travaille pour vendre. Mais à qui vendrons-nous? L'Amérique, l'Angleterre, l'Italie, moins profondément engagées que nous, et depuis moins longtemps, seront des vendeurs plutôt que des acheteurs.

» L'activité intérieure que nécessitera la reconstruction de nos villes détruites ne sera pas pour nous une période de réel enrichissement; il faut donc prévoir des années très dures. Tout dépendra de la ligne de conduite des syndicats patronaux et ouvriers.

» Si les patrons essaient de revenir aux errements économiques d'autrefois, si les syndicats ouvriers continuent à poursuivre la destruction de la richesse acquise, la guerre au capital, il faut alors s'attendre à des catastrophes.

» Si, au contraire, on entre dans les voies ouvertes par Taylor, tout peut être sauvé; le salut ne peut être obtenu que par une réorganisation générale du travail et par une production intensive. »

« Mais, ajoute-t-il, pour entrer dans la voie de Taylor il faut savoir et pouvoir; ce que Taylor a fait, chacun n'est pas à même de le refaire avec le même succès; c'est long et difficile.

» La réorganisation industrielle peut être abordée de trois façons différentes : 1° par l'organisation scientifique, suivant les règles de l'ingénieur américain; 2° par l'organisation préalable d'une comptabilité spéciale, à la manière allemande; 3° par l'application des nouvelles méthodes de paiement.

» Ce dernier procédé n'est peut-être pas le plus séduisant pour l'esprit, mais c'est le plus simple, le plus facile d'application, le plus rapide en résultats pratiques.

» C'est le plus facile car la théorie du salaire moderne est d'une simplicité extrême qui la met à la portée de tous les patrons comme de tous les ouvriers.

» C'est le plus efficace, parce que, contrairement à la méthode analytique de Taylor et à la méthode comptable allemande, elle s'adresse en premier lieu aux ouvriers.

» C'est le plus rapide, car cette réforme ne demande au plus que quelques mois.

» C'est le plus général, car il peut être appliqué par la totalité des patrons, aussi bien de la petite et de la moyenne industrie tout comme par ceux des grandes affaires. »

On peut se poser la question : Qu'est-ce que le salaire? La réponse est si difficile que jusqu'ici les économistes n'ont pas réussi à se mettre d'accord. Attendu qu'il s'agit d'arriver à un résultat pratique, M. Bayle laisse de côté cette question, trop théorique, pour n'envisager que les tarifs de paiement du travail ouvrier :

« Un tarif est une règle qui fixe le paiement en fonction de la production, mesurée pour chaque ouvrier. »

II. — Si les nouveaux tarifs proposés rencontrent de la part des ouvriers et de beaucoup de patrons une vive opposition, cela tient, suivant M. Bayle, à la tradition ou plutôt à la routine. Toute cette opposition, d'où qu'elle vienne, provient d'une incomplète conception de l'importance du facteur : vitesse, facteur qui est la base du salaire moderne d'après les considérations suivantes [1] :

« Le salaire est simplement la vitesse de paiement comme la production ouvrière est la vitesse de production.

» Le quotient de la vitesse de paiement (salaire), par

(1) F. Bayle; Application d'une théorie du salaire moderne dans les manufactures, Introduction à la méthode de Taylor; *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, mai 1916, t. III, 3e série, p. 199-234.

(2) F. Bayle; Le salaire moderne et son application, *La Revue électrique*, 17 novembre, 1er et 15 décembre 1916, p. 314-318, 343-347 et 379-383.

(3) F. Bayle; Les salaires ouvriers; salaire moderne et méthode de Taylor; les abus dans les usines de guerre. Un volume de 216 pages. Prix, 6,50 fr.

(4) Voir sur ce sujet dans la *R. G. E.*

Formules des divers tarifs de salaires, 9 juin 1917, t. I, p. 897-900.

La réglementation des salaires pour les fabrications de guerre, 24 février 1917, t. I, p. 317-320, et 17 mars 1917, p. 349.

Conge; Système de tarification des salaires, 29 juin 1918, t. III, p. 949-950.

A. Villemin; L'organisation, l'enseignement et la vulgarisation des nouvelles méthodes de travail; sur la rémunération du travail et sur le contrat du travail, 18 mai 1918, t. III, p. 737-741.

A. Ramsay; Le salaire et ses résultats; un facteur psychologique du rendement de l'atelier, 7 septembre 1918, t. IV, p. 357.

(1) On trouvera ces considérations présentées sous une forme algébrique dans les articles de *La Revue électrique* des 1er et 15 décembre 1916.

Digitized by Google

la vitesse de production (activité), est le prix de l'ouvrage, ou valeur vénale du travail.

» Ce prix est toujours une fonction de la vitesse de production, sauf dans un seul cas; ce cas unique est celui du tarif aux pièces. En effet, avec la formule aux pièces, le prix de l'ouvrage est fixe, c'est-à-dire indépendant de l'activité de l'ouvrier. Que celui-ci travaille vite ou lentement le prix de l'ouvrage est invariable pour lui comme pour son patron.

» Mais on conçoit très bien que l'on puisse établir des règles telles que, par exemple, le prix augmente quand la vitesse diminue; dans ce cas, le prix de l'unité d'ouvrage varie en sens inverse de la vitesse de production; le type le plus connu répondant à ces conditions de variation inverse est le tarif à la journée; quand la vitesse de l'ouvrier augmente, le prix de revient diminue, mais le salaire reste fixe.

» On peut aussi établir des tarifs tels que le prix varie dans le même sens que la vitesse; le modèle de ce genre, à variation directe, est le tarif différentiel de Taylor; on comprend qu'il pousse au travail, attendu que le prix de l'ouvrage augmente quand l'activité augmente; l'ouvrier est donc incité à faire de la vitesse.

» Le prix diminue aussi quand la vitesse diminue et celà le dégoûte de la paresse.

» Le prix de l'ouvrage étant le quotient de la vitesse de paiement (ou *salaire*), par la vitesse de production (ou *activité*), réciproquement le salaire est égal au produit du prix de l'ouvrage par la vitesse de production.

» Cette remarque faite, on comprend facilement que, lorsque le prix de l'ouvrage est fixe, le salaire, produit du prix fixé par la vitesse variable, augmente proportionnellement à la vitesse de production; c'est le cas du tarif aux pièces; c'est le tarif proportionnel. Il est unique.

» Mais si le prix croît avec la vitesse il se trouve que le salaire est le produit du prix augmenté par une vitesse augmentée; donc il est visible que le salaire grandit ici plus vite que la vitesse de production; c'est le cas des tarifs hyperproportionnels dont le tarif différentiel de Taylor est un exemple pratique.

» Enfin, si le prix de l'ouvrage décroît quand la vitesse de production augmente, le salaire est alors le produit d'une vitesse qui augmente par un prix qui, lui, diminue; d'où résulte l'abaissement du produit par rapport au cas du tarif proportionnel. Naturellement, suivant la rapidité de la variation du prix de l'ouvrage par rapport à la vitesse de production, le salaire peut, soit augmenter en même temps que la vitesse, quoique moins vite : c'est le cas des tarifs modernes — soit rester fixe : c'est le cas du tarif à la journée — soit enfin diminuer.

» Toutes ces notions exigent, en pratique, pour être convenablement utilisées, la préalable détermination des prix et vitesse de bases. C'est la nécessité de cette détermination préalable, j'attire l'attention sur ce point, *absolument capital*, qui permet d'affirmer que la théorie du salaire moderne et la théorie de Taylor ne sont qu'une seule et même théorie : celle du travail productif, contrairement à ce que supposent les adversaires du salaire à prime. »

III. — C'est ce dernier point que M. Bayle développe dans sa seconde conférence.

Il pose tout d'abord les deux questions suivantes : Quel est le meilleur tarif? Quel est le plus mauvais tarif?

Dans les deux cas, la réponse est la même : c'est le *tarif à la journée*, et il en donne la démonstration.

Après le tarif à la journée, quel est le plus mauvais tarif? C'est le tarif aux pièces; le motif en est la proportionnalité que ce tarif établit entre le paiement et l'ouvrage accompli dans un temps donné, proportionnalité qui conduit à des salaires exagérés.

Mais qu'est-ce qu'un salaire exagéré? C'est celui qui est incompatible avec l'ordre social, étant entendu qu'il ne s'agit pas de l'ordre traditionnel mais de l'ordre qui exige que chacun soit rétribué selon ses capacités et sa contribution personnelle à l'œuvre générale.

Cependant M. Bayle établit ensuite que la proportionnalité du paiement, inadmissible dans une usine inorganisée devient parfaitement acceptable dans une usine qui applique les règles de Taylor; la valeur pratique d'un tarif dépend donc de celui qui s'en sert.

Pour bien faire comprendre sa pensée, M. Bayle prend des exemples :

« On a objecté, dit-il, que les usines d'automobiles Ford, d'où sortent journellement plusieurs milliers de voitures finies, pour arriver à une telle production et à des prix aussi bas que ceux qui ont été cités, n'ont pas eu besoin d'employer un tarif compliqué; elles ont adopté simplement le tarif à la journée. »

Le conférencier en explique la raison et montre que ce choix n'était pas facultatif, mais obligatoire.

« Pour chaque pièce ou même pour chaque opération subie par une des pièces, la vitesse de production imposée par la loi de continuité du débit, loi qui s'applique à l'écoulement de l'ouvrage à l'intérieur d'une usine, comme aux fluides incompressibles, peut être obtenue soit avec un même nombre d'ouvriers, en augmentant leur production individuelle, soit avec la même production individuelle, en augmentant le nombre des ouvriers. Ainsi, chez Ford et ailleurs également, la loi de continuité, comme aussi l'accroissement de la production journalière, peut être obtenue par la seule variation de l'étendue des ateliers et du nombre des ouvriers. Ce procédé est essentiellement rétrograde au point de vue technique, réactionnaire et égoïste au point de vue social; c'est celui des établissements gérés par l'État. »

Il ajoute :

« Un chantier d'État est un fromage où grouillent les parasites : pourriture d'énergie, empoisonnement social!

» Tel puissant patron qui accroît ses bénéfices en augmentant le nombre de ses ouvriers, la surface de ses ateliers et qui néglige l'étude du rendement intérieur, est méprisé par Taylor : c'est l'exploiteur, c'est le capitaliste de Karl Marx.

» Cet homme est inutile à la société; il déplace des

Digitized by Google

forces et de la richesse au sein de la nation; il canalise des ressources... à son profit, mais il ne contribue aucunement à l'enrichissement général. La main-d'œuvre qu'il accumule dans ses vastes usines il l'enlève à d'autres patrons qui l'utiliseraient aussi bien et peut-être mieux que lui, dans l'intérêt général; comme il a créé sa richesse à l'aide du nombre et non au moyen de l'amélioration du rendement individuel, il n'a pas augmenté le patrimoine de l'humanité.

» Taylor le condamne ; il a raison. »

Plus loin M. Bayle dit :

« Si l'on en croit Taylor le fonctionnement économique des arsenaux américains est ridicule ; mais, dit-il, il est bon de ne pas souscrire à cette appréciation sans l'analyser.

» Le rendement des arsenaux américains est ridicule par rapport à celui de l'industrie avoisinante; notre organisation industrielle, en France, est en général notablement en retard sur l'organisation américaine; or, le fonctionnement de notre industrie gouvernementale actuelle est ridicule par rapport à celui de notre industrie privée : tout le monde le sait.

» On voit qu'il y a des degrés dans la déchéance ; les arsenaux américains ne sont pas, et ne peuvent pas être, au dernier degré de l'échelle.

» C'est cette dégradation du travail que les politiciens veulent généraliser en France. »

Puis, après s'être élevé contre les théories de Karl Marx, il ajoute :

« Les ouvriers, guidés par les politiciens, par leurs chefs socialistes, instruits eux-mêmes par Karl Marx, se sont révoltés contre la tyrannie du capital. La tyrannie était réelle et la révolte nécessaire; mais il fallait une révolte plus intelligente que celle des membres contre l'estomac du bon La Fontaine. Quand, dans la collectivité nationale, le capital ne va plus, rien ne va plus. La France, en descendant à son insu, endormie par la politique d'avant-guerre, du premier au dernier rang des nations principales, en a fait l'expérience; son capital était à l'étranger. »

IV. — Revenant à la méthode de Taylor, M. Bayle fait justice du reproche adressé à Taylor de vouloir faire de l'ouvrier un automate, sans pensée, ni goût, ni originalité. Puis il examine les moyens d'arriver dans l'avenir à l'application de la méthode scientifique et montre que les tarifs à prime sont les plus pratiques de ces moyens.

« Avec un peu de réflexion, dit-il, on distingue très vite que les tarifs sont tous membres d'une seule famille; ils sont frères et peuvent ne différer les uns des autres que par des nuances imperceptibles du personnel ouvrier; on peut donc les remplacer un à un, sans provoquer de résistance. Une fois ces tarifs en usage, on peut alors commencer à étudier l'organisation intérieure. Maintenant ce travail s'accomplira en sécurité, à l'abri de tarifs protecteurs, sans être obligé de soutenir la dure lutte contre les ouvriers, décrite par Taylor, qu'impose une attaque de front de la méthode américaine. On peut aller aussi vite, *et surtout aussi lentement*, que les circonstances l'exigent, sans être entraîné plus vite qu'on ne le voudrait.

» Le but, et d'ailleurs le seul mérite de la théorie du salaire moderne, c'est de mettre l'application de la méthode de Taylor à la portée de chacun, en simplifiant considérablement le début de la réforme, en assurant la sécurité commerciale, en transformant en une évolution réglable à volonté, au gré des circonstances, ce qui entre les mains habiles de Taylor était une véritable révolution fonctionnelle intérieure, révolution qu'il avait le talent de conduire pacifiquement, eu égard aux ouvriers et énergiquement à l'égard du personnel dirigeant ».

Et M. Bayle conclut :

« Pourquoi les patrons adopteront-ils tous un jour la méthode scientifique d'organisation des usines? Pour satisfaire leurs intérêts particuliers.

» Pourquoi chaque ouvrier doit-il demander la généralisation de la méthode scientifique de paiement du travail? Pour être payé chacun suivant sa production.

» Pourquoi la Confédération générale du Travail [1] doit-elle aider de toutes ses forces à la propagation de la méthode de Taylor? Pour satisfaire aux intérêts de la classe ouvrière.

» Pourquoi la Nation : bourgeois, patrons, ouvriers, intellectuels et prolétaires, doit-elle adopter les doctrines nouvelles? Pour faire la Patrie française plus heureuse.

» L'intérêt et le devoir, l'égoïsme et l'altruisme, la conscience et l'imagination, le cœur et l'esprit, la chimère même, trouvent satisfaction dans l'œuvre de Taylor.

» Il faut donc condamner celle de Karl Marx. »

Congrès général du Génie civil (*Suite*)

TRAVAUX DE LA SECTION VII

Les travaux de la section VII (Génie rural et industries agricoles) du Congrès du Génie civil, comprennent douze rapports savoir :

La culture mécanique, par M. Mennesson ;

L'enseignement pratique de la mécanique agricole à l'usage des ouvriers agriculteurs, par M. G. Wéry ;

Nouvelles industries agricoles, par M. E. Barbet ;

[1] Il est à rappeler que, dans un discours au récent congrès de cette Confédération, son secrétaire général, M. Léon Jouhaux, a proposé l'étude de la réalisation de la formule suivante : le maximum de production dans le minimum de temps, pour le maximum de salaires.

Digitized by Google

La création de grandes exploitations agricoles, par M. J.-A. PETIT ;

Une méthode de remembrement applicable à la propriété rurale et aux terres affermées, par M. L. LISTRE ;

L'industrie sucrière en France après la guerre, par MM. GROBERT et LISTRE ;

Relations des colonies avec la métropole, par M. Jean DYBOWSKI ;

Moyen de développer les applications agricoles de l'électricité, par M. Paul LECLER ;

Une banque nationale agricole, par MM. Paul MENESSIER et J.-A. PETIT ;

Remembrement de la propriété rurale, par M. VIGNEROT ;

La motoculture et son application à la moyenne et petite culture en pays morcelé, par M. HOTTENGER ;

Bureaux d'ingénieurs-conseils en matière agricole par M. WÉRY.

Sur ces douze rapports, nous en analyserons deux qui nous semblent devoir intéresser les électriciens.

Moyen de développer les applications agricoles de l'électricité (1).

Le but du rapport de M. Paul Lecler est de rechercher ce qu'il faut faire pour développer les applications agricoles de l'électricité, dans l'intérêt général qui est en même temps l'intérêt particulier des agriculteurs, des producteurs, des distributeurs de courant électrique et des constructeurs de matériel agricole et électrique.

Le rapporteur cherche à déterminer quels actes sont à accomplir, par quels moyens, par qui, sous la direction de qui. Nous examinerons successivement avec lui ces différents points.

Jusqu'à ces derniers temps les travaux agricoles, sauf le battage, se faisaient presque exclusivement au moyen d'hommes ou d'animaux ; la culture mécanique n'avait reçu que quelques rares applications et était encore en France, à l'état expérimental. Déjà, avant la guerre, le manque de main-d'œuvre se faisait sentir, et les agriculteurs étaient obligés d'envisager l'emploi d'appareils à moteurs pour exécuter leurs travaux. La guerre a considérablement aggravé la situation : le manque de main-d'œuvre et d'animaux a été cause que de grandes étendues de terrain sont restées en friche et que les parties cultivées l'étaient de plus en plus mal, il en est résulté que la production agricole a diminué considérablement. Pour remédier à cette situation on n'a qu'une ressource : recourir aux appareils mécaniques.

Vers le printemps 1915, on essaya un grand nombre de types de tracteurs à essence de construction étrangère et en général américaine et on passa des commandes d'un nombre important de tracteurs ; ces appareils, qui présentent des avantages réels, furent mis entre les mains de personnes inexpérimentées et ne répondirent pas à ce qu'on attendait d'eux. Ils présentèrent, en exploitation, des faiblesses et des défauts de construction et nécessitèrent de grosses dépenses d'entretien et de réparation ; ils étaient d'ailleurs établis pour répondre à des conditions culturales autres que celles de nos pays.

Après l'enthousiasme du début, on s'aperçut que la question du labourage mécanique et, en général, de l'emploi des moteurs en agriculture était beaucoup moins avancée qu'on l'avait supposé et que le moteur électrique pouvait rendre autant et même plus de services que le moteur à essence.

Le principal inconvénient du moteur électrique en agriculture est l'obligation d'être relié par des conducteurs à une ligne d'alimentation ; mais à part cela, il présente des avantages remarquables : robustesse, simplicité, facilité de manœuvre pour le premier venu, insignifiance de l'entretien, économie d'acquisition et de fonctionnement, etc. Le courant électrique nécessaire à l'alimentation des moteurs pourra être fourni à très bon compte grâce à nos nombreuses chutes d'eau encore fort mal utilisées. L'électricité est utilisable non seulement pour les labours et tous les travaux des fermes, mais peut encore exercer une influence favorable sur la végétation (électroculture). Le labourage électrique cependant présente une grosse difficulté qui consiste à relier l'appareil à la ligne d'alimentation, il rencontre son concurrent le plus sérieux dans le labourage à vapeur qui est bien au point et donne des résultats très satisfaisants, mais on peut espérer que les installations électriques de labourage, qui n'en sont qu'à leurs débuts, feront de grands progrès et pourraient lutter avantageusement contre le labourage à vapeur.

M. Paul Lecler démontre ensuite la nécessité de l'expérimentation et des méthodes d'essais et réclame la formation d'un Comité technique pourvu de ressources suffisantes qui pourrait procéder à l'essai des appareils présentés par les inventeurs et fournir à ceux-ci tous les documents nécessaires pour guider leurs recherches et leur éviter des tâtonnements inutiles.

Le rapporteur pense, au sujet de ce Comité, qu'il serait utile :

1° De créer une Commission, ou Comité de perfectionnement du matériel agricole, et spécialement des appareils de culture, formée de techniciens nommés sur la proposition des groupements agricoles qualifiés ;

2° Composer cette Commission uniquement de techniciens ;

3° Mettre à sa disposition des moyens d'action suffisants, en argent, en matériel, et en personnel et que ce personnel soit uniquement sous sa dépendance ou du moins nommé ou promu uniquement suivant ses propositions ;

4° Que cette Commission établisse d'abord des méthodes uniformes d'essai pour les appareils agricoles ;

5° Qu'elle établisse ensuite un programme de recherches méthodiques et le mette à exécution ;

6° Qu'elle agisse comme un organe centralisateur de documentation et de recherches ;

7° Qu'aucun essai ne puisse être subventionné par l'État sans qu'il soit fait suivant un programme

(1) Rapport de M. Paul LECLER.

Digitized by Google

approuvé par la Commission, et avec les méthodes indiquées par elle, et (éventuellement) par ses agents qualifiés.

M. Paul Lecler émet ensuite ce vœu que le programme ci-dessus soit limité aux applications agricoles de l'électricité, et que l'Union des Syndicats de l'Electricité, la Société des Agriculteurs de France, la Société française des Électriciens, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale et la Société des Ingénieurs civils s'entendent de suite, nomment chacune deux ou trois délégués qui institueraient une Commission mixte ayant à sa disposition quelques fonds indispensables et qui établirait un programme. Le programme établi, le Comité pourrait le réaliser soit seul, soit avec l'aide de l'État.

L'auteur examine ensuite les facteurs qui agissent sur le développement des applications agricoles de l'électricité et qui, à son avis, sont de deux catégories bien distinctes, techniques et économiques qui, toutes deux, dépendent des conditions électriques et agricoles.

Le rapporteur montre que les conditions de fonctionnement des moteurs utilisés en agriculture obligent à brancher les appareils agricoles sur de grands réseaux; cependant l'énergie hydraulique des petits cours d'eau pourrait être, dans certains cas, utilisée pour actionner une petite centrale hydro-électrique agricole, le supplément d'énergie nécessité par les surcharges serait demandé à de grands réseaux de distribution, ce qui aurait l'avantage de régulariser le facteur de charge de ces réseaux.

Mais, de l'avis de l'auteur, la solution la meilleure et la plus économique consisterait toujours à demander l'énergie nécessaire aux travaux agricoles aux grands réseaux de distribution électrique.

M. Paul Lecler examine ensuite les consommations possibles des réseaux de distribution agricole. Les puissances nécessaires pour les différents travaux agricoles sont très variables; les moteurs pour les appareils intérieurs de la ferme demandent 1 ou 2 ch, ceux des concasseurs de grains, 4 ou 5 ch, ceux des batteuses 8 à 12 ch, et ceux d'un treuil de labourage 50 à 100 ch. La plupart du temps ces moteurs sont soumis à de fréquents à-coups, ce qui nécessite un appareillage spécial pour les sous-stations et les réseaux agricoles de distribution d'électricité.

Beaucoup de réseaux actuels devraient donc être remaniés pour pouvoir satisfaire aux travaux agricoles. La faible consommation des installations agricoles, 10 à 20 kw-h par hectare et par an, dans les conditions actuelles, et une centaine de kilowatts-heure avec le labourage électrique, était cause que les distributions d'énergie électrique, dans la crainte de ne pas couvrir leurs frais d'installation, refusaient souvent de fournir de l'énergie aux petites entreprises agricoles. Cependant, si les applications agricoles de l'électricité étaient étendues à l'irrigation, au battage, etc., la consommation d'énergie par hectare et par an pourrait atteindre 24 kw-h et même plus, si le labourage électrique était appliqué, le nombre de kilowatts-heure utilisés par hectare et par an atteindrait 100 et la fourniture du courant deviendrait acceptable pour le distributeur.

Le rapporteur étudie ensuite l'utilisation de l'énergie électrique chez les agriculteurs, les tarifs à appliquer et la propagande à faire pour assurer le développement des applications agricoles de l'électricité.

M. Paul Lecler examine également la question de savoir si le matériel électrique agricole doit appartenir à chaque agriculteur ou être en commun; il montre que, pour les appareils intérieurs de ferme et les appareils de battage, les agriculteurs ont intérêt à posséder chacun le matériel qui leur est nécessaire; pour le labourage électrique, il en est autrement, les treuils de 100 ch ou plus ne peuvent convenir qu'aux agriculteurs possédant plusieurs centaines d'hectares en labours; pour les autres, il conviendrait qu'ils s'associent pour posséder le matériel en commun ou aient recours à un entrepreneur qui leur louerait ses appareils.

Le rapporteur continue son étude en examinant les actes à accomplir pour développer l'utilisation de l'électricité en agriculture, il passe en revue les rôles de chacun : producteurs et distributeurs d'énergie électrique, agriculteurs, constructeurs de matériel Etat, et montre la nécessité d'une action commune.

Il résume comme il suit les moyens de développer les applications agricoles de l'électricité qui peuvent se diviser en deux grandes catégories :

1° Recherche de l'amélioration des applications actuelles de l'électricité à l'agriculture et réalisation de nouvelles applications par l'expérimentation intensive favorisant l'invention méthodique;

2° Développement des applications actuelles et de celles qui seront rendues pratiques par l'expérimentation ci-dessus.

Pour réaliser les objectifs de la première catégorie, il est utile :

De créer une commission composée uniquement de techniciens en petit nombre disposant de moyens d'action suffisants en argent, en matériel, en personnel, cette commission ayant d'abord pour but d'établir des méthodes uniformes d'essai pour les appareils agricoles et d'effectuer des recherches méthodiques d'intérêt général.

Les moyens de la deuxième catégorie peuvent se résumer comme il suit :

Action des agriculteurs : Seuls, leur rôle est passif. Groupés pour l'installation d'appareils, la création de syndicats et l'entente avec les secteurs, les avances de fonds pour les lignes, ils peuvent beaucoup.

Exploitations industrialisées. — Remembrement.

Action des producteurs d'énergie électrique :

D'abord pour développer les applications d'intérieur de ferme par des installations de démonstration.

Pour les outils de battage et labourage, entente avec les entrepreneurs actuels de battage.

Erreur à éviter : Proposer du crédit aux agriculteurs avant de les avoir convaincus.

Constructeurs de matériel : Possibilités presque illimitées de la construction du matériel électro-agricole

Digitized by Google

en France et dans le monde, nécessité de l'invention méthodique.

Favoriser les usines hydro-électriques et les réseaux.

Etat : Expérimentation.

Développement de l'enseignement de la mécanique agricole.

Enfin, action commune de tous les intéressés. Bonne administration.

La motoculture et son application à la moyenne et petite culture en pays morcelé (1).

Dans son rapport, M. Hottenger étudie l'influence du morcellement de la propriété rurale sur le développement de la culture mécanique, il montre qu'il n'y a pas de motoculture possible sans remembrement; il étudie donc comment devra se faire ce remembrement qui doit être obligatoire si on veut que notre sol produise tout ce qu'il peut donner.

Comme conclusion au rapport de M. Hottenger, le Congrès du Génie civil, considérant qu'en raison des nécessités imposées par la guerre et ses conséquences, l'extension de la motoculture à toutes les exploitations agricoles est d'une importance primordiale pour l'agriculture française, mais que son application est pratiquement impossible sur les finages morcelés.

Emet le vœu :

Que le Parlement vote le plus tôt possible la législation qui doit organiser et favoriser les opérations de remembrement;

Et que les pouvoirs publics prennent les initiatives qui s'imposent pour assurer la formation d'un personnel technique suffisamment nombreux et expérimenté, qui donne à ces opérations toute la précision et l'efficacité nécessaires.

(A suivre.)

Assemblées générales

Compagnie des Tramways de Paris et du Département de la Seine.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 18 JUIN 1918.

Les résultats de l'exercice, en 1917, se présentent de la façon suivante : 11 474 398 km-voitures contre 11 879 000 en 1916. Le nombre des voyageurs transportés a été de 94 389 217 contre 90 478 750 en 1916 et la recette de 13 159 109,35 fr contre 12 285 000 fr. Cette progression n'a pas eu d'influence heureuse sur les résultats de l'exercice à cause des difficultés actuelles. Le personnel est difficile à recruter, les spécialistes manquent ; les matières premières, surtout les rails, sont presque impossibles à se procurer, même à des prix très élevés. Il a fallu par deux fois augmenter le personnel dans le courant de l'année.

Le cahier des charges interdisant l'augmentation des tarifs sans l'autorisation des pouvoirs publics, la Compagnie a essayé, sans succès jusqu'ici, d'obtenir un relèvement.

Le préfet de la Seine a proposé au Conseil général de l'autoriser à passer, avec les sociétés exploitant les réseaux de tramways, un contrat aux termes duquel le département accorderait aux concessionnaires, sous certaines conditions, des avances d'argent pour assurer le maintien de leurs services.

La Compagnie a accepté de discuter les conditions de ce contrat en formulant toutes réserves sur les droits qu'elle possède d'être dédommagée, notamment sur ceux qui peuvent résulter de l'instance actuellement pendante devant le Conseil de préfecture de la Seine.

La convention, qui comprend quatorze articles, est établie pour une durée égale à celle de la guerre, plus un an après la cessation des hostilités.

Les recettes brutes du trafic, y compris les produits divers, ont atteint en 1917 une somme de 13 369 033,48 fr.

Les dépenses d'exploitation étant de 12 827 982,09 fr, il reste un bénéfice d'exploitation de 541 051,39 fr, contre 1 906 613,11 fr en 1916, auxquels il faut ajouter le compte intérêts divers, 286 736,71 fr.

Les charges financières, intérêt des obligations 6 pour 100, amortissements divers, s'élevant à la somme de 1 680 568,70 fr, il résulte une insuffisance de 852 780,68 fr.

Le solde bénéficiaire de 1916 étant de 957 920,42 fr, il reste 105 139,74 fr qui forme le nouveau solde créditeur.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Caisse, banques et bons de la Défense nationale.	5 585 767,83
Cautionnement de la Compagnie	205 325,25
Débiteurs et avances diverses	2 305 930,08
Nue propriété de rentes	106 320 »
Approvisionnements	3 884 008,92
Voies ferrées, lignes aériennes et dépendances	38 771 899,37
Terrains et constructions	12 739 734,86
Usines et sous-stations	2 273 151,65
Matériel roulant	22 518 133,09
Outillage et mobilier	698 313,01
Prélèvements opérés pendant la période de transformation pour parfaire à 4 pour 100 le dividende des actions (art. 12 *bis* de la Convention avec le département de la Seine et art. 41 des statuts)	2 942 772,49
Frais d'émission et prime de remboursement des obligations	1 401 050,97
	93 432 407,52

Passif.

	fr
Capital-actions :	
208 613 actions de capital	52 153 250 »
8 032 actions de jouissance	2 008 000 »
3 355 actions rachetées	838 750 »
Obligations :	
1 203 obligations 3 pour 100	601 500 »
3 475 obligations 4 pour 100	1 737 500 »
24 286 obligations 5 pour 100	12 143 000 »
Bons 6 pour 100 à cinq ans	12 500 000 »
Réserve légale	1 294 031,60
Fonds d'amortissement des actions	194 226,52
Amortissement par remboursement des obligations	556 827,20
Fonds d'amortissement et de prévoyance	1 147 531,59
Provision pour dépenses différées et renouvellements	1 464 993,62
Fonds d'assurances	859 123,81
Provision pour charges exceptionnelles résultant de la guerre	298 610,25
A reporter....	87 797 344,59

(1) Rapport de M. HOTTENGER.

Digitized by Google

Report.....	87 797 344,59
Créditeurs divers.....	4 738 285,27
Coupons à payer.....	664 387,92
Titres à rembourser.....	127 250 »
Profits et pertes :	
Report de l'exercice 1916.....	957 920,42
Perte de l'exercice 1917.....	852 780,68
	93 432 407,52

Compagnie des Omnibus et Tramways de Lyon.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 27 AVRIL 1918.

Les résultats de l'exercice ont été moins favorables que l'année dernière. Les chutes de neige de janvier et février et de décembre ont amené une perturbation prolongée dans le service.

De plus, le relèvement des salaires et la hausse des matières ont grevé lourdement les dépenses; aussi, bien que le chiffre des recettes accuse une plus-value de 1 158 773,10 fr. le chapitre des dépenses a subi une augmentation plus considérable de 2 266 930,95 fr.

C'est donc une moins-value de 1 108 157,85 fr.

Parmi les nombreux réseaux de la Compagnie, les lignes de banlieue sont celles dont les bénéfices augmentent.

Le nombre important des ouvriers à transporter avait décidé la Compagnie à créer des trains ouvriers, les recettes étant très faibles relativement à ce que coûtent ces trains, la Compagnie a invité les industriels à participer aux frais.

Le service des marchandises a encore pris une nouvelle extension.

Le matériel ayant besoin d'être entretenu et remplacé nécessite de grandes dépenses. Des parties de lignes inexploitées ont été démontées pous assurer les réparations les plus urgentes.

La gare de Saint-Jean doit être consolidée sous peine d'accidents graves.

La ligne Lyon à Miribel transformée en 1916 en traction électrique était alimentée au moyen d'une sous-station provisoire installée dans l'usine d'électricité qui dessert Miribel. Cette sous-station a été remplacée par l'établissement à Beynost d'une batterie d'accumulateurs de relais reliée directement à l'usine de la rue d'Alsace.

La commutatrice de Miribel a été transportée dans une nouvelle sous-station provisoire à Saint-Fons, la ligne de Lyon-Saint-Fons-Vénissieux ayant pris un développement considérable, par les installations de guerre, le nombre des trains a presque doublé.

La gare prévue de Vénissieux sera établie à la Bretonnière-Velen et racordée au P.-L.-M.; elle servira pour l'échange des marchandises; la Société l'Industrie dans la Région lyonnaise nous permettra l'établissement des voies nécessaires au passage des trains de marchandises pour cette gare.

Le 26 juillet dernier le dépôt de voitures des Culattes a été détruit par un incendie, les dégâts étaient couverts par des compagnies d'assurances.

La reprise des concessions de la Compagnie des tramways de Neuville n'a pu être exécutée, seules des actions ont été échaugées entre les deux sociétés.

Les pourparlers avec la Compagnie des Chemins de fer du Sud de la France pour le rachat de ses concessions dans l'Isère n'ont pas abouti; le département de l'Isère s'est entremis et négocie directement avec le concessionnaire actuel pour l'amener à des prétentions plus raisonnables.

En vue de faire face à toutes les dépenses citées, la Société a engagé des pourparlers avec les pouvoirs publics pour obtenir un relèvement des tarifs. Le prix des places a été élevé de 5 à 10 centimes les dimanches et jours de fêtes, un tiers des sommes obtenues ainsi sera versé à la ville de Lyon.

Le produit net de l'exercice a été de 2 349 378,22 fr sur lequel 800 000 fr sont versés au fonds de renouvellement et 200 000 fr à l'amortissement du capital.

Le dividende a été fixé à 19 fr par action.

Le reste disponible est de 40 435,71 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Terrains, immeubles, constructions.....	8 303 648,73
Chaudières, machines, dynamos, etc.....	2 940 010,41
Agencements des dépôts.....	124 163,41
Nouvelles voies.....	16 075 776,73
Lignes électriques aériennes, feeders.....	6 107 728,55
Matériel roulant.....	10 814 308,13
Apports d'Ecully.....	630 896 »
Apports de la nouvelle Compagnie lyonnaise de tramways.....	5 011 490 »
Apports et cessions de la Compagnie F. O. L...	6 453 498,35
Apports et cessions de la Compagnie S. P. F. L.	450 000 »
Apports et cessions des Compagnies Caluire et Croix-Pâquet.....	1 430 750 »
Réfection et électrification du réseau F. O. L....	2 871 470,65
Réfection des lignes Caluire et Croix-Pâquet....	728 958,45
Mobilier, outillage et divers.....	337 752,65
Compte d'attente. Lignes nouvelles : études, matériel roulant, etc.....	986 352,80
Approvisionnements :	
Matériel de la voie.....	421 845 »
Magasins des ateliers et des dépôts.....	2 240 361,75
Caisse et banquiers.....	1 060 811,58
Portefeuille.....	3 368 176,70
Obligations 4 pour 100 de 500 fr à la souche, 4 284.....	2 142 000 »
Cautionnements.....	182 608 »
Comptes courants et comptes divers.....	881 092,71
Comptes d'ordre. Différence entre le prix de remboursement et le prix d'émission des obligations.....	1 888 936,90
	76 452 637,30

Passif.

	fr
Capital : 80 000 actions de 250 fr libérées.....	20 000 000 »
Obligations en circulation :	
3 797 obligations 4 pour 100 de 300 fr amortissables en 1920.....	1 139 100 »
891 obligations 4 pour 100 NLT de 500 fr amortissables en 1944.....	445 500 »
43 797 obligations 3 1/2 pour 100 de 300 fr amortissables en 1940.....	13 139 100 »
18 077 obligations 3 1/2 pour 100 de 300 fr amortissables en 1950.....	5 423 100 »
21 526 obligations 4 pour 100 de 500 fr amortissables en 1950.....	10 763 000 »
14 462 obligations F. O. L. à revenu variable amortissables en 1983.....	4 627 840 »
4 284 obligations à la souche 4 pour 100 de 500 fr.....	2 142 000 »
Prime sur 3 666 actions résultant de la fusion avec la Compagnie F. O. L.....	792 500 »
Prime sur 6 000 actions nouvelles émises en 1912.	1 828 106,85
Prime sur 277 actions nouvelles émises en 1914.	40 541,45
Obligations amorties en 1915, 1916 et 1917.....	2 192 600 »
Réserve statutaire.....	2 200 000 »
Fonds de réserve spéciale pour éventualités diverses.....	1 700 000 »
Compte amortissement des actions.....	1 094 700 »
Cautionnements déposés par les agents.....	77 319 »
Comptes courants créditeurs :	
Créances concordataires F. O. L.....	1 573,57
Obligations sorties aux tirages non remboursées.....	261 500 »
Coupons échus restant à payer.....	730 532,78
Créditeurs divers.....	5 278 250,12
Profits et pertes, solde créditeur.....	2 595 373,53
	76 452 637,30

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Ordonnance suisse sur l'exportation de l'énergie électrique à l'étranger

Dans le numéro du 22 septembre 1917, t. II, p. 475, nous avons reproduit le texte de la loi fédérale suisse du 22 décembre 1916 sur l'utilisation des forces hydrauliques, et dans le numéro du 24 novembre 1917, t. II, p. 835, notre collaborateur M. G. Tochon, avocat à la Cour d'Appel de Paris, a publié un commentaire de cette loi. En application de cette loi, le Conseil fédéral suisse a pris une ordonnance, en date du 1er mai 1918, réglementant les conditions de l'exportation de l'énergie électrique.

Plusieurs cours d'eau se trouvant servir de frontière entre la France et la Suisse, quelques réseaux suisses de distribution d'énergie électrique alimentent des localités françaises; d'autre part, et pour des raisons d'un autre ordre, certains réseaux suisses et français, cependant assez éloignés de la frontière, ont été amenés à « s'interconnecter ». Aussi avons-nous jugé utile de reproduire in extenso ci-dessous ce nouveau document de la législation suisse.

Le Conseil fédéral suisse,

en application des articles 8, 72 et 74, alinéa 1, de la loi fédérale du 22 décembre 1916 sur l'utilisation des forces hydrauliques (1).

Sur la proposition de son département de l'intérieur,

arrête :

Dispositions générales.

ARTICLE PREMIER. — L'énergie électrique produite par des eaux suisses ne peut être exportée sans l'autorisation du Conseil fédéral.

Lorsque la Suisse n'est pas seule à disposer de la force hydraulique du cours d'eau, l'autorisation d'exportation est nécessaire pour la part de l'énergie électrique revenant à la Suisse.

Le contrôle s'étend à la totalité de l'énergie transportée à l'étranger.

ART. 2. — Les demandes d'autorisation d'exportation et les demandes de modification ou de renouvellement d'une autorisation existante doivent être adressées au service des eaux du département de l'intérieur.

ART. 3. — Le service des eaux communique ces demandes aux gouvernements des cantons sur le territoire desquels se trouvent les sections de cours d'eau utilisées pour la production de l'énergie ou dont le territoire est alimenté ou est traversé par le réseau électrique d'où sera prélevée l'énergie à exporter. En communiquant les demandes aux cantons, le service des eaux sollicite le retour dans un délai déterminé du préavis cantonal.

En outre, le service des eaux publie les demandes dans la feuille fédérale et dans la feuille officielle suisse du commerce. Cette publication comprend l'invitation d'annoncer, le cas échéant, au service des eaux, dans un délai déterminé, toute demande d'utilisation en Suisse de ce courant. Les frais de ces publications et, le cas échéant, des publications cantonales sont à la charge du requérant.

Le service des eaux examine les demandes, et, après avoir pris connaissance du préavis des cantons, il présente un rapport et des propositions au département de l'intérieur qui les transmet au Conseil fédéral.

ART. 4. — Dans les cas urgents où il s'agit d'utiliser avantageusement et sans délai un excédent d'énergie, le Conseil fédéral peut accorder une autorisation d'exportation provisoire, sans demander auparavant le préavis des gouvernements cantonaux et sans publication préalable, cette autorisation provisoire pouvant être révoquée en tout temps, sans indemnité.

L'octroi de cette autorisation doit être notifié immédiatement aux cantons intéressés et publié dans la feuille fédérale et dans la feuille officielle suisse du commerce.

L'autorisation provisoire est périmée après une année au plus tard, si, pendant ce délai, elle n'a pas été transformée en une autorisation d'exportation définitive conforme aux prescriptions de l'article précédent.

(1) Voir *R. G. E.*, 22 septembre 1917, t. II, p. 475.

ART. 5. — Le Conseil fédéral n'accordera une autorisation que si l'intérêt public n'est pas lésé par l'exportation d'énergie et seulement dans la mesure où, selon toutes prévisions, l'énergie ne pourra être utilisée convenablement en Suisse pendant la durée de l'autorisation.

L'autorisation d'exportation est accordée pour une durée déterminée et aux conditions fixées par le Conseil fédéral. Elle peut cependant être révoquée en tout temps, conformément aux dispositions de l'article 8, alinéa 3, de la loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques.

ART. 6. — Le Conseil fédéral peut retirer en tout temps et sans indemnité quelconque l'autorisation d'exportation, si, malgré des avertissements réitérés, les conditions sous lesquelles l'exportation a été consentie ne sont pas observées.

ART. 7. — Le bénéficiaire de l'autorisation est tenu de payer au service des eaux, afin de couvrir les frais d'administration, une redevance annuelle de 20 centimes par kilowatt de la puissance maximum qu'il est autorisé à exporter.

Cette redevance est due même dans le cas où il n'est pas fait usage de l'autorisation d'exportation.

Elle doit être payée jusqu'à l'expiration de l'autorisation ou jusqu'à l'époque où le bénéficiaire déclare par écrit renoncer à l'autorisation.

ART. 8. — Le service des eaux contrôlera constamment si la puissance maximum (en kilowatts) et la quantité d'énergie (en kilowatts-heures) autorisées ne sont pas dépassées.

Il déterminera en outre chaque année, pour la statistique du commerce suisse, les quantités d'énergie et les puissances maxima exportées.

ART. 9. — Si le maximum fixé pour la puissance ou pour la quantité d'énergie est dépassé, le service des eaux adressera un avertissement au bénéficiaire de l'autorisation.

Dans le cas où la limite maximum sera dépassée à plusieurs reprises, le Conseil fédéral réduira temporairement ou définitivement les quantités dont l'exportation a été autorisée. Il peut aussi retirer complètement l'autorisation d'exportation, sans indemnité quelconque.

Installations de mesurage.

ART. 10. — Les installations de mesurage servant au contrôle de l'énergie électrique exportée seront fournies et entretenues par le bénéficiaire de l'autorisation.

ART. 11. — Les mesurages nécessaires au contrôle seront opérés, en règle générale, dans les usines électriques livrant l'énergie exportée ou dans les sous-stations d'où partent les lignes de transport d'énergie allant à l'étranger.

Lorsque les installations existantes ne permettent pas de procéder, sur territoire suisse, à des mesurages simples ni exacts, la construction de stations spéciales de mesurage pourra être imposée.

Si à l'énergie produite par la force hydraulique s'en ajoute une autre produite par voie thermique, le contrôle s'étendra en outre à cette dernière.

ART. 12. — Les installations de mesurage comprendront :

a) Pour une exportation de 50 kw au maximum : un compteur d'électricité muni d'un dispositif indiquant en kilowatts la valeur moyenne de la puissance délivrée pendant l'heure la plus chargée de l'année.

b) Pour une exportation de 200 kw au maximum : deux compteurs d'électricité identiques munis de dispositifs indiquant en kilowatts la valeur moyenne de la puissance délivrée pendant l'heure la plus chargée de l'année.

c) Pour une exportation dont le maximum dépasse 200 kw : deux compteurs d'électricité munis de dispositifs indiquant en kilowatts la valeur moyenne de la puissance délivrée pendant l'heure la plus chargée de l'année, et un wattmètre enregistreur indiquant la puissance exportée en fonction du temps.

Les appareils de contrôle seront construits de manière à mesurer, en règle générale, une puissance d'un tiers plus grande que celle dont l'exportation est autorisée.

Lorsque l'exportation de l'énergie électrique a lieu sous une tension dépassant 1 000 v, les appareils de mesurage doivent tou-

Digitized by Google

jours être branchés sur des transformateurs de courant et de tension construits respectivement pour 5 A et pour 100 V, au secondaire. Les compteurs et les wattmètres enregistreurs ne doivent toutefois indiquer que les valeurs réelles du primaire, calculées suivant les rapports de transformation des transformateurs de mesure.

ART. 13. — Si, au moment de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance, il existe déjà des instruments de mesurage servant à établir les comptes entre fournisseur et consommateur de courant et si ces instruments conviennent aussi au contrôle de l'énergie exportée, on pourra les utiliser à condition qu'ils n'entraînent pas de complications dans le calcul de l'énergie exportée. A ce défaut on complétera les installations ou en établira de nouvelles.

ART. 14. — Les installations de mesurage répondront aux prescriptions légales au point de vue de l'exactitude et des propriétés électriques. Quant aux appareils de mesurage pour lesquels il n'existe pas encore de prescriptions fédérales, ils doivent, jusqu'à ce que ces prescriptions soient édictées, répondre aux normes actuelles de l'Association suisse des Electriciens.

ART. 15. — Les instruments de mesurage et leurs accessoires satisferont, en outre, aux conditions spéciales suivantes :

a) Les compteurs seront munis d'un dispositif d'arrêt empêchant la marche en arrière.

b) Les transformateurs de courant et de tension seront, dans la règle, exclusivement réservés aux appareils de mesurage.

c) Les transformateurs de mesure devront pouvoir supporter, au minimum, une charge égale au double de celle qu'exigent, en marche normale, les appareils de mesurage connectés à ces transformateurs.

d) En vue du contrôle des connexions, les bornes des compteurs, wattmètres, résistances auxiliaires, bobines de self, transformateurs de courant et de tension, seront marquées de chiffres ou de lettres correspondant aux chiffres ou lettres du schéma de connexions. Ce dernier sera affiché dans le local de mesurage et correspondra exactement à l'exécution.

e) La carcasse des transformateurs de courant et de tension sera munie d'une borne mise à la terre en même temps qu'une borne de l'enroulement secondaire. La ligne de terre sera indépendante des conducteurs servant aux appareils de mesurage.

f) L'installation de mesurage sera disposée de telle façon qu'on puisse en tout temps, sans danger et sans interruption de service, la contrôler sur place ou déconnecter chacun des appareils pour une revision. A cet effet, on installera, sur le tableau des instruments, des bornes spéciales de contrôle permettant aussi la mise en court-circuit des appareils. Dans le cas d'appareils branchés sur des transformateurs de mesure, les conducteurs secondaires allant des transformateurs aux bornes de contrôle et de celles-ci aux instruments de mesurage seront disposés de façon que les enroulements secondaires des transformateurs de courant puissent être aisément mis en court-circuit en vue de l'opération consistant soit à éloigner un instrument de service, soit à insérer un appareil de contrôle. Ces bornes seront protégées par un couvercle plombé.

ART. 16. — Lorsque l'énergie à exporter est fournie par plusieurs usines suisses travaillant en parallèle et que les mesurages ne peuvent être faits sur la ligne exportant l'énergie, on doit employer des wattmètres enregistreurs à double échelle pour déviations positive et négative. Ces wattmètres doivent avoir le même avancement de la bande de papier et la même sensibilité.

ART. 17. — Le montage et la disposition des instruments et des appareils seront conformes aux prescriptions fédérales sur les installations électriques à fort courant.

L'article 15 de la loi fédérale sur les installations électriques à fort courant, du 24 juin 1902, concernant la présentation obligatoire des projets à l'inspectorat des installations à fort courant, régit également les installations de mesurage qui, en service, sont soumises à une tension maximum ne dépassant pas 1 000 V.

Outre les pièces exigées dans le chapitre B des prescriptions fédérales du 4 août 1914 sur les projets d'installations à fort courant seront, dans tous les cas, requis :

a) Une liste exacte des appareils de mesurage prévus et de leurs accessoires, liste indiquant le système, la grandeur, l'origine, aussi que les constantes et les limites de mesurage de toutes les parties de l'installation de mesurage ;

b) Un schéma de connexions détaillé indiquant également le circuit du courant du côté basse tension de l'installation de mesurage.

L'inspectorat des installations à fort courant transmet ces projets, avant l'approbation, au service des eaux. Les objections que ce dernier peut avoir à formuler sont communiquées à l'inspectorat qui les transmet, accompagnées des siennes, au bénéficiaire de l'autorisation d'exportation, en lui indiquant les conditions préalables à l'autorisation.

ART. 18. — L'installation de mesurage approuvée par l'inspectorat des installations à fort courant, avant sa mise en service, sera essayée avec tous les accessoires tels que résistances, transformateurs de courant et de tension. Ces essais se feront dans une station d'étalonnage pour appareils de mesurage électrique, désignée par le service des eaux. La station choisie pour ces essais peut également être chargée de donner son avis sur les projets au point de vue de la technique des mesurages.

Le service des eaux décide, d'après les résultats des essais faits dans la station d'étalonnage, de l'admission des instruments pour le mesurage de l'énergie exportée.

ART. 19. — L'obligation d'aviser l'inspectorat des installations à fort courant de la date à laquelle l'installation sera prête pour la mise en service subsiste aussi pour les installations de mesurage servant au contrôle de l'énergie exportée, qui seront placées dans une usine électrique ou dans une sous-station existantes, ou encore qui travaillent sous des tensions maximum ne dépassant pas 1 000 V.

L'inspectorat des installations à fort courant fait procéder, dans ce cas, non seulement à l'inspection régulière de l'installation, mais encore à un contrôle spécial des connexions des instruments de mesurage et des transformateurs. Ce contrôle se fait par la station d'étalonnage mentionnée à l'article 18. L'inspectorat autorise la mise en service, toutes choses étant en ordre.

ART. 20. — Le service des eaux fait contrôler périodiquement pendant la durée de l'autorisation d'exportation le bon fonctionnement de l'installation de mesurage. Il ordonne, s'il le juge nécessaire, des essais sur place ou dans la station d'étalonnage.

En outre, les compteurs et les wattmètres doivent être envoyés à la station d'étalonnage au moins tous les dix ans pour y être revisés et réajustés. Il en sera de même après chaque répartition faite pendant ce laps de temps.

Les transformateurs de mesure réparés ou changés subiront un nouvel essai avec les compteurs ou les wattmètres qui y sont connectés.

ART. 21. — Le bénéficiaire de l'autorisation d'exportation est tenu de faire noter régulièrement les lectures des instruments de mesurage. Il veillera au service et au bon entretien de l'installation de mesurage.

Dans les usines électriques et les sous-stations pourvues d'un personnel permanent, les lectures des compteurs et des indicateurs de maxima seront notées tous les jours ; dans les autres, tous les quatorze jours.

A la fin de chaque trimestre, les bandes des wattmètres enregistreurs seront adressées au service des eaux qui les renverra après examen, ainsi qu'un extrait du livre de contrôle des compteurs.

S'il se produit une perturbation dans l'exportation de l'énergie ou dans le fonctionnement des installations de mesurage, le bénéficiaire de l'exportation avisera le service des eaux le plus rapidement possible, par écrit.

ART. 22. — Sur la demande des fonctionnaires chargés du contrôle, on devra mettre à leur disposition les rapports journaliers des usines électriques fournissant l'énergie exportée, ainsi que toutes autres pièces pouvant renseigner sur la production et l'exportation de l'énergie. Ces mêmes fonctionnaires auront en tout temps libre accès aux installations de mesurage d'exploitation.

ART. 23. — Si l'installation de mesurage présente un grave défaut, le service des eaux peut interdire l'exportation d'énergie jusqu'à ce que ce défaut soit corrigé.

Dispositions finales.

ART. 24. — Les dispositions de la présente ordonnance sont aussi applicables aux autorisations d'exportation de l'énergie électrique à l'étranger déjà accordées au moment de son entrée en vigueur.

Le service des eaux est toutefois autorisé à tolérer pour les installations de mesurage existantes, et jusqu'à nouvel avis, des exceptions aux prescriptions concernant l'exécution du contrôle.

ART. 25. — Celui qui, sans posséder une autorisation, a exporté de l'énergie électrique avant l'entrée en vigueur de l'arrêté fédéral du 31 mars 1906 concernant la dérivation à l'étranger des forces hydrauliques suisses et veut continuer l'exportation, est tenu de demander une autorisation d'exportation jusqu'à fin juillet 1918 au plus tard.

ART. 26. — Les dispositions de la présente ordonnance sont applicables aussi par analogie à l'exportation de la force hydraulique sous une forme autre que celle de l'énergie électrique (par exemple par dérivation d'eau ou par transport mécanique).

ART. 27. — La présente ordonnance entrera en vigueur le 15 mai 1918.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR :
J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF :
Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. — TOME IV. — N° 14. — 5 OCTOBRE 1918.

Chronique. — Nécrologie : Gauthier-Villars, p. 481-482.

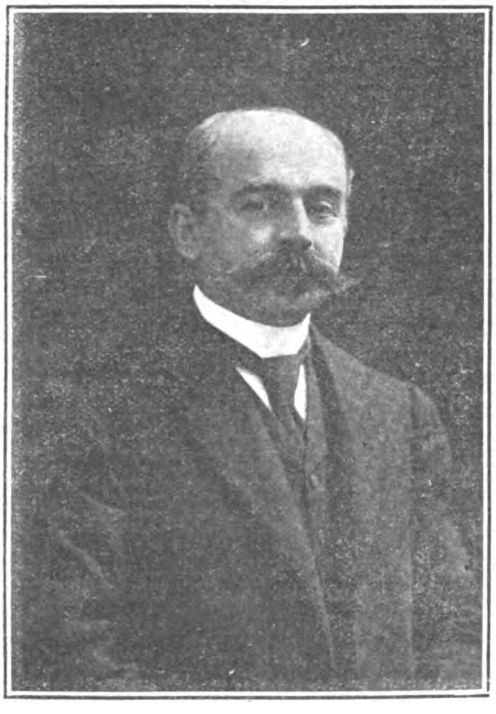
Section scientifique et technique. — Etude sur les maxima de surpression dans les phénomènes de coups de bélier. Coups de bélier d'ouverture, par Maurice GARIEL, p. 483. — Revues, analyses et informations : Essais d'effet couronne à haute altitude, p. 491.

Section industrielle. — Des appareils de manutention dans l'industrie (*suite et fin*), par F. SÉBA, p. 493. — Revues, analyses et informations : Sur l'utilisation rationnelle des combustibles dont dispose actuellement l'industrie, p. 505. — La lubrification des blocs Michell, p. 511. — Notes pratiques : Un pyromètre à comparaison optique, p. 512.

Section économique et financière. — Congrès général du Génie civil (*suite*), p. 517. — Assemblées générales : Compagnie continentale Edison, p. 513; Société d'Electricité de Caen, p. 516.

Section de Législation. — Comment doit-on calculer les appointements des directeurs de société en présence des bénéfices de guerre? Arrêt de la Cour d'appel de Grenoble, 16 juillet 1918, par Paul BOUGAULT, p. 517.

Nécrologie : Albert Gauthier-Villars. — Dans une courte note insérée dans notre numéro du 27 juillet nous faisions part à nos lecteurs de la mort de M. Albert Gauthier-Villars, membre du Conseil d'administration de la « Revue générale de l'Electricité ». Qu'il nous soit permis aujourd'hui de rappeler ici ce que fut sa vie.



✻ Albert GAUTHIER-VILLARS
16 juin 1861 - 11 juillet 1918

C'est en 1861, à Villiers-sur-Orge, que naquit Albert Gauthier-Villars. Après de brillantes études il entra à l'Ecole polytechnique (promotion 1881), puis à l'Ecole d'Application de Fontainebleau. Appelé par son père à venir prendre place à la direction de son importante maison d'éditions, il donna sa démission de lieutenant d'artillerie et consacra dès lors tout son temps aux beaux travaux d'édition qui ont valu à la maison Gauthier-Villars une renommée mondiale. Associé à son père en 1888, avec son frère Henry Gauthier-Villars, il devint seul directeur de la Société Gauthier-Villars en 1898.

Dans ses nouvelles fonctions il continua les traditions familiales en développant l'édition des œuvres de science du degré le plus élevé. Il n'est guère en effet d'ouvrage français de haute science qui ne sorte des presses de l'imprimerie Gauthier-Villars et il est inutile de rappeler aux électriciens que la plupart de ceux qui ont pour sujet l'électricité théorique et l'électrotechnique portent la marque de cette imprimerie ; au hasard citons cependant les ouvrages classiques de Mascart et Joubert, Jamin et Bouty, Poincaré, Pellat, Bichat et Blondlot, Pomey, Janet, Eric Gérard, etc., les traductions des œuvres principales de Maxwell, de J.-J. Thomson, de Russell, de Fleming, de Zenneck, de Richard Lorenz, etc., les ouvrages se rapportant aux applications de l'électricité de Armagnat, Brunswick, Gay, Barbillion, Grosselin, Jacquin, Loppé, Marec, Michaut, Milon, Picou, Rodet, Turpain, etc. C'est aussi la Société Gauthier-Villars qui a publié les comptes rendus du Congrès international des Electriciens de 1889, du Congrès international d'Electricité de 1900, du Con-

Digitized by Google

grès international des Applications de l'Electricité de 1908, la collection des Travaux du Laboratoire central d'Electricité, les publications du Comité électrotechnique français, celles de la Société internationale des Électriciens (aujourd'hui Société française des Electriciens), la collection des 26 volumes de « La Revue électrique ». La Collection des « Aide-Mémoires », fondée sous la direction du regretté Henri Léauté, membre de l'Institut et qui contient un grand nombre d'ouvrages à l'usage des électriciens, etc.

Par cette nomenclature, bien écourtée cependant, on peut déjà juger des services considérables qu'a rendus la maison Gauthier-Villars à la science et à l'industrie électrique en favorisant la diffusion de leurs principes et de leurs applications et contribuant ainsi à former et faire connaître la pléiade des savants et des ingénieurs français qui se sont consacrés à cette branche de la science et de l'industrie. Et ces services sont d'autant plus méritoires que toujours, ainsi que nous avons eu l'occasion de le constater personnellement pendant les quatorze années que nous avons été en relations, Albert Gauthier-Villars plaçait l'intérêt général au-dessus de ses intérêts particuliers. Aussi ne peut-on qu'applaudir aux justes récompenses qui ont été décernées à la maison Gauthier-Villars aux diverses expositions auxquelles elle a pris part et aux distinctions honorifiques décernées au chef qui la dirigeait avec tant de succès : nomination au titre de chevalier de la Légion d'honneur en 1897, promotion au grade d'officier en 1914 à l'occasion de l'Exposition de Gand.

Mais ce n'est pas seulement dans la direction technique de sa maison d'éditions qu'Albert Gauthier-Villars a fait la preuve de ses qualités de chef d'industrie. La maison Gauthier-Villars est en quelque sorte le type de la maison « familiale » : fondée en 1790 par Jean-Marie Courcier, elle passa en 1821 entre les mains de son gendre, Bachelier, qui lui-même la transmit à son gendre, Mallet, en 1853 à qui Gauthier-Villars père succéda en 1864. Cette particularité devait nécessairement amener la direction à se préoccuper d'assurer la stabilité du personnel. Aussi, bien avant qu'il fût question de lois sociales ouvrières, ce personnel possédait-il une caisse de secours mutuels et une caisse de retraites alimentées normalement par des prélèvements sur les bénéfices et, au besoin, par les fonds personnels des directeurs. Albert Gauthier-Villars, autant par caractère que par tradition, s'attacha à perfectionner et à développer le fonctionnement de ces œuvres sociales.

Sa haute conception du devoir devait d'ailleurs trouver occasion de se manifester dans toute son ampleur. Lorsque la guerre éclata, son âge lui permettait de rester à la tête de sa maison : officier du cadre complémentaire, on lui avait retiré sa lettre de service. Aux jours sombres de fin août 1914, il demanda à la reprendre et partit en qualité de lieutenant au 77e régiment d'artillerie. Promu capitaine, cité deux fois à l'ordre du jour, la Croix de guerre vint se joindre à sa croix d'officier de la Légion d'honneur.

La batterie d'artillerie lourde à grande distance qu'il commandait fut l'objet de la citation suivante à l'ordre de l'artillerie de la e armée :

« Sous les ordres du capitaine Gauthier-Villars, malgré de très sérieuses difficultés d'ordre technique, a attaqué à plusieurs reprises et a *réussi à atteindre*, le 9 mai 1918, une pièce allemande de gros calibre *dont les tirs menaçaient gravement la ville de Paris.* »

Déjà l'année précédente, les communiqués allemands avaient fait connaître que cette batterie les incommodait fort aux environs de Laon, bien qu'établie à 30 km de cette ville.

A cette occasion le capitaine Gauthier-Villars avait été l'objet d'une première citation :

« Le général Marchal, commandant l'artillerie de la N. armée, cite à l'ordre de l'artillerie de l'armée, ordre de la division, M. Gauthier-Villars, commandant la N. batterie de 340, qui a obtenu par des tirs à grande distance, rapidement réglés, grâce à une excellente préparation, des effets de destruction, signalés par des documents émanant de l'ennemi. »

C'est à sa batterie, à son poste de commandement que la mort est venue surprendre Gauthier-Villars dans la nuit du 11 au 12 juillet.

Un hommage posthume a été rendu à sa vaillance par un décret du 6 août lui accordant au titre militaire la croix d'officier de la Légion d'honneur qu'il possédait au titre civil, avec la mention suivante :

« Gauthier-Villars (Albert-Paul-Ferdinand-Laurent), capitaine territorial commandant la 22e batterie du 77e d'artillerie. Officier de la Légion d'honneur au titre civil par décret du 27 mai 1914, officier de tout premier ordre, alerte et énergique, d'une très belle tenue au feu. Grâce à sa valeur technique, à sa science d'artilleur, à la belle impulsion qu'il a su donner à sa batterie, a su obtenir des résultats remarquables dans ses tirs de destruction sur des pièces à longue portée. Une citation. »

Personnellement, nous ne saurions oublier la largeur de vues dont il fit preuve en 1904, lors de la création de « La Revue électrique », et en 1916, lors des pourparlers pour la fusion de cette revue avec « La Lumière électrique » ; nous ne saurions non plus oublier la cordialité de nos relations pendant les quatorze ans qu'a duré notre collaboration avec lui. Nous avons pu apprécier ainsi combien, sous des dehors un peu réservés, était grande la délicatesse de ses sentiments ; nous en conserverons le souvenir.

J. Blondin.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Étude sur les maxima de surpression dans les phénomènes de coups de bélier

Coups de bélier d'ouverture

Dans ce dernier article, M. Gariel traite des coups de bélier d'ouverture, et ramène à quelques tableaux très simples la détermination des maxima de surpression et de dépression qui se produisent à la suite de l'ouverture d'une vanne ou d'une turbine hydraulique. Dans ses calculs, l'auteur suppose que la loi d'ouverture est linéaire en fonction du temps. Les conclusions de M. Gariel présentent une importance très grande pour les installations hydrauliques où les turbines sont munies de déchargeurs ou de déflecteurs et où, par conséquent, les coups de bélier d'ouverture jouent un rôle capital. Rappelons à nos lecteurs que les expériences de Soulom, exécutées par MM. Camichel, Eydoux et Gariel ont été subventionnées par la Société Hydrotechnique de France qui en avait arrêté en partie le programme, d'accord avec les expérimentateurs. Ce sont ces expériences qui ont permis à M. Gariel d'établir les importants résultats que nous publions dans la « R. G. E. ».

Nous avons, dans un précédent article (1), montré comment on pouvait résoudre à l'aide de quelques formules simples le problème de la recherche des maxima de surpression qui se produisent après un coup de bélier de fermeture.

Nous aborderons un problème analogue pour les coups de bélier qui se produisent dans une conduite à la suite de l'ouverture d'un robinet ou d'un vannage de turbine. Ce second cas a, lui aussi, une très grande importance pratique. Toute ouverture plus ou moins rapide d'un vannage placé sur une conduite entraîne, en effet, dans celle-ci la production d'une onde de dépression, généralement suivie d'une onde de surpression qui peut être assez importante, comme le montre la figure 1 ci-contre. Celle-ci représente un diagramme de pression US — C_4 — 56 — 10 relevé à l'usine de Soulom à la suite de l'ouverture d'une turbine Pelton de 3 500 ch. On voit clairement sur ce graphique les ondes successives de dépression et de surpression qui alternent en s'amortissant rapidement, comme l'indique d'ailleurs la théorie du phénomène.

Dépressions et surpressions doivent être également l'objet d'une étude attentive. La surpression maximum ne doit pas en effet dépasser une certaine valeur, si l'on ne veut pas compromettre la sécurité de la conduite et, d'autre part, la dépression maximum doit être maintenue au-dessous d'une certaine limite si l'on veut obtenir du régulateur de la turbine une stabilité suffisante et un réglage acceptable. Nous traiterons donc successivement les deux questions suivantes :

1° Maximum de dépression correspondant à une ouverture donnée;

2° Maximum de surpression consécutif à une dépression donnée.

Enfin, dans un troisième paragraphe, nous donnerons quelques vérifications expérimentales de nos conclusions.

(1) Voir *Revue générale de l'Électricité* du 23 septembre 1918, t. IV, p. 403.

Il est entendu que, dans tout ce qui va suivre, nous nous occuperons exclusivement du cas où la section du distributeur varie proportionnellement au temps pendant les manœuvres.

I. — Maximum de dépression correspondant à une ouverture donnée. — Les équations d'Alliévi ou les formules simplifiées de M. de Sparre permettent de calculer a priori, avec la plus grande exactitude, autant de points que l'on désire d'un graphique de coup de bélier d'ouverture. La figure 1 montre le résultat d'un tel calcul comparé à l'expérience (1); la figure 2, US — C_4 — 52 — 14 traduit un autre essai de même nature et conduit à la même vérification.

Mais, là comme précédemment, la question la plus importante en pratique est celle du maximum de la dépression atteinte.

C'est encore aux travaux de M. de Sparre que nous aurons recours pour résoudre cette question. M. de Sparre a cherché, en effet, dans le « Bulletin spécial » n° 1 du Comité technique de la Société hydrotechnique de France, à ramener la recherche de ce maximum à des formules analogues à celles qu'il avait données pour les coups de bélier de fermeture et que nous avons rappelées dans notre précédent article. Bien que la question soit plus difficile à résoudre que dans le premier cas, les formules proposées sont très intéressantes puisqu'elles donnent, dans tous les cas, un maximum de dépression qui pourra n'être pas atteint, mais ne sera jamais dépassé.

Toutefois, la solution devient beaucoup plus simple si l'on introduit dans cette étude des considérations analogues à celles que nous avons exposées à propos des

(1) Il faut remarquer toutefois que, dans l'expérience US — C_4 — 56 — 10, le mouvement du vannage n'a pas été enregistré, mais reconstitué à posteriori, d'après la première onde du diagramme de pression enregistrée. La coïncidence des ondes suivantes calculées et observées met en évidence l'exactitude de la méthode. Dans l'expérience US — C_4 — 52 — 14, au contraire, le mouvement du vannage a été réellement enregistré.

Digitized by Google

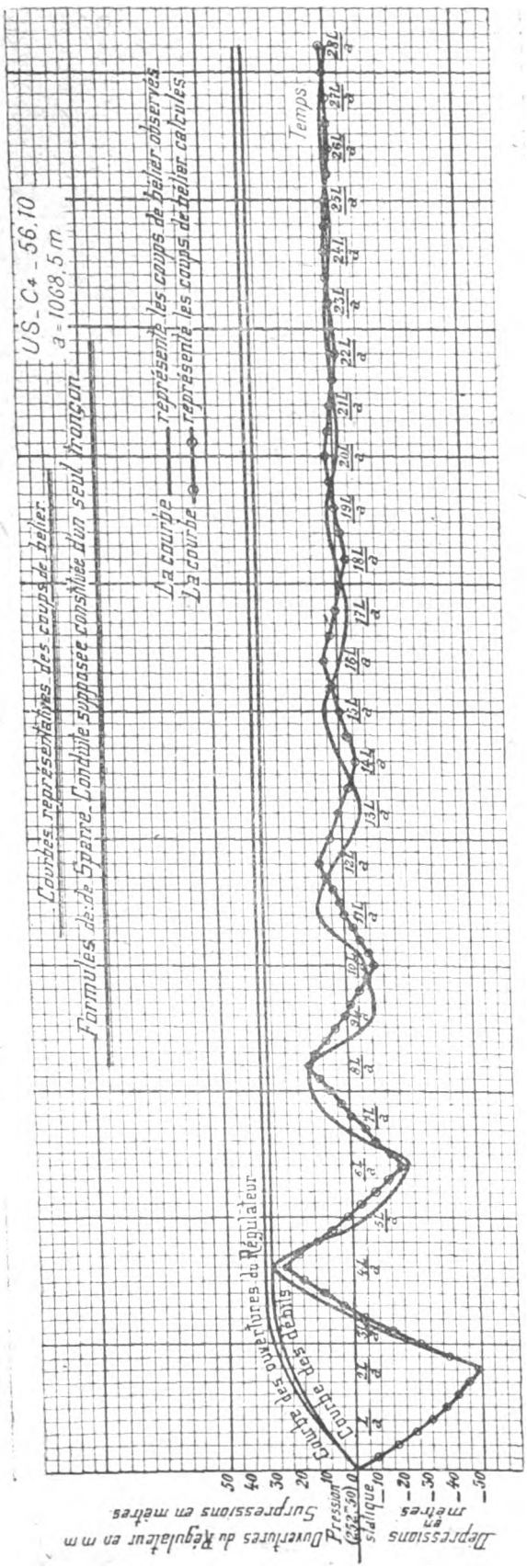


Fig. 1. — Graphique enregistré à l'usine de Soulom US — C_4 — 56 — 10.

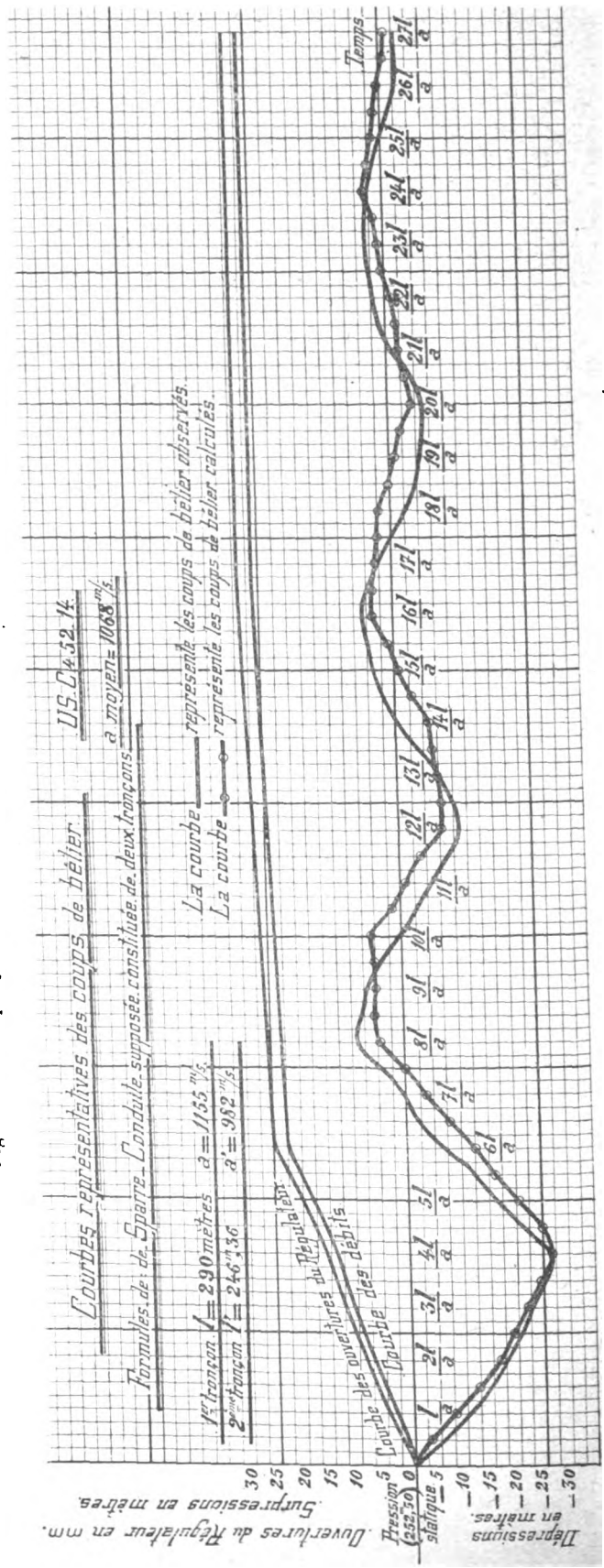


Fig. 2. — Graphique enregistré à l'usine de Soulom US — C_4 — 52 — 14.

Digitized by Google

coups de bélier de fermeture, c'est-à-dire si l'on recherche quelle est, parmi toutes les ouvertures qui peuvent se produire en cours d'exploitation, celle qui donne la dépression maximum.

Considérons donc une turbine fonctionnant seule sur une conduite et supposons d'abord son vannage complètement fermé.

Nous pouvons, en partant toujours de la fermeture complète, réaliser une série d'ouvertures de plus en plus importantes jusqu'à obtenir l'ouverture totale à partir de la fermeture complète. D'où une première série de manœuvres parmi lesquelles nous avons à rechercher celle donnant la dépression maximum.

Nous pouvons également réaliser des manœuvres qui aboutissent toujours à l'ouverture totale, mais en partant d'ouvertures partielles déjà préexistantes au commencement de la manœuvre. D'où une seconde série d'ouvertures parmi lesquelles nous déterminerons celle donnant la dépression maximum. Nous comparerons ensuite l'ensemble des résultats obtenus et nous conclurons de là quelle est, parmi toutes les manœuvres d'ouverture possibles, celle qui conduit au maximum de dépression.

Afin de nous faire mieux comprendre, nous représenterons par un schéma les diverses manœuvres envisagées. Représentons (fig. 3) par la longueur O B l'ouver-

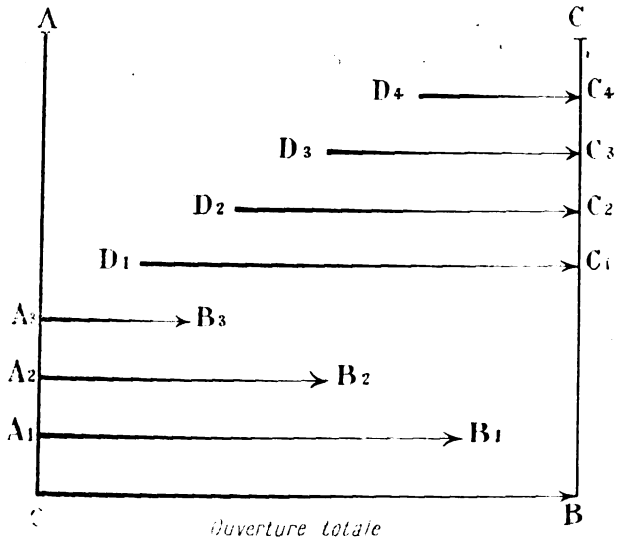


Fig. 3. — Schéma d'ouvertures.

ture complète du vannage. Nous pouvons réaliser soit une série d'ouvertures partielles $A_1 B_1$, $A_2 B_2$, $A_3 B_3$, à partir de la fermeture complète, soit une série d'ouvertures $D_1 C_1$, $D_2 C_2$, $D_3 C_3$, $D_4 C_4$, depuis des ouvertures partielles jusqu'à l'ouverture totale. Etudions la valeur du coup de bélier maximum dans ces différents cas. Pour cela nous envisagerons successivement le cas où la durée totale d'ouverture T est inférieure à $\frac{2L}{a}$ et celui où elle est supérieure à cette valeur.

a) $T \leq \frac{2L}{a}$. Dans ce cas, le coup de bélier maximum est donné par la formule de M. de Sparre

$$\xi_M = \frac{a(v_0 - v)}{g\left(1 + \frac{av}{2gy_0}\right)},$$

v_0 étant la vitesse initiale dans la conduite;

v étant la vitesse correspondant à l'ouverture réalisée à l'instant considéré et abstraction faite du coup de bélier;

y_0 étant la pression statique en mètres d'eau.

v_0 étant plus petit que v, ξ_M sera négatif, ce qui correspond bien à une dépression.

Considérons d'abord toutes les ouvertures possibles à partir de la fermeture complète. Le coup de bélier ξ_M est donné dans chaque cas par

$$\xi_M = \frac{-av}{g\left(1 + \frac{av}{2gy_0}\right)}.$$

Cette fraction sera maximum en valeur absolue lorsque v aura la plus grande valeur possible car, en fonction de v, le numérateur croît plus rapidement que le dénominateur. Donc ξ_M sera maximum pour l'ouverture totale.

Considérons maintenant toutes les ouvertures possibles aboutissant à l'ouverture complète, ξ_M sera donné dans chaque cas par

$$\xi_M = \frac{a(v_0 - v)}{g\left(1 + \frac{av}{2gy_0}\right)}.$$

v étant constant ξ_M sera maximum en valeur absolue lorsque v_0 sera nul, c'est-à-dire pour l'ouverture à partir de la fermeture complète.

Nous pouvons donc conclure :

Lorsque la durée d'ouverture totale d'un régulateur est inférieure ou au plus égale à $\frac{2L}{a}$, *la dépression maximum se produit lorsque l'on ouvre complètement à partir de la fermeture complète et cette dépression est donnée par*

$$\xi_M = \frac{-av}{g\left(1 + \frac{av}{2gy_0}\right)},$$

v étant la vitesse dans la conduite pour l'ouverture complète du distributeur.

Si, en particulier, l'ouverture complète du distributeur à partir de la fermeture totale se fait en un temps 0 égal à $\frac{2L}{a}$, la formule donnant ξ_M devient

$$\xi_M = \frac{2Lv}{g\theta} \times \frac{1}{1 + \frac{av}{2gy_0}}.$$

Digitized by Google

On voit que cette formule n'est autre que la formule de Michaud où l'on fait figurer la vitesse finale v et que l'on multiplie par le facteur

$$\frac{1}{1+\frac{av}{2gy_0}}.$$

Pour les hautes chutes le terme $\frac{av}{2gy_0}$ est généralement faible vis-à-vis de l'unité, en sorte que la dépression d'ouverture est donnée sensiblement par la formule de Michaud.

b) $T > \frac{2L}{a}$. **Pour les durées d'ouverture s'effectuant en un temps supérieur à** $\frac{2L}{a}$, **il y a lieu de distinguer** deux cas suivant que la quantité $\frac{av_0}{2gy_0}$ est plus petite ou plus grande que 1 (v_0 étant la vitesse initiale dans la conduite).

1° $$\frac{av_0}{2gy_0} \leq 1.$$

Remarquons que ce cas renferme en particulier *toutes* les ouvertures à partir de la fermeture complète puisque pour toutes celles-ci, on a $v_0 = 0$.

M. de Sparre a démontré (1) que, dans ce cas, le maximum de surpression se produit au bout du temps $\frac{2L}{a}$. Ce maximum de surpression est donc donné par la formule du cas précédent, soit

$$\xi_M = \frac{a(v_0 - v)}{g\left(1+\frac{av}{2gy_0}\right)}.$$

Nous tirerons immédiatement de là deux conséquences importantes : la première est que, pour toutes les ouvertures effectuées à partir de la fermeture complète en un temps au moins égal à $\frac{2L}{a}$, ouvertures telles que OB, A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3, la dépression maximum est la même et qu'elle est égale à celle produite par l'ouverture effectuée en un temps $\frac{2L}{a}$ à partir de la fermeture complète. Cette dépression est fournie par la formule donnée plus haut

$$\xi_M = \frac{-2Lv}{gT} \times \frac{1}{1+\frac{av}{2gy_0}}.$$

Mais, puisque l'ouverture est linéaire, on a, si on appelle T le temps total d'ouverture du régulateur et v_1 la vitesse dans la conduite pour l'ouverture totale

$$\frac{v}{0} = \frac{v_1}{T}$$ et, par suite, l'expression de ξ_M peut s'écrire

$$\xi_M = \frac{-2Lv_1}{gT} \times \frac{1}{1+\frac{av}{2gy_0}}.$$

La seconde conséquence est relative aux ouvertures effectuées à partir d'une certaine ouverture préexistante et réalisant la condition $\frac{av_0}{2gy_0} \leq 1$. Supposons que de telles ouvertures soient par exemple les ouvertures D_1C_1 et D_2C_2. D'après ce que nous venons de voir, si nous appelons dans ce cas, pour plus de clarté, v_1 la vitesse dans la conduite correspondant à l'ouverture atteinte au bout du temps $\frac{2L}{a}$, la dépression maximum sera donnée par

$$\xi_M = \frac{a}{g} \times \frac{v_0 - v_1}{\left(1+\frac{av_1}{2gy_0}\right)}.$$

Il est facile de voir que cette dépression est inférieure à celle correspondant à toutes les ouvertures à partir de la fermeture complète OB, A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3. En effet, pour toutes ces ouvertures, la dépression maximum est la même et elle est égale en valeur absolue à

$$\xi'_M = \frac{a}{g} \times \frac{-v}{\left(1+\frac{av}{2gy_0}\right)},$$

v étant la vitesse dans la conduite pour l'ouverture atteinte en un temps $\frac{2L}{a}$ à partir de la fermeture complète.

Étant donné que la fermeture est linéaire, on a évidemment

$$v = v_1 - v_0,$$

et $v_1 > v$, d'où l'on déduit en comparant les deux expressions de ξ_M et ξ'_M :

$$\xi_M < \xi'_M,$$

ce qu'il fallait démontrer.

Ainsi donc, parmi toutes les ouvertures réalisées avec la condition $\frac{av_0}{2gy_0} \leq 1$ *celle donnant la dépression maximum est celle correspondant à l'ouverture effectuée en un temps* $\frac{2L}{a}$ *à partir de la fermeture complète.*

2° $\frac{av_0}{2gy_0} > 1$. **Dans ce cas, M. de Sparre a démontré** (1) **que le coup de bélier maximum se produisait**

(1) C. DE SPARRE : *Bulletin spécial N° 1 du Comité technique de la Société hydrotechnique de France.*

(1) *Loc. cit.*

Digitized by Google

après le temps $\frac{2L}{a}$ et qu'il demeurerait toujours inférieur en valeur absolue à une certaine valeur α_1 donnée par la formule

$$\alpha_1 = \frac{\rho y_0 b_1 \theta}{1 + \frac{\rho b_1 \theta}{2}},$$

avec

$$\theta = \frac{2L}{a}, \qquad b_1 = \frac{v_1 - v_0}{v_1 T}.$$

L'expression de α_1 peut s'écrire

$$\alpha_1 = \frac{L(v_1 - v_0)}{gT} \times \frac{1}{1 + \frac{L(v_1 - v_0)}{2gTy_0}}.$$

Remarquons que le cas considéré, où $\frac{av_0}{2gy_0}$ est plus grand que 1, correspond à une ouverture s'effectuant, non à partir de la fermeture complète (pour laquelle on aurait $v_0 = 0$), mais à partir d'une certaine ouverture déjà préexistante. Nous avons vu que, dans le cas où on ouvre à partir de la fermeture complète, la dépression maximum se produit au bout du temps $\frac{2L}{a}$ et qu'elle est égale à

$$\xi_M = \frac{-2Lv}{g\theta} \times \frac{1}{1 + \frac{av}{2gy_0}},$$

v étant la vitesse atteinte dans la conduite au bout du temps $\frac{2L}{a}$ s'il n'y avait pas de coup de bélier.

Nous allons montrer que, pour une ouverture linéaire, cette dépression est toujours supérieure à toutes celles qui peuvent se produire pour d'autres ouvertures dans lesquelles la condition $\frac{av_0}{2gy_0} >$ se trouve réalisée.

Considérons, en effet, une ouverture faisant passer la vitesse de la valeur v_0 à la valeur v_1 dans le temps T_1. Nous venons de voir que, dans ce cas, le coup de bélier ξ'_M est inférieur à α_1 ; nous aurons donc

$$\xi'_M < \frac{L(v_1 - v_0}{gT_1} \times \frac{1}{1 + \frac{L(v_1 - v_0)}{2gT_1 y_0}},$$

expression qui peut s'écrire

$$\xi'_M < \frac{2L(v_1 - v_0)}{gT_1} \times \frac{1}{2\left(1 + \frac{L(v_1 - v_0)}{2gT_1 y_0}\right)}.$$

Or, l'ouverture étant supposée linéaire, on a

$$\frac{v_1 - v_0}{T_1} = \frac{v}{\theta}.$$

L'inégalité relative à ξ'_M devient donc

$$\xi'_M < \frac{2Lv}{g\theta} \times \frac{1}{2\left(1 + \frac{Lv}{2g\theta y_0}\right)},$$

ou puisque $\theta = \frac{2L}{a}$,

$$\xi'_M < \frac{2Lv}{g\theta} \times \frac{1}{2 + \frac{av}{2gy_0}}.$$

L'expression de ξ_M étant

$$\xi_M = \frac{2Lv}{g\theta} \times \frac{1}{1 + \frac{av}{2gy_0}},$$

il est évident que l'on a

$$\xi_M > \xi'_M,$$

puisque $2 + \frac{av_0}{2gy_0}$ est plus grand que $1 + \frac{av_0}{2gy_0}$.

Nous pouvons donc conclure que, dans le cas où $\frac{av_0}{2gy_0}$ *est plus grand que 1, la dépression maximum est toujours inférieure à la dépression correspondant à l'ouverture en un temps* $\frac{2L}{a}$ *à partir de la fermeture complète.*

Toutes les considérations que nous venons d'exposer s'appliquent à des conduites de diamètre et d'épaisseur constants. Ainsi que nous l'avons fait remarquer dans notre précédent article, relatif aux coups de bélier de fermeture, ces mêmes considérations peuvent, d'après les expériences de Soulom, s'appliquer à des conduites d'épaisseur variable pourvu que les durées d'ouverture soient supérieures à $\frac{2L}{a}$ ou peu inférieures à cette valeur.

Comme nous l'avons dit également, dans la presque totalité des installations hydro-électriques, les durées d'ouverture des régulateurs sont choisies supérieures à $\frac{2L}{a}$. Pour toutes celles-là nous pouvons donc conclure :

Cas général. — *Dans toutes les installations hydrauliques comportant une conduite de diamètre constant et d'épaisseur constante ou variable alimentant une turbine commandée par un régulateur qui assure l'ouverture complète du vannage suivant une loi linéaire en un temps supérieur ou égal à* $\frac{2L}{a}$, *la dépression maximum qui puisse se produire à la suite d'une ouverture et qui se produira certainement en cours d'exploitation est celle correspondant à l'ouverture en un temps* $\frac{2L}{a}$ *à partir de la fermeture complète. Si T est le temps total d'ouverture du régulateur et*

Digitized by Google

v_t la vitesse dans la conduite pour l'ouverture complète, cette dépression maximum est donnée par la formule

$$\frac{2Lv_t}{gT}\times\frac{1}{1+\frac{av}{2gy_0}},$$

où l'on fait figurer la vitesse finale, c'est-à-dire par la formule de Michaud multipliée par un facteur correctif dont la valeur se rapproche sensiblement de l'unité pour les hautes chutes, mais qui peut prendre une grande importance pour les basses chutes. La vitesse v figurant dans le facteur correctif est la vitesse qui serait réalisée dans la conduite pour l'ouverture atteinte au bout du temps $\frac{2L}{a}$ *s'il n'y avait pas de coups de bélier.*

Cas exceptionnels. — Si la durée d'ouverture totale est inférieure à $\frac{2L}{a}$, ce qui est rare dans le cas des turbines hydrauliques et doit autant que possible être évité, il y a lieu de distinguer deux cas :

1° Si la conduite est d'épaisseur constante, la dépression maximum à craindre est donnée par la formule

$$\xi_M=\frac{av_t}{g}\times\frac{1}{1+\frac{av_t}{2gy_0}}.$$

2° Si la conduite est d'épaisseur variable, la dépression, pour des ouvertures extrêmement rapides, peut se trouver majorée par rapport à cette formule dans laquelle on fait figurer pour a une valeur moyenne. Toutefois, dans ce cas, l'amortissement dû à l'écoulement de l'eau diminue beaucoup l'intensité de ce phénomène de renforcement qui a, par conséquent, beaucoup moins d'importance que dans le cas des fermetures complètes. Comme, d'autre part, les ouvertures instantanées se rencontrent peu en pratique, ce cas est peu intéressant à considérer. Si, toutefois, on avait à l'envisager pour une installation donnée, on pourrait toujours le traiter en supposant la conduite représentée par une conduite schématique composée de deux ou trois tronçons d'épaisseur constante et appliquant à celle-ci les formules générales qu'a données M. de Sparre dans ses diverses communications à l'Académie des Sciences.

II. — **Maximum de la surpression consécutive à une dépression donnée.** — Ainsi que nous l'avons vu, à la suite d'une ouverture, l'onde de dépression est en général suivie d'une onde de surpression. En raison de l'amortissement que produit l'écoulement de l'eau lorsque le distributeur est ouvert, le maximum de cette onde de surpression est, dans les conduites à caractéristique unique, toujours inférieur ou au plus sensiblement égal au maximum de la première onde de dépression. Cet effet d'amortissement est d'autant plus faible que le débit final considéré est lui-même moins élevé.

Nous nous proposons de rechercher :

1° Quelle est, parmi toutes les manœuvres d'ouverture d'un régulateur donnant lieu à la dépression maximum, celle qui correspond à l'amortissement minimum?

2° Quelle est, dans le cas d'amortissement minimum, qui est le plus dangereux pour la conduite, la valeur en pour 100 de la surpression succédant à une dépression donnée?

Considérons un régulateur dont le temps d'ouverture totale est de T secondes. Supposons d'abord que T soit inférieur à $\frac{2L}{a}$. Comme nous l'avons vu, toutes les ouvertures à partir de la fermeture totale s'effectuant en un temps au moins égal à $\frac{2L}{a}$ donnent lieu à la même dépression maximum

$$\frac{2Lv_t}{gT}\times 1+\frac{1}{\frac{av}{2gy_0}}.$$

Parmi toutes ces ouvertures, celle qui correspond au débit final minimum est évidemment celle qui correspond à une ouverture en un temps égal à $\frac{2L}{a}$; c'est donc pour ce temps d'ouverture que l'amortissement sera minimum.

Si T est inférieur ou au plus égal à $\frac{2L}{a}$, nous avons vu que la dépression maximum se produisait pour l'ouverture complète et qu'elle était donnée par la formule

$$\frac{av_t}{g}\times\frac{1}{1+\frac{av_t}{2gy_0}}.$$

Etant donné que seule l'ouverture totale donne, dans ce cas, la dépression maximum, on se trouve, pour cette durée d'ouverture, dans le cas de l'amortissement minimum correspondant à la dépression donnée.

Résolvons maintenant la seconde question : quel est, dans le cas de l'amortissement minimum, la valeur de la surpression succédant à une dépression donnée? Il suffit, pour cela d'avoir recours à l'équation donnée par M. Alliévi dans la « Revue de Mécanique » de 1904.

Si l'on appelle

Y_s la valeur minimum de la pression lors de la première onde de dépression;

Y_0 la valeur normale de la pression statique;

Y_1 la valeur maximum de la pression lors de la surpression qui suit immédiatement la première dépression;

et si l'on pose

$$S=\frac{Y_s}{Y_0},\qquad z=\frac{Y_1}{Y_0},$$

z est donné en fonction de S par l'équation

$$z^2-2z\left[3-2S+\frac{(1-S)^2}{2S}\right]+(3-2S)^2=0.$$

Si l'on résoud cette équation pour diverses valeurs de S et que l'on exprime les coups de bélier en pour 100 de

Digitized by Google

la pression statique, on obtient le tableau suivant qui est d'un emploi très commode.

Si, à la suite d'une ouverture, il se produit une dépression de

10 % — 14 % — 30 % — 44,6 % — 57 % — 70 % — 90 %

la surpression maximum consécutive sera de

9 % — 12 % — 20,8 % — 22,8 % — 19,3 % — 7,6 % — 6 % (1)

Nous avons représenté l'allure du phénomène dans la courbe de la figure 4. On voit que la valeur de la surpression passe par un maximum égal à 22,8 pour 100 lorsque la dépression première est de 44,6 pour 100. *Ainsi donc, à la suite d'une ouverture, la pression ne peut jamais dépasser de plus de 23 pour 100 environ la pression statique* (1).

Comme précédemment, toutes les considérations ci-dessus s'appliquent rigoureusement aux conduites d'épaisseur et de diamètre constants, mais peuvent être étendues aux conduites d'épaisseur variable toutes les fois que la durée totale d'ouverture du régulateur est supérieure, égale ou peu inférieure à $\frac{2L}{a}$.

Si la conduite est d'épaisseur variable et que l'ouverture totale de l'orifice se produise en un temps très inférieur à $\frac{2L}{a}$ — ce qui est très rare dans le cas des installations de turbines — la surpression consécutive à une

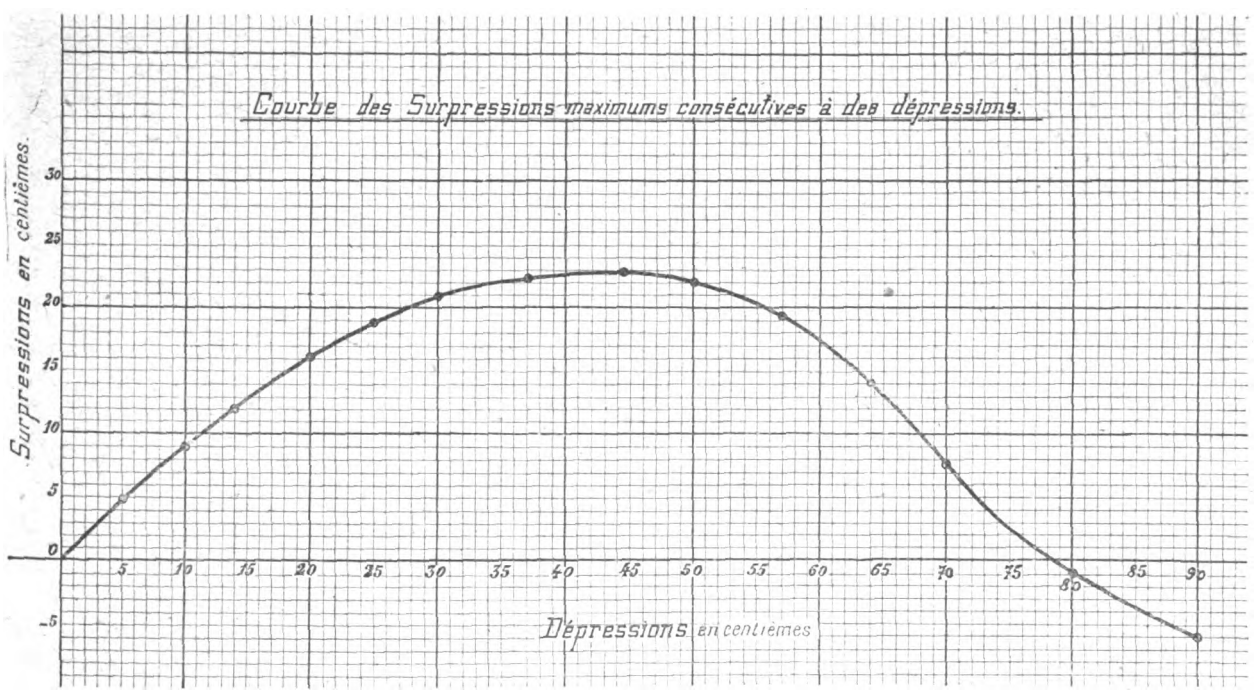


Fig. 4. — Courbe des surpressions en fonction des dépressions.

dépression peut être notablement supérieure à celle indiquée dans le tableau ci-dessus. Il peut même arriver, si la dépression relative est peu élevée (5 à 10 pour 100 par exemple) que la surpression soit légèrement supérieure à la première dépression. Ces cas tout à fait exceptionnels peuvent être aisément traités par les formules générales de M. de Sparre relatives aux conduites supposées divisées en deux ou trois tronçons.

3° Vérifications expérimentales. — Ainsi que nous l'avons dit, à propos des coups de bélier de fermeture, ce n'est qu'après la plupart de nos expériences terminées que nous avons développé les considérations qui précèdent concernant la question des maxima. Bien que nos expériences n'aient donc pas été spécialement dirigées vers l'illustration de nos conclusions, il est possible cependant de tirer des expériences que nous avons faites sur la conduite C_1 de Soulom, en collaboration avec MM. Camichel et Eydoux, quelques graphiques intéressants à ce point de vue.

(1) Lorsque la dépression atteint 90 pour 100, l'onde seconde est encore une onde de dépression dont le maximum est de 6 pour 100 de dépression.

(1) On peut arriver sensiblement aux mêmes conclusions en appliquant au lieu de l'équation d'Alliévi, une équation de M. de Sparre qui est d'un calcul plus aisé. Si l'on appelle u la valeur relative de la surpression consécutive à une dépression x, on a la relation

$$u = x\,(1 - u).$$

Cette relation s'applique avec une bonne approximation tant que les coups de bélier ne dépassent pas 50 pour 100 de la pression statique. Elle donne sensiblement les valeurs du tableau ci-dessus.

Digitized by Google

Choisissons pour cela les deux graphiques

$$US - C_4 - 56 - 10,$$
$$US - C_4 - 52 - 14,$$

relatifs à des ouvertures, et que nous avons reproduits dans les figures 1 et 2. Comme on s'en rend compte immédiatement, les lois d'ouvertures réalisées pendant ces expériences ne sont pas rigoureusement linéaires; mais on peut, dans une première approximation, les considérer comme telles pour l'objet qui nous occupe. Comme on le voit sur ces deux graphiques, la dépression maximum se produit au temps $\frac{2L}{a}$ (on se trouve, en effet, dans le cas $\frac{av}{2gy_0} < 1$). Nous avons résumé ci-dessous les principales caractéristiques de ces ouvertures en faisant figurer dans une colonne la valeur de $\frac{2Lv}{g\theta}$ (v étant la vitesse dans la conduite correspondant à l'ouverture atteinte au temps $\theta = \frac{2L}{a}$) et dans une autre la valeur de l'expression

$$\frac{2Lv}{g\theta} \times \frac{1}{1 + \frac{av}{2gy_0}},$$

qui, d'après ce que nous avons vu plus haut, donne la valeur du maximum de dépression dans le cas d'une ouverture rigoureusement linéaire. Voici le tableau des valeurs obtenues.

Tableau I.

NUMÉRO DU GRAPHIQUE	$\frac{2LV}{g\theta}$		$\frac{2LV}{g\theta} \times \frac{1}{1 + \frac{av}{2gy_0}}$		DÉPRESSIONS OBSERVÉES	
	en mètres	en pour 100	en mètres	en pour 100	en mètres	en pour 100
56-10	54,40	21,5	49,20	19,5	49	19,45
52-14	29,1	11,55	27,50	10,9	27	10,7

Comme on le voit, la concordance est parfaite entre la formule et l'observation.

En ce qui concerne le maximum de surpression consécutif à la dépression, les graphiques de Soulom n'offrent pas de durée d'ouvertures totales réalisées en des temps inférieurs ou au plus égaux à $\frac{2L}{a}$. Aucun de ces graphiques ne se trouve donc dans les conditions d'amortissement minimum.

Prenons, par exemple, l'expérience US — C_4 — 56 — 10 pour laquelle la dépression maximum est de 18,65 pour 100. D'après la courbe de la figure 4, la surpression consécutive serait de 15,2 pour 100 si l'on se trouvait dans des conditions d'amortissement minimum. En réalité, la surpression observée a été de 13,5 pour 100 à cause de l'amortissement supplémentaire dû au fait que la durée totale d'ouverture était assez notablement supérieure à $\frac{2L}{a}$.

Dans l'expérience US — C_3 — 52 — 14, le phénomène est encore plus accentué, le régulateur ayant continué à ouvrir lentement après une première ouverture rapide. Il en est résulté que le maximum de surpression n'a été que de 3,58 pour 100, alors que dans le cas d'amortissement minimum, il aurait été de 9,5 pour 100.

Nous conclurons donc, d'une façon générale : les règles que nous avons données pour la détermination des maxima de surpressions et de dépressions découlent directement des théories générales que les expériences de Toulouse et de Soulom ont permis de vérifier. En outre, les expériences de Soulom ont vérifié un certain nombre d'applications particulières de ces règles dans des conditions satisfaisantes.

Nous croyons donc que les formules données peuvent servir utilement de guide dans la détermination des dépressions et des surpressions à craindre dans les installations hydrauliques.

Maurice Gariel,
Ingénieur E. S. E.; Directeur général des Ateliers Neyret-Beylier et Piccard-Pictet.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Essais d'effet couronne à haute altitude (1).

On a installé au Pérou, sous la direction de M. F. G. Baum, une usine hydro électrique qui alimente une ligne de 193 km de longueur, celle-ci partant d'une altitude de 3657 m pour arriver à une altitude de 4267 m et se trouvant en grande partie à une altitude de 4000 m environ. M Baum a profité de cette occasion pour faire effectuer des essais d'effet couronne à haute altitude. Les résultats ont été encourageants, en ce sens que les pertes totales sont moindres qu'on ne s'y attendait, et comme ce fait a une certaine influence sur la section de conducteur à choisir, la question ne manque pas d'intérêt pratique.

Ces essais ont été effectués en avril 1914 par M. Jakobsen, du rapport duquel nous extrayons les renseignements suivants :

Les essais ont porté sur la partie de la ligne qui va de l'usine génératrice d'Oroya à la sous-station de la fonderie de La Fundicion (4267 m). On a fait plusieurs essais à des fréquences voisines de la normale (60 p : sec) et comme ces essais ont donné pratiquement les mêmes résultats, on ne rend compte ici que de deux, effectués l'un par beau temps et l'autre par temps pluvieux

La méthode a consisté à mesurer les pertes totales dans la ligne, ouverte à l'extrémité réceptrice, sous différentes tensions variant de 40000 à 72000 v, et à déduire de ce total les pertes dans le fer et le cuivre des transformateurs élévateurs et les pertes ohmiques dans la ligne dues aux courants de capacité. La différence était la perte due à l'effet couronne.

A l'usine génératrice sont installés cinq groupes électrogènes de 5000 ch comprenant chacun deux turbines directement accouplées à un alternateur triphasé à 60 p : sec, 2300 v, monté en étoile avec neutre isolé. A chaque groupe électrogène sont associés trois transformateurs de 1000 kv a, 2300-55000 v, montés en triangle au primaire et au secondaire. Tous les transformateurs de mesure sont alimentés par les connexions à 2300 v qui relient les alternateurs aux transformateurs élévateurs de tension.

La ligne comprend deux circuits triphasés en câbles de cuivre d'une section de 42,4 mm² (n° 1 B. et S.) et un câble d'acier mis à la terre de 6,3 mm de diamètre. Elle est portée par une seule ligne de supports métalliques et les conducteurs sont disposés comme l'indique la figure 1. La distance entre Oroya et La Fundicion est de 110 km; il y a dans ce parcours deux transpositions complètes de chaque

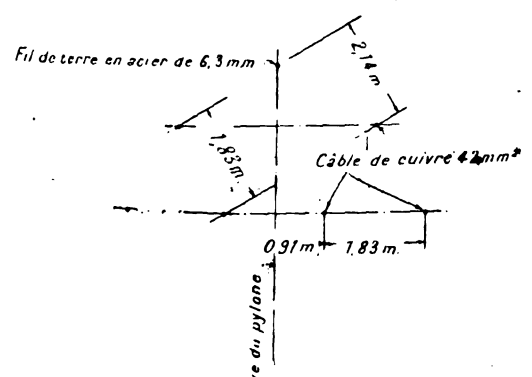


Fig. 1.

(1) B. F. Jakobsen. *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, janvier 1918, t. XXXVI, p. 949-966.

circuit. La tension de service normale est de 44000 v.

Les constantes de la ligne sont les suivantes :

Résistance d'un fil (110 km à 20° C), 46,2 ohms;

Réactance d'un fil (110 km à 61,1 p : sec), 54,6 ohms;

Impédance d'un fil (110 km), 71,6 ohms;

Susceptance d'un fil (110 km à 61,1 p : sec), 387×10^{-6} ohms.

On a mesuré au pont de Wheatstone la résistance des trois enroulements à haute tension des trois transformateurs, mis en série, et on en a pris la moyenne. Pour les enroulements à basse tension, dont la résistance était trop faible pour une mesure au pont, on a pris les valeurs indiquées par le constructeur; on a fait de même pour la chute de tension due à l'impédance; celle-ci est de 4,1 pour 100 à 60 p : sec; en admettant 2,1 pour 100 pour l'enroulement haute tension et 2 pour 100 pour la basse tension, les constantes des transformateurs à 21° C et 61,1 p : sec, avec le montage 2300-55000 v et en exprimant tout par rapport au côté à haute tension sont :

Enroulement à haute tension

$$R = 11{,}45, \qquad X = 62{,}6, \qquad Z = 63{,}6.$$

Enroulement à basse tension

$$r = 12{,}5 \qquad x = 56{,}65, \qquad z = 57{,}95,$$

(R, r, résistance; X, x, réactance; Z, z, impédance).

On a fait un premier essai pour déterminer le courant d'excitation du transformateur et sa perte dans le fer pour les tensions et les fréquences employées. Dans cet essai, on mesurait le courant de l'alternateur (égal à $\sqrt{3}$ fois le courant d'excitation du transformateur), la tension de l'alternateur, les kilowatts et la fréquence. Dans les essais d'effet couronne, on a mesuré les mêmes quantités et obtenu la perte par couronne en soustrayant de la puissance totale fournie par l'alternateur les pertes dans le fer et le cuivre du transformateur et la perte en ligne due au courant de capacité.

La figure 2 indique le schéma du montage, et la figure 3

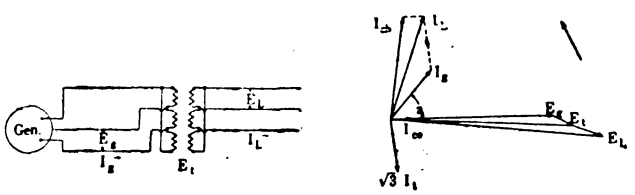


Fig. 2 et 3.

le diagramme vectoriel correspondant, où les notations sont les suivantes :

E_g, tension de l'alternateur;

E_t, tension dans le noyau du transformateur;

E_L, tension en ligne au bout générateur;

I_{ch}, courant de capacité par conducteur;

I_{CO}, courant de couronne (valeur sinusoïdale équivalente);

I_L, courant de ligne par conducteur;

I_t, courant à vide du transformateur;

I_g, courant de l'alternateur $= \sqrt{3}\, I_t$.

Toutes ces valeurs se rapportent au côté à haute tension, et toutes les tensions sont prises entre conducteurs.

Le courant I_{CO} dû à la couronne est très petit dans ces essais; à 72,3 kv, la perte par couronne est 153 kw, et le courant sinusoïdal équivalent en phase avec la tension est

$$I_{CO} = 153 : 1{,}73 : 72{,}3 = 1{,}22 \text{ a.}$$

Le courant de couronne a donc été entièrement négligé dans les calculs.

Comme le montre le diagramme vectoriel de la figure 3,

Digitized by Google

le courant dû à la capacité de la ligne est déphasé par rapport à la tension d'un angle qui diffère très peu de 90°, et le courant fourni par l'alternateur au transformateur à vide est à très peu près déphasé de 90° sur la tension de l'alternateur. Le courant de l'alternateur pendant l'essai de couronne est aussi déphasé de presque 90° sur la tension de l'alternateur (le courant étant en avance), sauf pour les hautes tensions, où le courant de l'alternateur est faible, parce que le courant de ligne et le courant du transformateur à vide, multiplié par $\sqrt{3}$, sont plus près de s'équilibrer mutuellement. Comme de plus, les réactances du transformateur sont plusieurs fois plus grandes que les résistances correspondantes, et comme la chute de tension due aux résistances du transformateur, avec les courants considérés, est relativement très faible et à angle droit avec la tension de l'alternateur, il s'ensuit que les relations vectorielles qu'indique la figure 3 peuvent être remplacées par celles que représente la figure 4. Il en résulte une notable simplification des calculs.

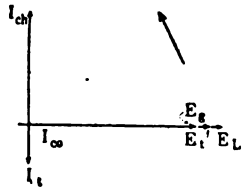


Fig. 4.

Formules. — On néglige la composante de tension due au passage du courant de capacité dans la résistance de la ligne, cette composante étant déphasée de presque 90° sur la tension en ligne et relativement très faible. Soit E_R la tension au bout récepteur de la ligne quand le courant à ce bout récepteur de la ligne est nul on a alors

$$I_{ch} = \frac{E_R}{\sqrt{2}}\, b \left(1 - \frac{bx}{6}\right),$$

et

$$E_R = \frac{E_L}{1 - \frac{bx}{2}} = 1{,}0106\ E_L,$$

b étant la susceptance de la ligne pour un conducteur et pour la tension par rapport au point neutre;
et x la réactance de la ligne pour un conducteur.

On tire de là

$$I_{ch} = \frac{E_L \times b}{\sqrt{3}\left(1 - \frac{bx}{2}\right)}\left(1 - \frac{bx}{6}\right) = 0{,}226\ E_L\ \text{A.}$$

L'auteur calcule d'après cette formule la perte en ligne due au courant de capacité. Il trouve pour l'ensemble des trois conducteurs

$$\frac{2{,}36 \times E_L^2}{1\,000}\ \text{kw.}$$

La perte dans les enroulements haute tension des transformateurs est, d'autre part,

$$\frac{I_{ch}}{\sqrt{3}} \times \frac{3r}{1\,000} = 0{,}585\ E_L^2 : 1\,000\ \text{kw.}$$

L'ensemble des pertes en ligne et dans les enroulements à haute tension des transformateurs est donc

$$2{,}945\ E_L^2 : 1\,000\ \text{kw.}$$

On a mesuré les pertes dans les noyaux des transformateurs; le résultat de cet essai est représenté sous forme de courbe dans la figure 5. Ces pertes, comme celles résultant de l'effet couronne, ont été mesurées au moyen de deux wattmètres, l'un intégrateur (wattheuremètre), l'autre indicateur. Il y avait souvent de fortes divergences entre les indications de ces appareils, mais c'était alors le wattheuremètre qui était considéré comme exact.

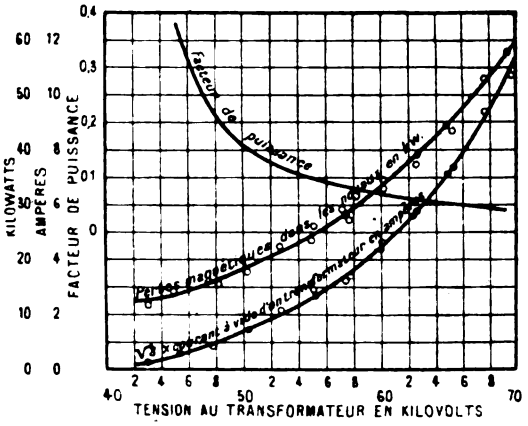


Fig. 5.

La courbe A de la figure 6 représente la puissance totale

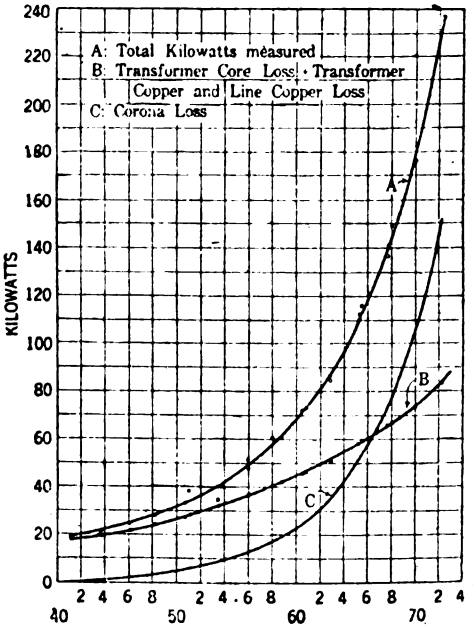


Fig. 6.

dissipée, fournie par l'alternateur; la courbe B est celle du total des pertes, sauf par couronne; c'est-à-dire pertes dans le fer et le cuivre des transformateurs et dans la ligne. La courbe C, tracée en prenant la différence des ordonnées des courbes A et B, est la perte par effet couronne. Ces courbes se rapportent à l'essai effectué par beau temps; l'essai par temps pluvieux a donné des résultats pratiquement semblables. L'article se termine par une discussion du professeur Ryan sur l'accord de ces chiffres avec les formules qui ont été proposées pour représenter la variation des pertes par effet couronne avec la tension.

P. L.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Des appareils de manutention dans l'industrie (*Suite et fin*)

Continuant l'étude qu'il avait commencée dans la « Revue générale de l'Electricité » du 21 septembre 1918, p. 421, M. F. Séba, dans l'article ci-dessous, examine les dispositions constructives des ponts à trois moteurs à levage par câble; il en étudie d'une façon détaillée tous les éléments : galets de roulement, rails de roulement, arbres de transmission, partie métallique, chariots, tambours et câbles; il insiste particulièrement sur la question du freinage de la charge. L'auteur termine son article en faisant la description d'un pont à benne preneuse.

I. — **Ponts à 3 moteurs avec levage par câble.** — Nous allons maintenant examiner les différents ponts avec levage par câbles que l'on emploie pour des charges variant de 1 t à 50 t.

Nous ne nous arrêterons pas au type de pont à un seul moteur pour les trois mouvements de levage, direction et translation obtenus au moyen de cônes d'embrayage à friction montés sur un même arbre et actionnés par trois volants à vis ramenés dans la cabine du mécanicien.

Dans cette disposition, on remplace parfois le moteur par une poulie à gorge garnie de cuir ou de bois et sur laquelle passe un câble télédynamique mis en mouvement par une transmission servant à actionner les machines-outils.

Ce genre de pont peut être construit pour une puissance qui varie de 1 000 kg à 10 t.

Les ponts que l'on construit actuellement avec moteurs électriques sont presque toujours à trois moteurs dont un pour le levage, un pour la direction du chariot et un pour la translation du pont.

Les poutres du pont, proprement dit, sont généralement construites en treillis soit suivant le système de Waren dont les barres sont disposées en V, ou suivant la disposition Pratt, c'est-à-dire avec barres disposées en N et dont le panneau médian possède une croix de

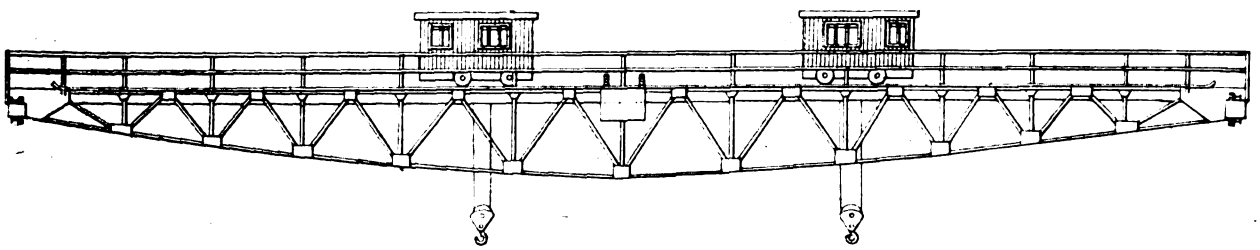


Fig. 15. — Pont de 34 m de portée à deux chariots pour charges de 10 tonnes par chariot, et une hauteur de levage de 45 m.

Saint-André, ou encore suivant le système Hove qui dispose les barres en V, mais y ajoute à chaque panneau une barre verticale qui a pour but de réduire de moitié la longueur de la membrure supérieure comprimée.

Le type de poutre dite de Waren est le plus avantageux en ce qu'il réduit le nombre de barres et, par conséquent, celui des nœuds à son strict minimum.

Certains constructeurs emploient ce genre de poutre mais en lui donnant une forme parabolique.

Cette disposition, quoique plus coûteuse de construction, est la plus rationnelle en ce qu'elle se rapproche d'un solide d'égale résistance; elle a, en outre, l'avantage de rendre la construction plus légère lorsqu'il s'agit de poutres de grande longueur.

Nous donnons, figure 15, un type de pont avec poutre parabolique dont la portée est de 34 m et construit avec deux chariots d'une puissance de 10 t chacun.

Ce pont a été construit pour soulever des blocs de pierre à une hauteur de 45 m.

Comme on peut le remarquer à l'examen de la figure, le moteur pour la translation du pont est muni de deux pignons qui transmettent le mouvement à deux roues dentées clavetées sur deux arbres distincts qui actionnent les galets de roulement.

Cette disposition est préférable à l'emploi de deux moteurs placés à chaque bout du pont, car le synchronisme est toujours difficile à obtenir, de sorte qu'il est à craindre qu'un côté du pont ait une vitesse différente de celle obtenue pour l'autre extrémité.

GALETS DE ROULEMENT. — Comme nous l'avons vu précédemment, les poutres principales de même que les

Digitized by Google

poutres de rive sont reliées aux poutres d'about à l'intérieur desquelles sont placés les galets de roulement.

Les deux galets moteurs sont munis d'une couronne dentée indépendante des galets, comme l'indique la figure 16.

Cette disposition est préférable à celle que l'on emploie encore quelquefois et qui consiste à avoir des couronnes venues de fonderie avec les galets; dans ce dernier cas, en effet, le taillage ne peut s'effectuer que pour une pièce à la fois, tandis que, dans le cas de couronnes rapportées, on peut tailler autant de pièces ensemble que le permet la longueur du mandrin sur lequel elles sont fixées; de plus, lors de l'usure des dents qui a lieu forcément avant celle des galets, ces derniers peuvent être utilisés en remplaçant seulement la couronne dentée.

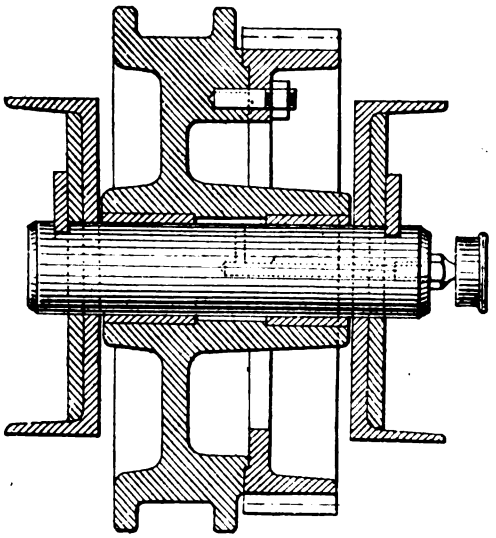


Fig. 16. — Galets de roulement pour pont.

Comme l'indique la figure 16, l'axe du galet est fixé par quatre plaques d'arrêt rectangulaires qui l'empêchent de tourner, le graissage s'effectue au moyen d'un graisseur Stauffer qui foule la graisse dans une chambre ménagée entre les bagues en bronze du galet.

Afin d'éviter le matage des axes et pour compenser la perte de section due à l'alésage des fers à [des poutres d'about, on prévoit des plaques de renfort qui sont rivées aux fers à [.

L'épaisseur des renforts doit être déterminée de façon que la pression par centimètre carré de surface portante ne dépasse pas 600 kg, pression déterminée par des expériences, au delà de cette pression il y a déformation des axes.

Pour le calcul du diamètre de ces derniers, on remarquera que la charge totale est répartie uniformément sur deux surfaces, il y a donc flexion et le bras de levier peut être supposé égal au quart de la longueur de la bague, plus la moitié de l'épaisseur des appuis; le taux de travail admis est généralement de 10 kg : mm² de section.

Pour effectuer le calcul d'une façon exacte, il y a lieu de tenir compte du moment de torsion dû à l'effort de frottement qui s'exerce à la circonférence de l'axe.

La détermination des dimensions de la jante de roulement des galets peut être faite de la façon suivante.

La partie comprise entre deux nervures peut être considérée comme encastrée et soumise à la flexion en prenant la section de la jante en dessous du trou pratiqué dans l'âme de la roue.

La charge étant appliquée au milieu de la portée considérée on aura comme moment maximum de flexion

$$M_f = \frac{Pl}{12}.$$

Les galets étant généralement en acier coulé, le coefficient de sécurité adopté pour le taux de travail du métal sera de 7 à 8 kg par millimètre carré de section.

Rails du chemin de roulement. — Les rails sur lesquels roulent les ponts sont trop souvent déterminés au jugé et il arrive fréquemment que, pour n'avoir pas examiné d'assez près cette question, les rails se déforment par suite d'une surface trop faible pour l'appui du galet ou encore du taux de travail trop élevé pour le métal employé.

Les rails que l'on emploie habituellement sont composés par des fers de section carrée, fixés aux poutres du chemin de roulement par des boulons qui traversent les plaques d'attache comme l'indique la figure 17.

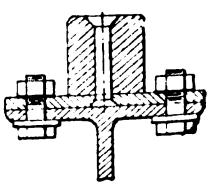


Fig. 17. — Fixation des rails de pont.

Si nous faisons :

P = charge totale en kilogrammes sur le galet;

$\frac{I}{V}$ = moment de résistance du profil du rail en centimètres cubes;

b = largeur de la base du rail en centimètres;

k = charge admissible en kilogrammes par centimètre carré de surface;

Nous aurons comme taux de travail du métal.

$$K = \frac{9}{16}\left(\frac{P^2}{\frac{I}{V}bk}\right).$$

Dans laquelle formule $k = 500$ kg : cm² pour rail en acier posé sur acier. Si le rail est posé sur un mur en maçonnerie : $k = 8$ kg : cm² de surface.

Arbres de transmission. — Les arbres de transmission de mouvement posés sur la poutre de rive avant, reposent sur des paliers que certains constructeurs adoptent avec roulement à billes; toutefois les deux paliers extrêmes sont de préférence à coussinets en bronze lisse afin d'éviter un trop grand porte-à-faux à

Digitized by Google

l'endroit des pignons qui produisent une flexion de l'arbre ajoutée à la torsion.

La disposition avec roulement à billes diminue la résistance à l'avancement d'environ 25 pour 100.

Cette résistance comptée, habituellement égale à 30 kg par tonne de charge totale varie cependant avec la portée des ponts et peut être réduite à 20 kg lorsque la portée ne dépasse pas 10 m.

Le diamètre des arbres est généralement déterminé par la formule suivante :

$$d = \frac{\sqrt[3]{\frac{3}{8} M_f + \frac{5}{8} \sqrt{M_f^2 + M_t^2}}}{0{,}1\, R}$$

dans laquelle

d = diamètre de l'arbre en millimètres ;

M_f = moment de flexion maximum en kilogrammes-millimètres ;

M_t = moment de torsion maximum en kilogrammes-millimètres ;

R = taux de travail admis par millimètre carré de section.

Pour éviter une réduction de section à l'endroit des pignons extrêmes, réduction due à la clavette, cette dernière sera d'une longueur inférieure à la largeur du pignon d'environ 5 mm.

La portée des ponts ne permettant pas d'avoir des arbres d'une seule longueur, ces derniers sont généralement reliés entre eux par des manchons d'accouplement représentés par la figure 18.

Pour faciliter le placement de la roue motrice, placée autant que possible au milieu de la portée du pont, on

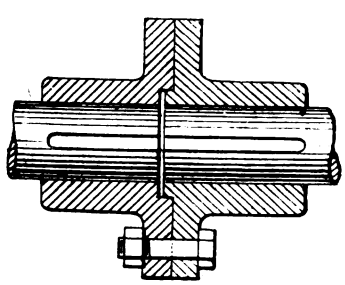


Fig. 18. — Manchon d'accouplement pour arbre de translation.

prévoit un accouplement directement après le palier; ces derniers sont disposés de telle sorte que la portée de l'arbre entre points d'appui ne dépasse pas 3 m pour des arbres à section pleine.

Lorsque l'on fait usage de tube, on peut augmenter la portée entre paliers jusqu'à 4 m et même 5 m, le poids de ceux-ci étant beaucoup moindre que dans le cas d'un arbre à section pleine.

Afin d'éviter un moment de torsion de la poutre principale avant, le moteur ainsi que le mouvement de translation, composé de la roue motrice, des arbres, des paliers et des pignons extrêmes, doivent être placés aussi près que possible de l'axe de la poutre; la disposition qui consiste à placer le moteur en avant de l'arbre longitudinal est défectueuse, car, dans certains cas, le poids de ce moteur et de son socle atteint 500 kg charge qui agit avec un bras de levier souvent égal à 800 mm.

Puissance motrice du pont. — Comme nous l'avons vu, plus haut, la résistance à l'avancement est généralement de 25 kg à 30 kg par tonne de charge.

Si nous supposons donc un pont de 15 t à 15 m de portée dont le poids total est de 22 000 kg complètement équipé; nous aurons comme charge totale à transporter 22 000 + 15 000 = 37 000 kg.

La puissance motrice nécessaire sera, si la vitesse de déplacement est égale à 60 m : min.

$$F = \frac{37 \times 30 \times 60}{60 \times 75} = 14{,}8 \text{ ch.}$$

Le travail théorique est donc

$$\frac{37 \times 30 \times 60}{60 \times 75} = \frac{66\,600}{60} = 1\,100 \text{ kgm.}$$

Le rapport total des différents harnais d'engrenages étant de 23 et le nombre de dents respectifs étant :

Roue motrice, 75 dents; diamètre au cercle de roulement, 600 mm;

Pignons, 13 dents; diamètre au cercle de roulement, 104 mm ;

Couronne, 50 dents; diamètre au cercle de roulement, 500 mm ;

Pignons, 13 dents; diamètre au cercle de roulement, 130 mm ;

Nous pouvons maintenant chercher le travail mécanique absorbé par chacun des harnais d'engrenage.

La vitesse à la circonférence de la couronne des galets étant

$$V = \frac{38{,}2 \times 3{,}14 \times 0{,}500}{60} = 1 \text{ m : sec,}$$

l'effort à la denture sera

$$Q = \frac{14{,}8 \times 75}{1} = 1\,110 \text{ kg,}$$

le travail absorbé sera

$$T = 0{,}329 \times fQ \left(\frac{m + m'}{m \times m'}\right) R'n,$$

$$T = 0{,}329 \times 0{,}5 \times 1\,110 \left(\frac{50+13}{50 \times 13}\right) 0{,}250 \times 38{,}2 = 164 \text{ kgm.}$$

La puissance motrice nécessaire sera donc de

$$14{,}8 + \frac{164}{65} = 16{,}9 \text{ ch,}$$

à la circonférence des pignons extrêmes du pont.

Digitized by Google

Pour obtenir la puissance motrice nécessaire à la circonférence du pignon moteur, il nous reste à chercher le travail absorbé par le harnais.

L'effort à la denture étant

$$\frac{16,9 \times 75}{4,7} = 270 \text{ kg.}$$

Le travail absorbé par les engrenages sera donc

$$T = 0,329 \times 0,5 \times 270 \left(\frac{75+13}{75 \times 13}\right) 0,300 \times 152 = 182 \text{ kgm.}$$

La puissance motrice nécessaire sera alors

$$16,9 + \frac{182}{75} = 19,3 \text{ ch,}$$

à cette valeur nous devrons ajouter 10 pour 100 pour tenir compte du frottement des arbres dans les paliers s'ils sont à coussinets lisses et 5 pour 100 seulement s'ils sont à roulement à billes.

La puissance motrice réelle sera alors pour paliers lisses

$$F = \frac{19,3}{0,90} = 21,4 \text{ ch,}$$

et pour roulement à billes

$$F_1 = \frac{19,3}{0,90} = 20 \text{ ch,}$$

on voit donc que le rendement total peut être pris égal à 0,70; nous aurions eu directement la valeur de la puissance motrice en faisant

$$F = \frac{37 \times 30 \times 60}{60 \times 75 \times 0,70} = 21,14 \text{ ch utiles.}$$

Freinage. — Dans certains cas il est nécessaire de prévoir un frein pour le mouvement de translation, ce frein étant actionné de la cabine par tirette ou par pédale.

Le frein mécanique, dans tous les cas, est préférable au frein électromagnétique, parce qu'il peut être réglé à volonté lors de sa manœuvre.

Pour déterminer la valeur de l'effort de freinage nécessaire à l'arrêt du pont, il est indispensable de connaître la course que doit faire l'appareil après l'action de freinage. Nous supposerons une course de 500 mm et nous reprendrons les données fixées ci-dessus, soit :

Poids total de l'appareil en ordre de marche = 37 000 kg;

Vitesse de déplacement de l'appareil

$$\frac{60\,000}{60} = 1 \text{ m : sec.}$$

L'énergie cinétique sera

$$E = \frac{mv^2}{2} = \frac{Pv^2}{g2} = \frac{37\,000 \times 1^2}{9,81 \times 2} = 1\,885 \text{ kgm.}$$

La résistance à l'avancement étant à la circonférence des galets de roulement égale à

$$R = \frac{30 \times 37}{6,2} = 179 \text{ kg,}$$

la force de freinage devra être

$$F = \frac{1\,885}{0,500} - 179 = 2\,590 \text{ kg.}$$

Si nous adoptons un diamètre de 500 mm pour la poulie de frein, clavetée sur l'arbre de transmission, l'effort à la circonférence de la poulie sera, en admettant les données précédentes pour les engrenages

$$F_1 = \frac{2\,590 \times 150}{500} = 777 \text{ kg.}$$

Le frein est disposé comme l'indique la figure 19, c'est-à-dire pour les deux sens de marche.

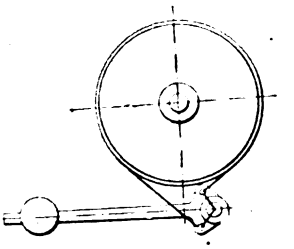


Fig. 19. — Disposition d'un frein à bande pour deux sens de marche.

Les tensions T et T_1 sont données par la formule

$$T = F_1 \frac{l^{\mu a}}{l^{\mu a} - 1},$$

$$T_1 = T - F_1.$$

L'arc embrassé par la bande étant 270° et le coefficient de frottement du « ferodo » sur la fonte étant de 0,2 nous aurons

$$T = 777 \times \frac{2,5}{1,5} = 1\,289 \text{ kg,}$$

$$T_1 = 1\,289 - 777 = 512 \text{ kg.}$$

Les leviers de manœuvre ayant respectivement un rapport 10 à 1 et 3 à 1, la pression à exercer à la pédale sera donc

$$P = \frac{1\,289}{30} = 43 \text{ kg.}$$

Pour obtenir une ouverture suffisante de la bande de frein il est nécessaire que cette dernière soit écartée d'au moins 3 mm sur le rayon de la poulie, la course à la pédale sera donc

$$\frac{3 \times \pi}{2} \times 30 = \frac{3 \times 3,14}{2} \times 30 = 145 \text{ mm.}$$

Digitized by Google

Lorsque les bandes de frein sont prévues en acier de qualité à ressort et que le cintrage est exécuté d'une façon parfaite, la bande peut rester libre sur la poulie, sans qu'il soit nécessaire de la guider, pour obtenir un jeu égal sur toute la circonférence, au contraire, dès que l'on fait usage d'acier doux, la tension des brins produisant une déformation permanente du cintre amène le contact de la bande avec la poulie et alors il est indispensable de mettre des vis de poussée pour régulariser le jeu entre la bande et la poulie dans la position ouverte quel que soit le diamètre de la poulie ; dans le cas de l'acier à ressort, les vis ne sont nécessaires qu'à partir d'un diamètre de la poulie de 400 mm.

La tension à exercer sur les deux brins de la bande augmentant avec la diminution de l'arc embrassé par cette dernière, il est indispensable que le point d'articulation du levier double soit le plus près possible de la poulie ; de plus, pour que le freinage s'effectue d'une façon rationnelle, les points d'articulation des pattes de la bande doivent être déterminés de telle façon qu'ils se trouvent sur le point de tangence de la droite qui relie les deux arcs de cercle, de la bande et du levier double.

La disposition représentée par la figure 20 et que l'on rencontre assez souvent est désavantageux tant au point de vue du freinage que des efforts exercés sur l'axe de la poulie, surtout si l'on a affaire à des efforts considérables.

Si nous examinons, en effet, la direction des tensions T et T_1, nous voyons que, dans le cas de la première disposition, les forces reportées sur l'axe de la poulie donnent une résultante plus faible que dans le cas de la seconde disposition, ce qui a pour effet de réduire le

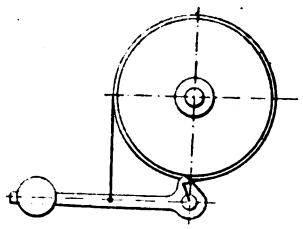


Fig. 20. — Disposition d'un frein défectueux.

moment de flexion de l'axe. Outre cet avantage, il en est deux autres, non moins importants :

1° La tension de la boucle diminue avec l'augmentation de l'arc embrassé ;

2° L'effort à produire sur les leviers est moindre, par suite du plus grand rapport entre ces derniers.

Partie métallique du pont. — Certains constructeurs construisent encore les poutres principales avec tôles et cornières ; les poutres de rive étant formées par une cornière longitudinale, supportée par des contrefiches, comme l'indique la figure 21.

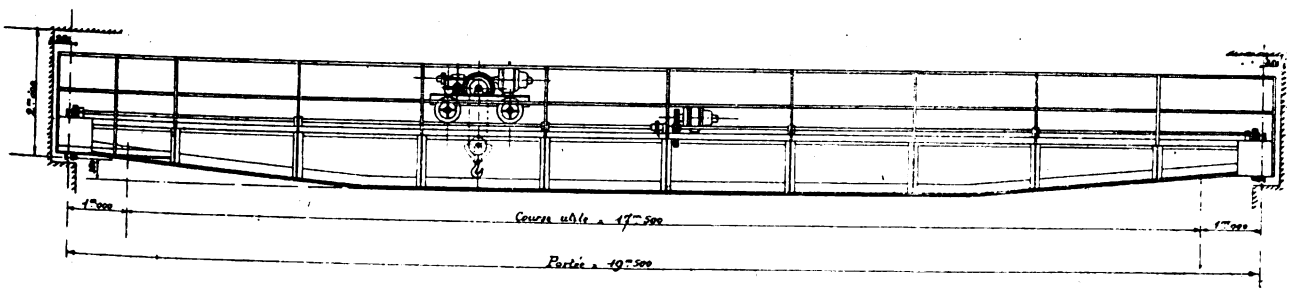


Fig. 21. — Pont à poutre pleine.

Cette construction, quoique plus simple que la forme en treillis, est aussi coûteuse que cette dernière et surtout moins rationnelle, au point de vue de l'utilisation de la matière.

La poutre pleine, en effet, étant formée d'une âme et

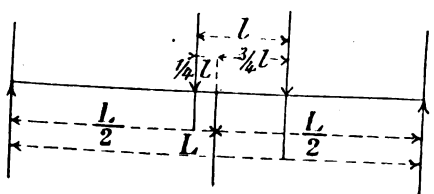


Fig. 22. — Disposition des charges pour le calcul des ponts à poutres pleines.

de quatre cornières rivées sur toute leur longueur, ces dernières seulement interviennent entièrement dans la résistance de la poutre, tandis que l'âme ne peut être comptée pratiquement que pour le 1/6 de sa résistance totale. Il n'y a avantage à adopter des poutres pleines que lorsque l'on peut employer des fers I qui ne nécessitent aucune rivure.

Pour le calcul des poutres pleines, il y a lieu de rechercher quelle est la position du chariot sur la poutre, qui donne le moment maximum de flexion.

Lorsque les quatre galets du chariot sont également chargés cette position est donnée par la figure 22 et les réactions aux appuis sont

$$R = \frac{P_1 l_1 + P(l_1 + l)}{L},$$

$$R_1 = P_1 + P - R.$$

Le moment de flexion maximum sera $M_f = R_1 \times l_1$.

A ce moment il faut ajouter celui produit par le moteur de translation et qui est $M_{f1} = \frac{Pl}{4}$, ainsi que le moment

Digitized by Google

dû au poids propre de la poutre principale et de la poutre de rive qui a pour valeur $M_{f2} = \frac{pl}{8}$.

Le moment maximum maximorum sera donc

$$M_F = M_f + M_{f1} + M_{f2}.$$

Les ponts construits avec poutres en treillis plus légers que les précédents paraissent être plus compliqués au point de vue des assemblages.

La complication est en effet beaucoup diminuée lorsque l'on adopte la forme rectangulaire, toutes les barres composant le treillis étant de même longueur et les goussets étant ramenés aux mêmes dimensions, de plus, la forme est plus élégante et se prête mieux à la détermination des efforts qui agissent sur les poutres, ce qui permet de mieux répartir la matière.

Nous donnons figure 23 la disposition des barres dans un pont de 21 m de portée, ainsi que le diagramme

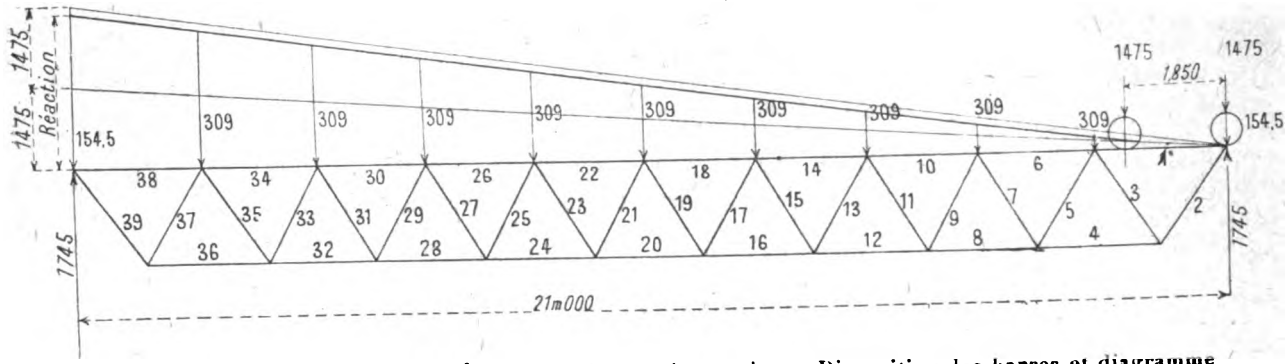


Fig. 23. — Poutre principale d'un pont en treillis, portée 21 mètres. Disposition des barres et diagramme de l'effort tranchant sous la charge roulante.

de l'effort tranchant sous la charge roulante. Les tensions dans les barres sont données par la figure 24 pour les diagonales et les membrures sous l'action de la charge roulante, sur la poutre principale.

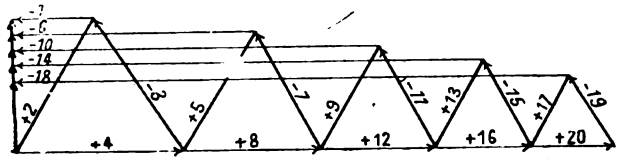


Fig. 24. — Efforts dans les barres sous la charge roulante

La figure 25 donne les efforts dans les barres pour le poids propre de la même poutre.

Quant aux efforts dans les barres de la poutre de rive, ils sont donnés par les figures 26 et 26 *bis*.

Le diagramme représenté par les figures 27 et 28 donne

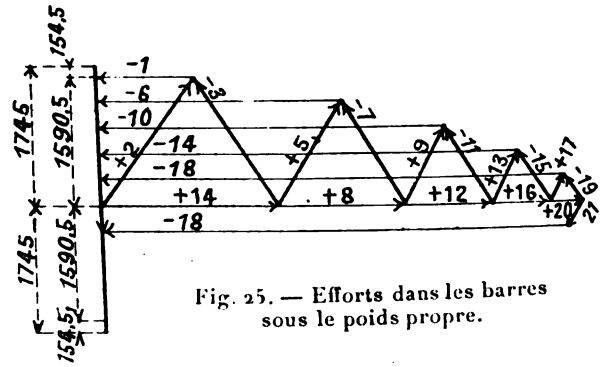


Fig. 25. — Efforts dans les barres sous le poids propre.

les efforts dans les contreventements horizontaux, reliant la poutre de rive à la poutre principale.

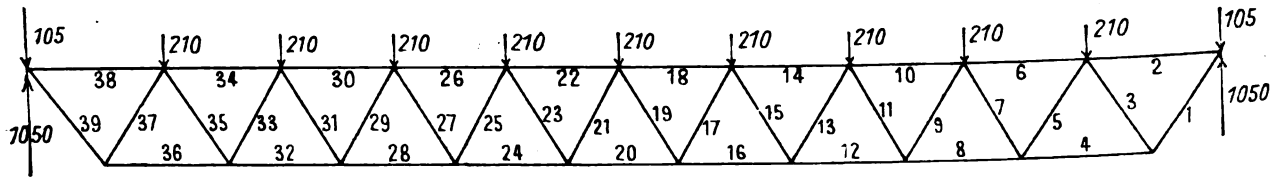


Fig. 26. — Poutre de rive. Disposition des barres.

Les charges en chacun des nœuds sont déterminées en prenant comme charge totale, l'effort déterminé par le freinage brusque du pont, comme il a été déterminé précédemment.

Une disposition avantageuse de la membrure supérieure, consiste à composer celle-ci de deux fers 3E entre lesquels viennent se river les goussets des diagonales. Ces fers E reposent aux extrémités du pont sur les goussets des poutres d'about, ce qui permet d'avoir un assemblage très rigide.

Digitized by Google

Chariots. — Les chariots sur lesquels sont montés le mouvement de levage et celui de translation sont consti-

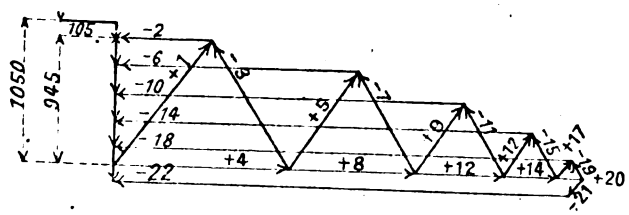


Fig. 26 *bis*. — Efforts dans les barres sous le poids propre.

tués habituellement par un châssis en fers E et tôles.

Certains constructeurs cependant font encore usage de châssis en fonte ou en acier coulé, qui offrent l'avantage d'un montage plus facile, étant donné l'usinage parfait des surfaces d'appui des paliers ; toutefois la diversité des appareils demandés entraîne des modifications constantes et de ce fait, les modèles prévus ne peuvent servir que pour des cas bien déterminés.

Les châssis composés de fer E s'approprient plus aisément aux nécessités, c'est pourquoi, tous les constructeurs tendent à abandonner le premier système.

Pour des ponts dont la puissance varie entre 1 et 7 t la disposition de la figure 29 est très avantageuse,

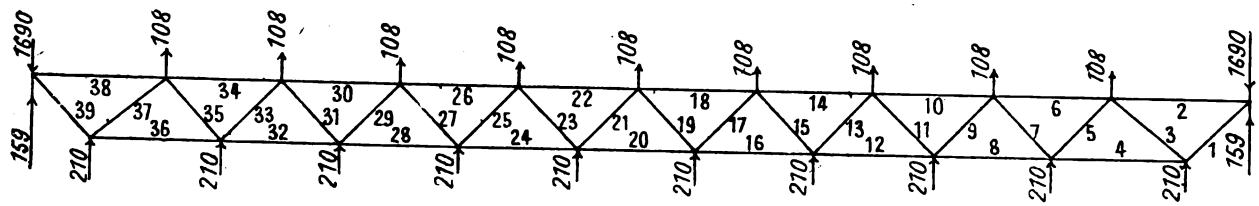


Fig. 27. — Disposition des contreventements de la poutre de rive.

lorsque l'espace libre entre le rail de roulement du pont permet l'adoption de palier en dessous du châssis ; dans le cas contraire, on adopte la disposition avec axe traversant les longerons du chariot dans lesquels sont en-

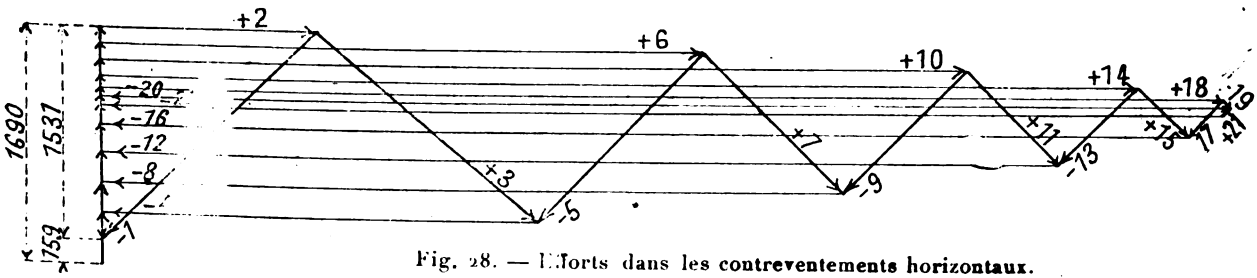


Fig. 28. — Efforts dans les contreventements horizontaux.

castrés les supports des essieux, lorsque la puissance ne dépasse pas 7 t.

Pour une puissance supérieure, le type de chariot représenté par la figure 30 est généralement adopté ; cette puissance en effet nécessite des longerons doubles, qui permettent de réduire les essieux à de simples axes fixes.

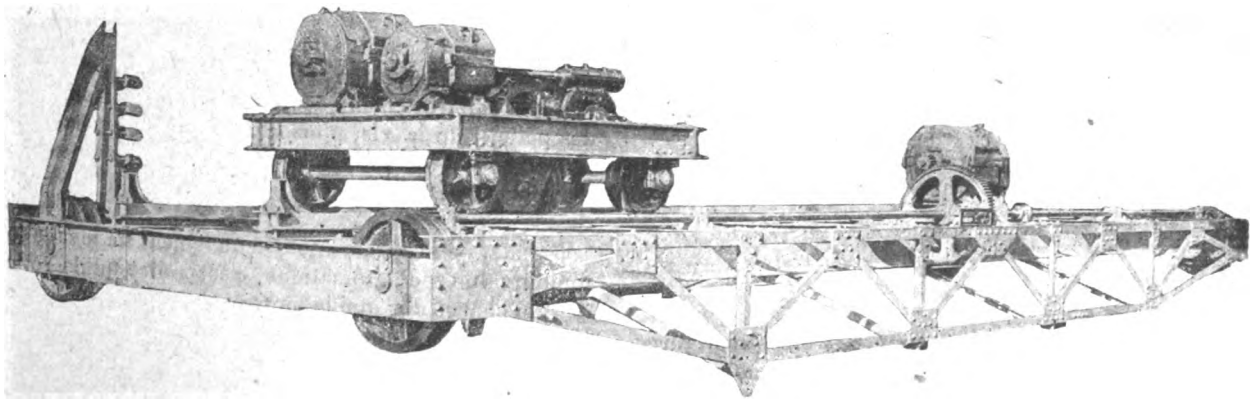


Fig. 29. — Pont de 5 tonnes.

Dans ce cas les galets porteurs sont disposés comme dans le cas des essieux du pont et munis, du côté moteur, de couronnes dentées rapportées sur les galets.

On construit actuellement les chariots de deux façons

Digitized by Google

différentes, ou avec engrenages droits taillés à la machine, ou avec réducteur de vitesse à vis sans fin.

Dans le cas des chariots avec mouvement de levage par engrenages droits et lorsqu'il s'agit d'appareils où la sécurité est le point capital, tel que par exemple dans

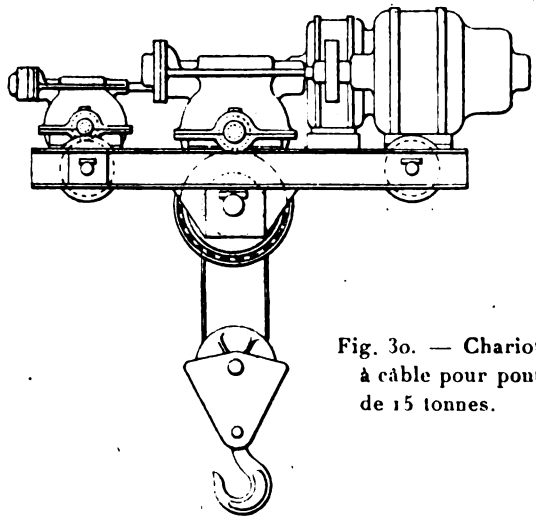


Fig. 30. — Chariot à câble pour pont de 15 tonnes.

un pont destiné à transporter des poches de métal en fusion, le frein automatique doit être prévu sur l'arbre du pignon qui commande la couronne du tambour.

A cet effet, le dernier harnais est prévu en acier coulé de façon que le métal ne travaille pas à un taux

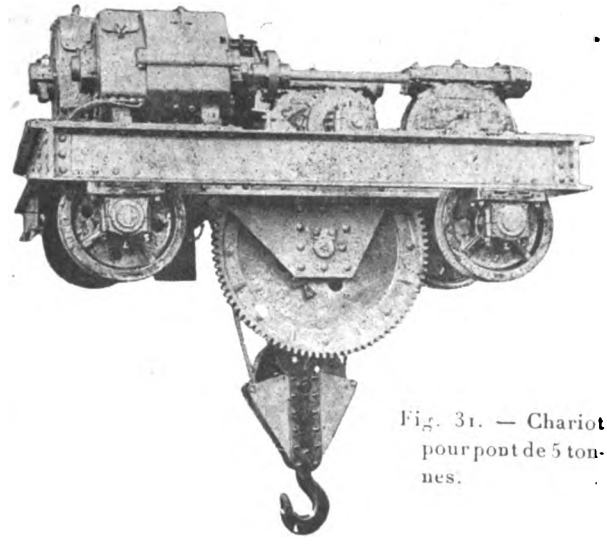


Fig. 31. — Chariot pour pont de 5 tonnes.

supérieur à 4 kg : mm² de section, le frein venant directement après, les organes situés entre le moteur et le frein peuvent atteindre un taux de travail de 3 kg : mm² pour la fonte, 10 kg pour l'acier forgé et 8 kg pour l'acier laminé.

Dans les chariots établis avec réducteur de vitesse à vis sans fin, on peut obtenir le mouvement de levage au moyen d'un seul harnais d'engrenages au tambour.

Le frein, dans ce cas, est placé sur l'arbre du réducteur qui possède également le pignon actionnant le tambour comme représenté sur la figure 31.

L'emploi des réducteurs de vitesse possède l'énorme avantage de réduire le poids des chariots et d'obtenir une réduction de vitesse variant entre 20 à 1 et 30 à 1, ce qui équivaut à deux harnais d'engrenages qui nécessitent quatre paliers et deux arbres.

Ces réducteurs de vitesse sont constitués par une vis sans fin en acier cémenté munie d'une buttée à billes à double effet avec surfaces d'appui sphériques.

La vis tourne dans des coussinets en bronze à bagues de graissage et l'extrémité est munie d'un manchon formant poulie pour le frein magnétique.

La roue à denture hélicoïdale est formée d'un plateau en fonte sur lequel est fixée une couronne en bronze.

Le tout étant renfermé dans un carter étanche rempli d'huile ou de graisse permet d'obtenir une marche silencieuse avec un minimum d'usure.

Nous avons vu précédemment, dans le calcul de la force motrice du pont, que la perte par frottement des engrenages droits est d'environ 30 pour 100, nous allons examiner la perte due aux résistances passives dans le cas du réducteur de vitesse à vis sans fin.

Ces dernières étant généralement construites à trois et quatre filets, nous prendrons pour exemple la vis à trois filets dont le diamètre primitif est fixé à 60 mm et le pas à 12,56 mm.

Nous aurons donc d'après ces données

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{12{,}56 \times 3}{2 \times 3{,}14 \times 30} = 0{,}1992 = 11°{,}17'.$$

Le graissage de la vis étant continu, nous pouvons adopter 3° pour valeur de β nous aurons alors pour rendement

$$n = \frac{0{,}1992}{0{,}254} = 0{,}784.$$

La résistance passive de la vis augmente donc la force motrice de 21 pour 100 ; si nous ajoutons à cette valeur la perte par frottement des engrenages du tambour et des paliers de la vis, nous arrivons à une perte totale de 30 pour 100 qui est égale à celle obtenue avec les engrenages droits.

Freins. — Les freins pour mouvement de levage sont toujours du type automatique, c'est-à-dire qu'ils retiennent la charge dès que le moteur s'arrête.

Le principe d'automaticité réside dans le fait que, pendant la montée, le rochet est rendu libre et, lors de la descente, il agit pour retenir ou régulariser la descente de la charge.

Dans certains cas où il est nécessaire d'obtenir la descente en rafale de la charge, on ne peut utiliser d'autre frein que celui à bande simple garnie de cuir.

Digitized by Google

de férodo, ou de blochets en bois; lorsque l'effort à la circonférence de friction est trop grand pour permettre un diamètre de poulie normale, on fait usage du frein à bande double représenté par la figure 32; l'arc embrassé, dans ce cas, est de 630°, ce qui permet de freiner avec une intensité deux fois plus grande que dans le cas d'une bande simple.

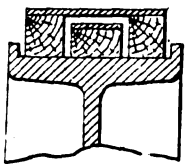


Fig. 32. — Disposition d'un frein à bande double.

Les tensions T et T_1 de la bande garnie de cuir sont alors

$$T = P \times \frac{l^{\mu a}}{l^{\mu a} - 1} = P \times \frac{6,8}{5,8} \quad \text{et} \quad T_1 = T - P.$$

Si l'on fait usage de férodo pour la garniture de friction on a

$$T = P \frac{9,01}{8,01}.$$

On voit que, si l'on adopte la bande simple pour laquelle T et T_1 auraient pour valeur

$$T = P \frac{2,57}{1,57} \quad \text{et} \quad T_1 = T - P,$$

on n'arrive qu'à une tension beaucoup moindre avec le même effort au levier.

Le frein à bande dit automatique et construit par l'auteur est représenté par la figure 33.

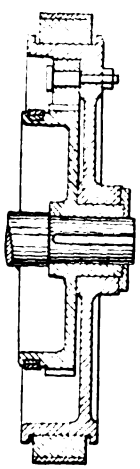


Fig. 33. — Disposition d'un frein à bande et cliquets silencieux.

Dans ce dispositif, la poulie de freinage est libre sur le moyeu de la poulie dentée à rochet qui possède, outre les dents, une gorge dans laquelle est placée une bande élastique qui a pour but de soulever les cliquets lors de l'ascension de la charge de manière à éviter tout frottement de ceux-ci sur les dents et obtenir le mouvement silencieux; dès que le moteur s'arrête, la charge cherchant à descendre entraîne la bande élastique qui rabat les cliquets sur les dents et produit l'arrêt instantané.

Ce principe, comme nous allons le voir, peut être appliqué avec succès dans les freins à vis et rochet représenté par la figure 34.

Quel que soit, en effet, le système adopté, ou le frein à carter, ou le frein découvert, on peut toujours disposer, sur la partie clavetée, une gorge pour la bande élastique comme indiqué sur les figures 35 et 36.

Ces freins, connus sous le nom de freins à vis, fonctionnent suivant le principe de l'écrou qui se visse sur une tige filetée, l'écrou étant dans ce cas le pignon, libre sur l'arbre fileté qui lui est solidaire de la roue motrice.

Le pignon étant sollicité dans le sens opposé de la roue produit le rapprochement des surfaces de friction qui immobilisent la roue à rochet, tournant librement sur son axe.

Les cliquets étant toujours en prise. lorsque le moteur est arrêté, la charge est retenue instantanément.

Pour la descente, il suffit de mettre le moteur en mouvement, mais comme la charge continue toujours à agir pour produire le frottement, la vitesse de la roue motrice doit être telle que la descente de la charge soit toujours en retard sur la vitesse du moteur.

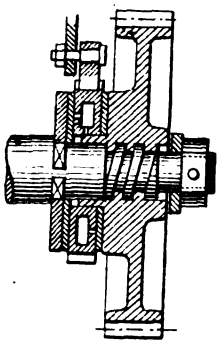


Fig. 34. — Frein à rochet et à vis ordinaire.

Il est donc possible avec ce système de régulariser la descente en agissant simplement sur le contrôleur.

Pour effectuer le calcul d'un tel frein nous supposerons les données suivantes :

p, le pas de la vis;

E, l'effort tangentiel à la circonférence primitive du pignon;

P, pression sur les plateaux de friction;

N, pression nécessaire pour l'arrêt de la charge;

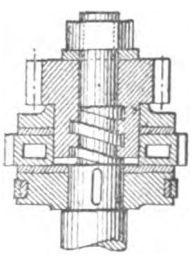


Fig. 35. — Frein à rochet et vis silencieux.

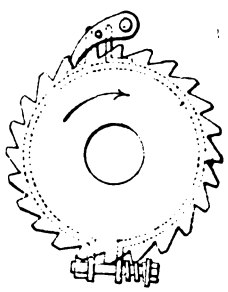


Fig. 36. — Disposition d'un cliquet silencieux.

u, coefficient de frottement des surfaces;

n, rendement de la vis;

u_1, perte due au frottement dans les paliers;

D, diamètre primitif du pignon fileté;

D_1, diamètre primitif de la roue motrice;

D_2, diamètre moyen des surfaces de friction;

E_1, effort à la circonférence primitive de la roue motrice;

d, diamètre moyen de la vis.

La tangente de l'angle du filet de la vis est

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{p}{\pi d}.$$

Digitized by Google

Le rendement de la vis sera donc en prenant pour valeur de $\beta = 3°$

$$n = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} (\alpha + \beta)}.$$

L'effort nécessaire à la circonférence moyenne de friction étant

$$P = \frac{\frac{ED}{D_2}}{n}$$

l'effort axial produit par la vis devra être

$$N = \frac{P}{2} \quad \text{ou} \quad \frac{P \pi d n}{2p \times 0{,}9},$$

dans laquelle formule 0,9 tient compte du frottement n_1 des paliers.

On voit donc que ces efforts agissent sur la vis en déterminant dans celle-ci un effort de traction égal à N, un effort de torsion qui a pour valeur $\frac{ED}{2}$ et un effort de flexion dont le moment est égal à la réaction du cliquet décomposée suivant la verticale agissant avec le bras de levier égal à la distance entre les paliers.

Pour obtenir une sécurité d'arrêt suffisante, on fera

$$N = 1{,}5 \frac{P}{2} = 1{,}5 \frac{P \pi d n}{2 \times p \times 0{,}9},$$

d'où l'on a pour le pas de la vis

$$p = 1{,}5 \frac{2 \times N \times 0{,}9}{P \pi d n};$$

on voit, d'après cette égalité, que l'efficacité du frein dépend surtout du pas de la vis.

Afin d'obtenir un fonctionnement parfait de ce type de frein, il est indispensable que le graissage des parties frottantes ait lieu d'une façon continue et que la vis soit libre dans l'écrou du pignon.

A cette fin, on construit ce type de frein avec carter rempli d'huile, ou, si le carter n'est pas adopté, on prévoit la roue à rochet creuse de façon à obtenir une chambre de graissage; de plus, il est indispensable que la vis soit construite avec un jeu de 1/10 de millimètre dans toutes les dimensions du filet de manière à obtenir une rotation facile à l'intérieur du pignon.

Tambours et cables. — Le tambour sur lequel s'enroule le câble de levage est constitué par un cylindre creux dans lequel on prévoit des nervures lorsque le diamètre dépasse 200 mm.

Ces nervures sont destinées à augmenter la résistance du cylindre, mais surtout à faire la liaison des masses qui constituent les bossages, pour éviter le bris pendant la coulée de la pièce.

Afin d'obtenir un tambour dont les épaisseurs soient uniformes, il est prudent de prévoir des ouvertures sur les deux faces verticales qui servent à soutenir le noyau intérieur pendant la coulée et, en outre, qui facilitent la pose sur le tour pour l'usinage.

Le câble s'enroulant dans la cannelure hélicoïdale est fixé au tambour par une simple plaque qui appuie le câble sur la face au moyen de boulons; l'extrémité du câble ainsi fixée est décâblée et plombée de manière à former un arrêt; on prévoit, en outre, un tour d'enroulement supplémentaire afin d'obtenir un frottement suffisant du câble sur le tambour et éviter ainsi un effort trop considérable sur les boulons de l'attache.

Certains appareils de levage, bien construits au point de vue usinage, possèdent souvent un défaut essentiel quant à l'utilisation du câble.

On ne tient pas généralement compte de la façon dont sont construits ces câbles, et le manque d'expérience fait que la durée de ces derniers est très limitée, ce qui devient onéreux pour l'industriel qui utilise ces appareils.

Les câbles en acier fondu au creuset sont constitués par des fils dont la souplesse dépend de leur diamètre.

Ces fils constituent les torons dont l'enroulement en fait l'assemblage; ces torons sont eux-mêmes enroulés pour former le câble au diamètre désiré.

L'enroulement des fils et des torons étant exécuté suivant le pas d'une hélice, il est facile de voir que, si on applique un effort à la surface extérieure du câble dont la direction est opposée au sens d'enroulement, celui-ci aura tendance à se dérouler; il est donc prudent, lorsque l'on emploie un câble, d'en connaitre le sens d'enroulement.

La plus grave erreur que l'on commet, toutefois, dans l'utilisation des câbles, consiste à l'enrouler sur le tambour dans un sens et à l'enrouler sur les poulies de renvoi dans le sens opposé.

Cette pratique a pour résultat de faire subir au câble, un pliage constant et répété dans les deux sens, aussi il n'est pas rare de voir les câbles, posés dans ces conditions, s'user complètement au bout d'un mois de fonctionnement. Le diamètre des tambours sur lesquels s'enroulent le câble est généralement pris égal à 20 fois le diamètre du câble; cependant, lorsque l'on fait usage du câble en acier extra flexible, on peut descendre jusqu'au diamètre de 15 fois celui du câble.

Le nombre de brins du câble est généralement de 2 pour des charges variant de 3 à 7 t, tandis qu'il est de 2 brins doubles; c'est-à-dire 4 brins dont deux sont supportés par une poulie de compensation qui permet l'allongement du câble sur toute sa longueur pour des charges variant de 10 à 25 t.

Pour des charges supérieures, on fait usage de câbles mouflés à 6 brins comme l'indique la figure 37.

Le chariot est disposé avec deux tambours qui tournent en sens inverse l'un de l'autre pour permettre l'enroulement du câble toujours dans le même sens.

Cette disposition est adoptée pour des charges variant de 30 à 50 t, au-delà de cette puissance, on n'utilise plus les câbles, mais bien la chaîne Galle; car pour 50 t le

Digitized by Google

diamètre du câble qui atteint 36 mm nécessite des tambours déjà très importants.

Quand on a affaire à des appareils de cette importance, on prévoit presque toujours un treuil auxiliaire, de sorte que ces ponts sont à 4 moteurs.

Le moufle du crochet de ces chariots est à 3 poulies dont celle du milieu sert de poulie de compensation, en ce sens qu'elle reste fixe tant que le câble ne subit pas d'allongement.

Les deux poulies de renvoi supérieures tournent sur l'arbre des tambours qui repose sur trois paliers fixés aux trois longerons principaux.

L'examen de la figure 37 permet de se rendre compte de la disposition générale des différents organes groupés de manière à réduire les dimensions d'encombrement, point important dans ces appareils qui doivent utiliser autant de course qu'il est possible sur la longueur totale du pont.

II. — **Pont à benne preneuse.** — La grande utilit

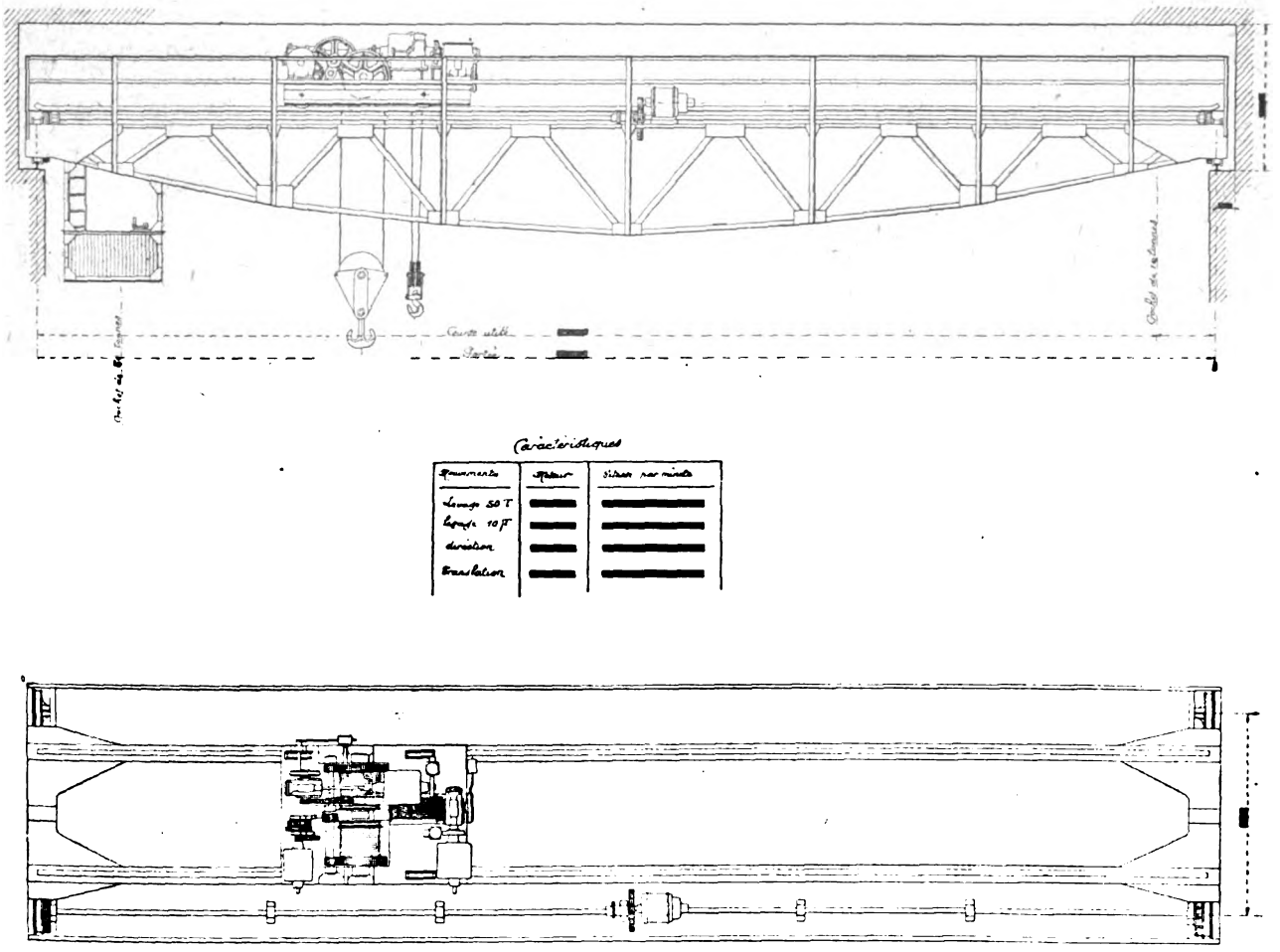


Fig. 37. — Pont de 50 tonnes, avec levée auxiliaire de 10 tonnes.

de ce type de pont pour la mise en tas des charbons, du minerai ou de toute autre matière, de même que pour la reprise de ces matières et leur transport à pied d'œuvre ou aussi pour le déchargement des bateaux et la mise en wagon ou en silos, est reconnue aujourd'hui par un grand nombre d'industriels, c'est pourquoi nous n'insisterons pas sur les avantages que l'emploi de ces appareils ont sur les moyens que l'on emploie généralement.

Le pont, proprement dit, ne diffère en rien des ponts normaux que nous avons décrits précédemment, si ce n'est par la vitesse de translation qui est généralement plus grande et peut atteindre 180 m : min, comme c'est le cas pour celui dont nous donnons ci-dessous la description, la figure 38 représentant le chariot.

Ce pont, étudié par l'auteur, possède une vitesse de translation de 180 m : min, la vitesse de levage est de 20 m : min et celle de direction du chariot est de 20 m. Il est destiné à la mise en tas de charbon tout venant et sa portée est de 21 m.

Chariot. — Le chariot, dont le châssis est constitué par des fers à E et tôles, repose sur 4 galets dont les essieux tournent dans des paliers munis de coussinets

Digitized by Google

en bronze. Sur l'essieu moteur est clavetée une roue dentée, en deux parties, permettant son remplacement sans avoir à démonter les paliers ni les galets de roulement.

Cette roue dentée est mise en mouvement par un pignon claveté en bout de l'arbre du réducteur de vitesse à vis sans fin et couronne en bronze phosphoreux.

La vis sans fin est munie à son extrémité d'une butée à billes à double effet et appuis sphériques, l'autre extrémité est reliée au moteur au moyen d'un manchon d'accouplement en deux parties.

Pour obtenir un mouvement parfait, la vis tourne

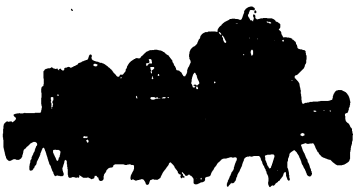


Fig. 38. — Chariot à benne preneuse.

dans des coussinets à graissage continu par bagues dont la visite est faite par des orifices très larges.

Le tout est renfermé dans un carter étanche permettant d'adapter un graissage continu de tous les organes.

Mouvement de levage. — Le mouvement de levage est obtenu par un moteur muni d'un pignon bronze transmettant le mouvement à une roue dentée sur l'arbre de laquelle sont clavetés deux pignons dont un transmet le mouvement aux deux tambours de levage, l'autre actionnant la roue clavetée sur l'arbre du tambour d'ouverture.

Les tambours de levage sont construits comme les tambours ordinaires des chariots normaux, tandis que celui servant à l'ouverture de la benne possède une poulie de frein et une autre pour l'embrayage.

La première de ces deux poulies est utilisée pour immobiliser le tambour, lorsque l'on effectue l'ouverture de la benne.

La poulie d'embrayage est destinée à entraîner le tambour d'ouverture à la même vitesse que les deux autres, lors de l'ascension ou de la descente de la charge.

L'embrayage est construit de telle sorte que sa manœuvre peut s'effectuer en n'importe quel point de la course et ses organes sont tous disposés de manière à faire travailler le métal, toujours en traction, ce qui n'existe pas dans les autres dispositifs.

La benne, à trois câbles, dont deux de levage et un pour l'ouverture est représentée par la figure 39.

Dans le châssis qui supporte les coquilles, coulisse une traverse au milieu de laquelle se trouvent les poulies de renvoi des câbles de l'élevage qui passent également sur les poulies placées à la partie supérieure du châssis.

La traverse mobile, destinée à l'ouverture de la benne, se trouve au-dessus et est reliée aux coquilles par quatre chaînes.

Les poulies sont garanties par un carter empêchant le charbon de pénétrer dans les gorges et de guide-câble pour éviter sa chute lorsque les coquilles pénètrent dans la matière à prendre.

Les divers mouvements de levage, d'ouverture et de

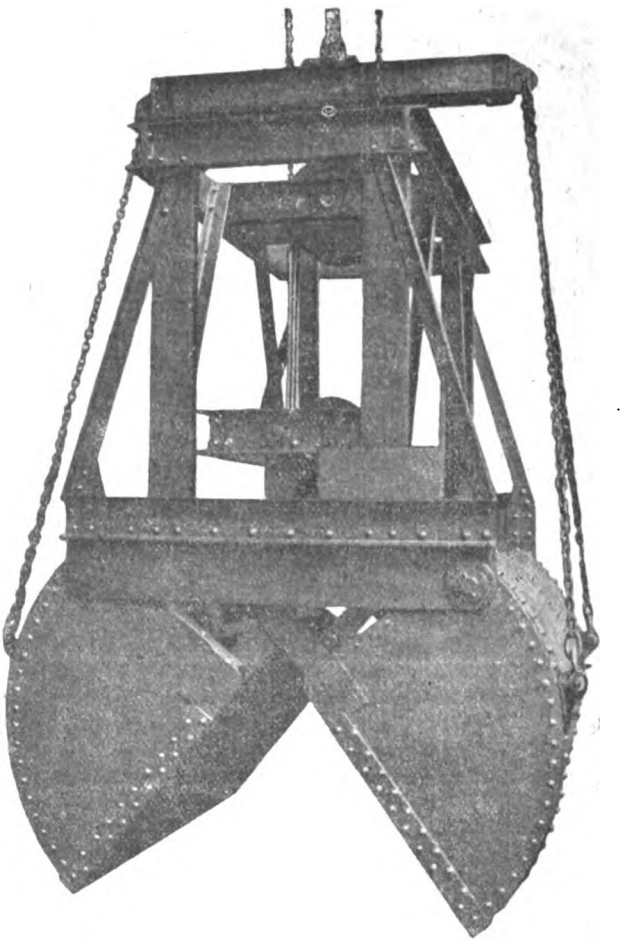


Fig. 39. — Disposition d'une benne preneuse à 3 câbles.

fermeture de la benne sont effectués par le mécanicien qui se trouve dans la cabine fixée aux poutres du pont.

Nous examinerons dans une prochaine étude l'emploi de ces appareils sur des ponts portiques, des grues roulantes et des chariots monorails.

Ces derniers appareils dont l'utilisation prend une extension considérable, due à leur simplicité feront l'objet d'une étude spéciale tant au point de vue de leur construction que de leur utilisation.

F. Séba.

Digitized by Google

Révues, analyses et informations

Sur l'utilisation rationnelle des combustibles dont dispose actuellement l'industrie.

Les combustibles actuellement mis à la disposition des industriels sont le plus souvent notablement différents par leur nature et leurs qualités de ceux qu'ils employaient avant la guerre. Il est résulté de ce fait, ainsi que de la pénurie de main-d'œuvre compétente, des difficultés dans l'utilisation de ces combustibles. Pour les atténuer, le ministère de l'Armement et des Fabrications de Guerre a confié à divers ingénieurs la mission d'étudier sur place les difficultés rencontrées et de rechercher les moyens d'arriver à une utilisation rationnelle des combustibles. Un des rapports relatifs à cette mission a été publié dans le « Bulletin des Usines de guerre », numéros du 26 août et du 2 septembre 1918, p. 137-140 et 145-147. En raison de son intérêt pour bon nombre de nos lecteurs, nous reproduisons ci-dessous ce rapport :

J'ai l'honneur de vous faire part de l'étude que j'ai faite sur l'utilisation des combustibles du bassin d'Alais et du Midi, ceci sur place, et aussi dans la région lyonnaise.

Ces combustibles sont très variés; ils comprennent des houilles, des anthracites, des lignites et des houilles stipites. De plus, il arrive dans ces régions du Gard des anthracites des Alpes, des lignites des Bouches-du-Rhône, de Méthamis (Vaucluse) et des houilles de la Loire.

Ces combustibles d'autres origines nous font dépasser l'étude des combustibles du Gard, mais nous estimons devoir donner quelques explications sur leur emploi puisque nous les avons rencontrés, et nous ajoutons même que l'étude de ces combustibles disparates permet de donner des indications sur l'emploi de tous les combustibles que l'on peut employer dans les conditions actuelles, c'est-à-dire en mélanges variés, imprévus, de qualité diminuée.

Les houilles du Gard sont très diverses et vont des charbons gras qui cokéfient, ayant 28 pour 100 de matières volatiles que l'on utilise dans les usines à gaz, fours métallurgiques, etc., aux houilles de 12 à 22 pour 100 de matières volatiles qui sont les meilleures pour chaudières et aux anthracites relativement tendres qui ont de 9 à 12 pour 100 de matières volatiles utilisables aux chaudières, moteurs à gaz pauvre, usages domestiques, fours à chaux, etc.

Les lignites viennent principalement du bassin de Barjac, où la qualité est convenable, ou des bassins de Saint-Paulet-Carvillargues, où la qualité est inférieure. Ceux venant des Bouches-du-Rhône sont bons; ceux de Méthamis sont de qualité très inférieure.

Les houilles stipites du bassin de Trevezel peuvent être considérées comme un combustible voisin des lignites de qualité assez bonne.

Du fait des circonstances actuelles, les combustibles que l'on est obligé d'employer sont de qualités diverses et inférieures par rapport à ce qu'on avait l'habitude d'employer.

Dans un précédent rapport, nous attirions l'attention sur la nécessité d'effectuer à la mine un meilleur triage des combustibles; nous avons rencontré dans ce sens une organisation officielle à son début; nous espérons que pour les mines inférieures, créées pendant la guerre, le service de contrôle commencera par déterminer la qualité pratique des combustibles que ces mines doivent livrer; une marge de 3 à 5 unités pour les cendres pourra être laissée quand les charbons ont naturellement environ 35 pour 100 de cendres par exemple; en résumé, il ne doit pas être transporté de cailloux que le premier venu est à même de trier, à plus forte raison, un personnel guidé par des professionnels. Il m'a été montré des cailloux dans de bons charbons; ils étaient une cause de diminution de production aux fours Martin.

Utilisation aux gazogènes Siemens. — Beaucoup d'industriels se plaignent de l'insuffisance en matières volatiles des charbons que l'on peut donner actuellement.

Pour pallier cet inconvénient, on emploie, comme nous l'avons vu à Marseille, des lignites en roches ou grelassons avec parfois un peu de terres grosses; les fines sont très peu utilisables. On peut également employer du bois. A ce sujet nous indiquons qu'il y a des verreries qui n'ont que des Siemens à bois; pour cet emploi, on obstrue l'ouverture au-dessus des barreaux avec des briques à sec que l'on enlève pour les décrassages; on tient une couche de braise de 50 à 60 cm pour éviter les rentrées d'air et former du gaz carbonique. Comme consommation, il faut quatre stères de bois pour une tonne de houille.

Avec ces combustibles de fortune, il faut pour marcher : augmenter la surface de grille et le volume de la chambre de 1/4 à 1/3; si cela ne suffit pas, et que l'on ne veuille pas construire un gazogène de plus, on se trouvera bien d'installer une soufflerie. Ces modifications seront utiles, particulièrement aux verreries souvent rencontrées dans le Midi. Nous conseillons même la soufflerie comme étant le meilleur moyen pour utiliser des combustibles inférieurs par rapport à ceux normalement employés, et obtenir la quantité de gaz nécessaire. Il faut, pour cet emploi, pousser l'épaisseur de la couche de combustible qui était de 60 à 70 cm à 1,10 m. La quantité d'air devra pouvoir varier du simple au double. La pression d'air variera de 25 à 50 mm. Tenir de l'eau dans les cendriers.

Quand tous les services utilisant des charbons spéciaux bonne qualité sont servis, il reste pour les chaudières des combustibles très variés d'origine, mais dont la caractéristique commune est la haute teneur en cendres, donc de médiocre qualité.

Puisqu'il ne peut en être autrement, il faut s'en servir; le cas n'est pas spécial au Midi, je dois même dire que dans ces régions on est beaucoup mieux partagé que dans la région lyonnaise.

Mélange des combustibles. — Autant que possible, il faut mélanger les combustibles que l'on reçoit, pour arriver à avoir une marche moyenne. Les groupements de répartition doivent tous avoir un technicien à même de faire des répartitions de combustibles à mélanger et, tout particulièrement, d'apprécier les charbons qui conviennent aux installations. Comme les qualités ne sont pas susceptibles d'amélioration, il faut qu'ils insistent auprès des industriels pour qu'ils fassent, dès que possible, avant l'hiver, les modifications nécessaires. En mélangeant les charbons, les gras aident les maigres à s'enflammer, les combustibles en mor-

Digitized by Google

ceaux aident les passages d'air dans les poussiers, les riches en matières volatiles, lignites par exemple, aident à l'allumage des maigres dans les grilles mécaniques.

Quand on mélange deux combustibles, il arrive que, si on améliore leur combustion, souvent il en résulte la formation de mâchefers très préjudiciables. Il serait très désirable de voir la question des cendres fusibles mieux résolue; combien ce serait utile, croyons-nous, si les analyses chimiques des cendres de tous les combustibles étant faites, elles pouvaient permettre de dire qu'en mélangeant tels combustibles, la réaction donnerait une cendre de telle fusibilité ou qu'en leur adjoignant un corps, bon marché, chaux, soude, etc..., on augmenterait leur point de fusion! Malheureusement, nous croyons que rien n'existe dans ce sens et nous ne pouvons que donner ci-dessous quelques conseils pour remédier aux inconvénients des cendres fusibles.

La fusibilité des cendres a une grande influence au point de vue du rendement des combustibles. Que de pertes dues aux excès d'air demandés pour vaincre la perméabilité diminuée de la couche de combustible, et à ceux qui se produisent pendant les décrassages et le travail des feux!

Les conseils que nous pouvons donner pour atténuer la production des mâchefers, ou pour arriver à les isoler, les espacer par petites parties, de façon à les avoir spongieux, donc perméables à l'air, coïncident absolument avec les conseils que l'on peut donner pour la chauffe rationnelle. Il faut charger par petites couches répétées aussi souvent que nécessaire, évitant ainsi les agglomérations de combustible, qui formant voûte comme dans une forge, sont soumis à une haute température, ce qui provoque la fusion des cendres en masses épaisses. Il faut aussi charger après que la flamme la plus blanche est tombée, c'est-à-dire présenter le charbon à une moindre température. Il faut éviter, au ringardage, de mélanger les crasses au combustible en ignition. Il faut éviter de mélanger des charbons qui cokéfient à des charbons maigres (des La Fouillouse avec des Molières-Bessèges par exemple); car, sous la voûte de coke, la haute température a vite fait de fondre les cendres du Molières.

Toujours au sujet des mélanges de combustibles, nous indiquons la nécessité d'éviter, autant que possible, d'envoyer aux chaudières à foyer intérieur des charbons trop maigres, comme les anthracites des Alpes. Le manque de rayonnement de parois réfractaires incandescentes ne permet pas le rallumage rapide du combustible; de même des charbons trop gras seront mal utilisés dans les foyers intérieurs; les tôles trop proches du combustible condensent les fumées; les produits de la distillation dans un milieu froid ne brûlent pas et sortent en fumée, encrassant les parties froides.

Au sujet de quelques mélanges rencontrés, nous indiquons que :

Des lavés Molières 2e avec des la Fouillouse donnaient des gâteaux de mâchefer; la production était moindre avec des Molières seuls beaucoup plus que le mélange;

1/3 Lincel-Saint-Martin et 2/3 Molières donnaient de bons résultats;

1/2 Lincel Saint Martin et 2/3 Rochebelle donnaient des gâteaux de mâchefer; Rochebelle pur donnait de bons résultats;

1/3 Lincel-Saint-Martin et 2/3 Cransac (Carmaux, 30 pour 100 matières volatiles) collaient désespérément.

En principe, quand on attribue de bons charbons anglais pour les chaudières, c'est à tort parfois, car ils donnent un rendement insuffisant. Il y a lieu tout particulièrement de se dispenser, autant que possible, de mélanger un charbon propre avec un sale, il vaut mieux les brûler séparément.

Soufflerie. — Agrandissement des grilles. — La conséquence directe de l'emploi de combustibles inférieurs a été la diminution de la production; les moyens de la rétablir consistent à augmenter la quantité de charbon brûlé et, pour cela, deux artifices sont à notre disposition : 1° l'agrandissement de la surface de la grille. Elle est surtout possible dans les chaudières à foyer extérieur, où la largeur peut être égale à celle qui sépare les surfaces internes des murs latéraux des massifs, et dans les foyers intérieurs où on peut porter la longueur à 1,80 m (2 m est un maximum que l'on ne peut dépasser); 2° l'installation de soufflerie par ventilateur. Elle donne de bons résultats, par rapport au tirage naturel, dans tous les cas, si on s'en sert convenablement. Les souffleries par jets de vapeur sont à proscrire et à remplacer *absolument;* car elles dépensent en pratique 3 à 10 pour 100 de la production de vapeur, tandis qu'un ventilateur commandé par transmission ou moteur électrique ne dépense pas plus de 1 pour 100.

Il ne sera nécessaire d'humidifier les barreaux que pour des anthracites très durs employés seuls; on pourra, comme dispositif de fortune, faire un peu de pulvérisation d'eau sur les ailettes du ventilateur, ou s'adresser à des spécialistes, dans l'Isère notamment.

Selon la dureté du combustible, il faut souffler plus ou moins fort et, également, suivant les cendres et la perméabilité de la grille. Avec des grilles de 30 à 50 pour 100 d'espace libre, nous pouvons indiquer que, pour des mélanges lignites et houilles à 15 pour 100 de matières volatiles, une pression sous grille de 5 à 10 mm est suffisante : elle peut aller à 12 ou 13 mm avec les anthracites d'Alais, 15 ou 16 mm avec les anthracites de la Mure, et 25 mm avec ceux des Alpes.

Nous avons rencontré beaucoup de souffleries; avant de nous étendre sur ce sujet, nous avons le regret de dire que, presque partout, il y a un laisser aller au sujet de la chauffe, et une pauvreté d'installation à la chaufferie. Nous devons pourtant signaler de nombreuses applications de la récupération de la vapeur d'échappement des machines.

Aux chaudières, quand on le pourra, il faudra d'abord installer des économiseurs tubulaires en fonte pour réchauffer l'eau d'alimentation. Ces appareils, absolument rustiques et simples, donnent 10 à 12 pour 100 d'économie de combustible; avant la guerre, les industriels qui en ont installé ont eu leur installation payée entre douze à dix-huit mois.

Après, on pourra très utilement installer des grilles mécaniques dont plusieurs types sont absolument au point. Dans une usine importante de l'Isère, par exemple, on brûle indifféremment tous les plus mauvais combustibles, des déchets de bois, des lignites, des poussiers d'anthracite ayant 40 pour 100 de cendres, etc.

Dans certaines mines, les surfaces de chauffe sont toutes insuffisantes, le charbon y est mal utilisé, ceci a conduit à brûler une proportion notable de bon charbon; dans beaucoup d'autres, on brûle de fortes proportions de nerfs qui ont trop bonne figure et feraient les délices des malheureux industriels qui brûlent des déchets de lavage. Il serait logique de ne voir brûler aux mines que des déchets.

Au sujet des souffleries, nous estimons que l'emploi devrait en être généralisé, mais il faut absolument que l'on remplace celles à vapeur par des ventilateurs. Les mines qui se proposent d'installer des grilles mécaniques peuvent, en attendant, installer le ventilateur qui leur sera nécessaire.

Digitized by Google

Presque partout, on se sert d'une façon désastreuse des souffleries.

La généralisation de leur emploi permettrait de brûler une plus grande quantité de produits inférieurs.

Dans une mine *on marchait sans registre*; des cendres ont donné 60 pour 100 de carbone, c'est dire la perte considérable de combustible qui en résulte. Des prises de gaz carbonique auraient donné du 3 ou 4 pour 100 d'où une perte de 30 pour 100 de charbon. Les décrassages faits toutes les quatre heures étaient trop espacés, nous avons conseillé de ramener les intervalles à deux heures et avons là comme ailleurs donné des indications sur la chauffe.

Dans toutes les autres mines où il y avait des souffleries, c'était la marche avec le registre ouvert en grand; dans l'une d'elles, nous avons tenu la main à ce que l'on ne charge que par cinq pelletées et registre réduit, de façon à avoir moins de 1 mm de dépression sur grille; le manomètre curieusement examiné n'a pas voulu baisser, la démonstration était faite. On nous a demandé là un tableau indiquant le moyen de conduire la chauffe, nous l'indiquerons en fin de rapport. Il pourra être utile à tous.

Ailleurs on tenait des feux très hauts et non chargés à l'arrière, sous prétexte (le chef chauffeur!) que les feux plus près de la tôle chauffaient mieux; nous avons combattu ces errements. Aux chaudières où on emploie des mourres ou des charbons qui cokéfient nous avons démontré l'utilité du crochet pour casser par tranches transversales la croûte, et égaliser les feux, ceci en trois minutes environ après avoir chargé.

Dans un criblage, un surchauffeur marchait au tirage naturel avec des boulets d'anthracite; les cendres contenaient certainement 10 pour 100 du combustible. Pour brûler les combustibles maigres, il faut absolument les souffler sur des grilles à espaces libres étroits, particulièrement quand ce sont des fins ou des fins agglomérés.

Partout où l'on emploie des charbons dont les mâchefers collent sur grille, nous avons conseillé de mettre de l'eau dans les cendriers.

Dans une autre mine, à part quelques conseils sur la chauffe et sur les installations futures à faire il n'y avait rien à dire, on brûlait des combustibles inférieurs.

Dans les usines de ces régions nous avons constaté que des terres fines des Bouches-du-Rhône dans la proportion d'un tiers seraient absorbées sans difficulté.

Le mélange terres fines et houille se comporte bien même avec des barreaux ordinaires ayant 1 cm d'intervalle, la production aux chaudières est bonne; elle est d'au moins 80 pour 100 de la normale au tirage naturel avec 5 mm de dépression sur grille, elle atteint 100 pour 100 si on souffle.

Les mélanges 1 3 Lincel Saint-Martin, 2 3 Molières (soit 27 pour 100 de cendres, 22 pour 10 de matières volatiles et 5 200 calories), constituent un bon combustible industriel.

En mélangeant des charbons mi-gras avec des lignites, on a eu de bons résultats avec, parfois, des cendres moyennement mauvaises, mais le mélange des gras 30 pour 100 de matières volatiles avec des lignites collait désespérément comme déjà indiqué.

Le collage se corrige du fait de souffler et n'existe plus s'il y a pulvérisation d'eau. La pulvérisation n'est nécessaire que très rarement, avec les anthracites de la Mure, par exemple.

Dans une usine métallurgique, où nous nous sommes présentés, nous avons expliqué la marche qu'il est nécessaire d'adopter avec les souffleries, elle est la suivante : souffler plus ou moins fort selon la dureté et la finesse des combustibles: soit 6 à 10 mm à cette usine où on brûle un mélange de lignite et de houilles de 15 à 20 pour 100 de matières volatiles. Charger les foyers les uns après les autres à intervalles réguliers, faire de même les décrassages nécessaires entre ceux faits en dehors des périodes actives. Les intervalles de charge des deux foyers pour une même chaudière doivent être égaux. Tout ceci pour avoir une production constante, des feux également poussés, et le maximum de fumivorité.

Les charges seront de cinq pelletées en commençant : deux à l'arrière, deux au milieu, une à l'avant; le charbon étendu en couche homogène, un chauffeur doit tenir son feu égalisé presque exclusivement à la pelle. La charge à l'arrière a pour résultat d'éviter les rentrées d'air à l'arrière, fait habituel et qui est la cause principale des entrées d'air aux grilles. La faiblesse des charges évite un peu la formation des mâchefers, tout au moins les rend moins compacts, elle maintient une plus haute température au foyer, ce qui augmente le rendement et donne moins de fumée.

Le registre doit être étranglé pour qu'il n'y ait que le minimum de dépression sur grille, ce qui se vérifie simplement de la façon suivante. Les gaz ne doivent pas refouler, la flamme doit être vacillante, un mouchoir présenté au gueulard doit avoir à peine tendance à être attiré du bas.

L'intervalle entre deux charges par cinq pelletées se détermine de la façon suivante : on chargera quand la flamme aura baissé et que quelques points paraîtront brûlés, soit toutes les cinq à dix minutes environ, six à huit minutes en général selon les combustibles. Plus ils sont durs, plus ils sont longs à brûler; d'autres causes interviennent dans l'importance du temps nécessaire à la combustion.

Nous avons indiqué sur une chaudière décrassée depuis une demi-heure, dont les feux étaient réguliers, de faire une prise de gaz carbonique deux minutes après la charge, elle doit donner de 11 à 12 pour 100; cinq minutes après, on a 8 ou 9 pour 100; si, à huit minutes, on a 7 pour 100, on peut dire qu'à cette teneur il est temps de recharger. Ces chiffres sont relatifs; des houilles bonnes donnent 13 pour 100 de gaz carbonique, recharger à 7 pour 100; des combustibles inférieurs donneront 11 pour 110, recharger à 7 pour 100. Si, dans ces conditions, la production n'est pas suffisante, c'est-à-dire en dessous, non pas des besoins mais de la production que l'on est en droit de demander à une chaudière d'un type donné, il y a lieu d'augmenter la pression d'air dans le cendrier sans modifier la dépression sur grille ce qui conduit, cela va sans dire, à ouvrir néanmoins un peu plus le registre. Le manque de ramonnage peut être une cause d'ouverture supplémentaire du registre; mais, tout cela, c'est 5 cm en plus environ.

Les avantages de la marche avec soufflerie, sans dépression sur grille, soit moins de 1 mm au foyer et 3 à 4 mm à l'arrière de la chaudière, sont d'éviter les rentrées d'air dans les carneaux par les lézardes et jonctions entre les parties métalliques et les maçonneries (particulièrement pour les multitubulaires), ensuite, au moment des charges, travail des feux et décrassages. Ceci se produit toujours en marche au tirage naturel, parce que les chauffeurs ne manœuvrent pas le registre et, disons-le franchement, ne le peuvent pas en général, l'installation étant mal faite, ou parce qu'il y a un manque d'entretien. Un autre avantage provient du meilleur échange de température du fait de la vitesse ralentie des gaz.

En résumé, cette explication longue, quoique simple, s'applique en pratique et se surveille aisément comme suit : 1° en marquant très visible l'emplacement définitif d'ouverture de registre, un coup d'œil suffit pour le vérifier; 2° lors des charges, on veille à ce que les chauffeurs chargent cinq

Digitized by Google

pelletées seulement, en commençant vers l'arrière, à part au moment des décrassages où il faut de fortes charges pour rétablir son feu.

Un coup d'œil sur l'état des feux, et c'est tout pour avoir la certitude d'une économie de 13 à 25 pour 100 de combustible par rapport à une chauffe sans soin.

Ces explications données, nous sommes retournés à l'usine huit jours après avec M. l'ingénieur en chef des mines; nous avons constaté que nos indications avaient été mises à profit facilement. Nous devons ajouter qu'à cette usine la chauffe était assez bonne et de beaucoup supérieure à ce que nous avons rencontré en général.

Lors d'une installation de soufflerie, il ne faut pas oublier de faire des conduites de sections décroissantes pour éviter, comme nous l'avons constaté, que des chaudières reçoivent plus de vent les unes que les autres.

Dans une autre usine, nous avons pu constater une bonne marche dirigée par un contremaître qui savait conduire une chaufferie avec chaudières soufflées ou non; là, on peut attribuer 40 pour 100 de terres fines des Bouches-du-Rhône ou d'autres lignites du Gard sans exagérer la proportion des plus mauvais.

Dans une usine où on se plaint beaucoup on peut améliorer la situation en augmentant la surface de grille des Thomas Laurens avec une rangée supplémentaire de 25 cm de longueur.

Pour d'aussi petits foyers, on ne peut conseiller une soufflerie, quoique ce soit possible, mais on peut améliorer la marche de l'usine par l'augmentation de la surface de grille de la troisième chaudière semi-tubulaire à deux bouilleurs en augmentant de un quart à près d'un tiers la largeur de grille et, s'il le faut, en installant une soufflerie. Cette chaudière pourrait ainsi brûler sans difficulté tous les combustibles attribués. On pourrait même faire un triage pour améliorer la qualité du combustible employé aux deux chaudières Thomas Laurens, ce qui leur éviterait toute modification.

Ailleurs nous avons présenté quelques observations sur la chauffe et indiqué l'utilité de souffler sous grille. On va, paraît-il, installer des soufflerie Genevet à vapeur, nous avons insisté pour qu'il soit demandé à cette maison d'installer, comme elle le fait maintenant, des ventilateurs.

Nous avons examiné l'emploi de lignites de Méthamis qui sont très mal reçus dans toutes les usines.

Ce combustible, en effet, est de qualité très inférieure; il ne se suffit pas à lui-même; autrement dit, il ne peut se brûler seul, il faut l'allumer avec d'autres combustibles; il n'est vraiment utile que dans des grilles mécaniques utilisant des combustibles maigres; il apporte, dans ce cas, les matières volatiles nécessaires au chauffage de la voûte qui allume par rayonnement.

Il est d'un très faible rendement calorifique, sa grande quantité d'eau de composition et son humidité absorbent pour leur vaporisation et surchauffe une partie notable des calories. Il y a également perte du fait de l'augmentation du volume des gaz que l'on est obligé d'évacuer par une même section, pendant le même temps, avec une vitesse plus grande, d'où un moins bon échange de température.

La teneur en carbone des cendres est assez élevée parce que les morceaux rougissent, brûlent un peu à l'extérieur, l'intérieur restant du combustible non utilisé.

A ce sujet, nous avons indiqué, partout où on emploie des lignites, combien il était nécessaire de casser en petits morceaux ce combustible qui pourtant se débite si facilement.

Au fait, dans ces lignites de Méthamis, ce sont surtout les matières volatiles qui brûlent et chauffent un peu; elles sont longues à brûler (soit 6 à 7 minutes). Les cendres importantes encombrent les foyers et diminuent la combustion du charbon qui est adjoint. En résumé, ces lignites de Méthamis sont d'un mauvais rendement et d'une faible production, ils sont donc un petit appoint de combustible, un peu supérieur au Gémenos rencontré dans notre mission précédente.

Il faut, pour les employer, avoir des surfaces de chauffe largement prévues. Leur prix élevé rend leur attribution difficile. Au fait, leur maintien comme combustible dépend d'une balance à faire entre leur valeur pratique (que j'admets égale à celle d'un déchet de houille donnant 2 500 à 2 800 calories, déduction faite de l'eau, du charbon dans les cendres, de la diminution de rendement qu'il cause) et les capacités de transport (camions et wagons), la main-d'œuvre, l'essence, les explosifs, le matériel d'extraction, etc., qu'ils absorbent.

Nous n'avons pu trouver de résultats d'essais avec des lignites de Méthamis employés purs avec grilles mécaniques qui seules, pensons-nous, permettraient leur emploi.

Une autre société s'est procuré des grilles genre Kudliez (plaques en fonte perforées) et a installé des ventilateurs. Ces grilles doivent absorber un peu plus de force au ventilateur parce que la pression sous grille, pour une combustion satisfaisante, est beaucoup plus élevée que dans les grilles normales ayant 30 à 40 pour 100 d'espace libre.

A cette usine on serait satisfait de recevoir 50 pour 100 de terres fines des Bouches-du-Rhône; on s'est, là comme ailleurs, élevé contre l'attribution des Méthamis.

Nous estimons que, dans certaine usine où se trouvent trois chaudières semi-tubulaires à deux bouilleurs munies de soufflerie à vapeur, on est en état de brûler ce que l'on veut. Nous conseillons le remplacement de la soufflerie à vapeur par un ventilateur, et, en vue d'utiliser des charbons plus inférieurs, ou exclusivement des terres fines, d'augmenter la largeur de la grille. La surface actuelle par unité est de $1{,}80\,m \times 1{,}80\,m$ elle peut devenir de $1{,}80\,m \times 2{,}25\,m$.

Au fait, sur place, on se plaignait plutôt du manque de quantité, les terres fines attribuées n'étant pas reçues, il en était résulté l'arrêt de l'usine.

Il paraît plus rationnel d'attribuer à cette usine exclusivement des produits inférieurs des mines de Graissessac qui sont à proximité: c'est d'ailleurs ce que le groupement 18 a fait pour le mois de mai.

Mais, nous le répétons, on peut attribuer des terres fines, si on le veut.

Parmi d'autres usines visitées, nous en signalons une où on peut modifier les gazogènes et de nombreuses autres qui n'ont pas donné lieu à des constatations autres que celles généralement rencontrées.

Quelques points restent néanmoins à indiquer pour améliorer l'emploi des combustibles.

Les indications ci-dessus éviteront d'envoyer au crassier une partie importante des combustibles inférieurs que l'on ne pouvait, sans modification, brûler convenablement. Nous déclarons avoir rencontré des cendres de charbon maigre, des cendres de lignites ou des cendres de charbons inférieurs, représentant de 10 à 25 pour 100 de la valeur du charbon d'origine.

Une récupération du coke dans les escarbilles est tout spécialement nécessaire lorsqu'elles proviennent des fours de la métallurgie, des usines de produits chimiques, des verreries, des usines de produits réfractaires et des gazogènes.

Aux fours de l'industrie chimique, les foyers sont rudimentaires; on y emploie de bons charbons qui ne sont

Digitized by Google

nécessaires qu'au début d'une opération, mais, après, on pourrait utiliser des combustibles inférieurs dans la marche moins active, soit pendant 50 pour 100 du temps ; quand on y veille, on arrive, en fin d'opération, à couvrir les feux avec des cendres, mais plus souvent on laisse les feux réduits, et la diminution d'activité est obtenue par l'excès d'air à travers une grille dégarnie.

Nous estimons devoir appeler sur ce point l'attention des dirigeants de toutes les industries chimiques : malgré leur surcroît de travail, il faut, là comme ailleurs, surveiller cette main-d'œuvre exotique, de si médiocre qualité, en vue d'économiser du charbon.

Dans quelques usines on fait un peu d'escarbillages (dans les verreries) et on vend aux chaufourniers le coke.

Dans les usines de produits chimiques, on trie parfois ces cokes, en général ils vont au crassier : nous proposons de passer toutes ces escarbilles sur une table de lavage à la maille de 5 mm, rudimentairement installée ; ces scories, ainsi lavées, seront facilement triées à la main on en retirera un combustible ayant 50 à 70 pour 100 de carbone que l'on emploiera à la chauffe des fours dans la période d'activité moyenne ou aux chaudières ; là, ils constitueront un bon combustible en addition aux anthracites.

Cette récupération du coke a une grande importance, importance qui s'est accentuée à nos yeux au fur et à mesure que nous visitions des installations où se trouvaient des fours, des gazogènes, et accordions plus d'attention aux tas d'escarbilles.

Ceci nous a conduits à aller examiner à la Compagnie de Fives-Lille un appareil à récupération de coke. Nous avons constaté que cet appareil, d'un prix de 13000 fr, pouvait traiter de 2 à 5 t d'escarbilles à l'heure avec huit à dix personnes, qu'il était absolument pratique et rustique, donnant une récupération de 12 pour 100 avec des escarbilles de grilles mécaniques (ce que nous n'aurions pas cru) de 45 pour 100 avec des escarbilles de fours, et même 25 pour 100 dans des escarbilles triées à la main préalablement.

Un appareil beaucoup plus conséquent traite des schistes et des déchets de lavage ; la récupération est de 40 pour 100 et donne 50 pour 100 d'un charbon à 25 pour 100 de cendres et 50 pour 100 à 35 pour 100.

Ces appareils, le premier en particulier, sont à conseiller partout, aux mines, chez les industriels ayant une grosse consommation de charbon et chez les petits industriels qui devront se mettre en association.

On peut bien tabler sur une récupération moyenne possible de près de 10 pour 100 du charbon brûlé en France.

Ce coke récupéré, en plus des usages habituels du coke de gaz en petits ou gros morceaux, peut s'employer aux chaudières en mélange à tous les combustibles, sauf aux grilles mécaniques en général.

On peut également s'en servir dans des fours pour industries chimiques ou métallurgiques.

Cet emploi de combustibles maigres ou simplement moins riches en matières volatiles, comme nous l'indiquions dans notre rapport de mission à Marseille au sujet des fours, nous amène à parler de fours avec grilles soufflées. Nous en avons rencontré dans une usine où on brûlait un mélange de charbon et de coke récupéré avec de très bons résultats.

Un four à réchauffer marchait très bien avec des grésils d'authracite de la Mure ayant 6 pour 100 environ de matières volatiles. De même, chez un autre industriel, on a marché avec des mélanges de coke, houille et anthracite.

Nous en concluons, comme nous l'avions déjà indiqué, que la grille soufflée peut s'employer dans tous les cas, sans grande difficulté d'emploi et d'installation, pour brûler des charbons de qualité inférieure à celle habituellement employée. On doit évidemment proscrire les soufflerie de vapeur en métallurgie. Les flammes restent réductives en augmentant la couche de combustible de 20 à 25 pour 100 environ.

Dans la région lyonnaise, les fours des verriers sont très primitifs ; il s'agit de feux nus à marche continue ; la soufflerie peut y être installée : on ne peut que craindre la difficulté d'emploi par un personnel routinier ; l'installation modifierait un peu les facilités d'un décrassage archaïque.

Dans une verrerie où existent des gazogènes Siemens, on se sert de houille anglaise en général ; on serait très heureux de recevoir une certaine proportion de lignites, ceux des Bouches-du-Rhône en particulier. Aux chaudières on brûle de la houille anglaise ; nous avons rencontré pareil fait dans une autre usine Il serait préférable de laisser ces charbons aux industries qui en ont plus particulièrement besoin et d'attribuer des charbons moins spéciaux aux chaudières.

A ce sujet, nous indiquons comme nécessaire aux techniciens des groupements d'envoyer aux industriels des tableaux à remplir où seraient indiquées les quantités et qualités de charbons dont ils ont besoin, avec indication des appareils destinés à les brûler. Pour les appareils on pourrait demander, par exemple pour les chaudières : surface de chauffe et de grille, type, heures de marche, etc.

De cette façon on pourrait faire des attributions de qualités convenables et vérifier les quantités qui ont été demandées avant que joue la compression.

De même, il nous semble possible, par un virement des prix des charbons, d'attribuer un peu plus de charbon anglais pour les emplois où il est nécessaire et de le remplacer par une quantité suffisante de charbon français pour chaudières ; là, il n'est nullement indiqué, il arrive même qu'il ne peut être bien utilisé parce qu'il cokéfie trop ou est trop riche en matières volatiles.

Cet emploi anormal de charbon anglais se rencontre souvent.

Dans les chaudières, on utilise beaucoup mieux le combustible qu'on ne le dit ; des progrès restent à faire en appliquant simplement ce qui est au point à l'heure actuelle ; mais que dire de la métallurgie, des fours tout au moins ? Que de chaleur perdue que l'on pourrait récupérer en réchauffant l'air de la combustion ! Il y avait quelques difficultés pour modifier des installations existantes, mais, lors des créations pendant la guerre, on aurait bien pu, en général, faire des installations mieux étudiées.

Nous avons vu des fours neufs de 6 m de longueur environ avoir six foyers transversaux où la flamme était utilisée sur une longueur de 1 m, et ceci pour réchauffer des tubes.

Dans une autre usine, un four semblable avait été modifié en ne laissant qu'un foyer ; les flammes passaient dans les carneaux enveloppant le four et venaient sortir sur le métal à l'opposé du carneau le plus chaud ; l'économie de charbon fut de 40 pour 100.

Dans d'autres usines, nous avons indiqué l'utilité de remplacer le chauffage par poêles par le chauffage à la vapeur, même à haute pression, avec chaudières d'occasion quand on peut faire l'installation.

Dans les usines de la région lyonnaise, on trouve encore assez d'installations de grilles soufflées. L'Association lyonnaise a beaucoup fait, pour la bonne utilisation du matériel, par conseils, brochures et indications pratiques sur place.

Nous avons néanmoins dû faire souvent des observations

Digitized by Google

sur la tenue des feux, l'emploi des soufflerie, modifications de grilles, etc., en résumé donner des conseils comme ceux indiqués au cours de notre rapport.

Chez tous les industriels on envisage très bien d'installer des soufflerie, et, dans toutes les usines, on commandera des appareils récupérateurs du coke.

Nous avons aussi rencontré des essais de brûleurs de charbons pulvérisés; ces essais, s'ils étaient concluants, seraient d'une application très intéressante dans les fours de métallurgie, et peut-être également aux chaudières pour l'emploi de combustibles très difficiles à utiliser, comme les anthracites poussiéreux des Alpes.

A propos de ces combustibles nous devons dire que, dans dans les usines lyonnaises où ils sont attribués déjà en assez grande quantité, on ne peut les utiliser convenablement. A Grenoble, où nous nous sommes rendus, on fait de gros efforts pour y arriver; on nous a même remis un projet d'association des industriels et fabricants de chaudières pour créer un bureau d'études de ces combustibles d'environ 6 000 calories; ce serait un supplément appréciable pour ces pays.

Une première étude de ces combustibles demanderait d'abord d'aller en examiner l'emploi dans des usines où ils sont employés sans mélange.

D'après ce que nous avons vu, ce charbon, qui est un mélange intime de poussier d'anthracite et de poussiers stériles, brûle par l'extérieur et s'enveloppe d'une couche de cendre qui l'isole; il en résulte une durée de combustion de deux heures et demie avec grille soufflée pour le brûler entièrement.

Actuellement, les meilleurs résultats ont été obtenus en le criblant afin d'obtenir des morceaux de 5 mm à 30 mm; ceux plus gros sont cassés. La grille est chargée d'une épaisseur de 30 cm, la pression d'air par le ventilateur est ainsi de 25 à 40 mm. La combustion de cette masse se fait sans nouvelle charge en deux heures et demie à trois heures, ensuite on fait un décrassage toujours long et pénible.

Les poussiers ne peuvent être employés qu'agglomérés, parfois avec de la chaux ou du ciment.

Ce procédé barbare de chauffe est à étudier avant de l'indiquer.

Dans les grilles mécaniques, avec la haute température au foyer, on a des crasses qui donnent 50 pour 100 de carbone; elles ont enrobé des parties intactes de charbon.

On augmente beaucoup la fabrication des agglomérés qui sont d'un usage courant dans les emplois domestiques: mais, étant donnée l'extension prise par l'exploitation, une quantité importante de ces charbons en tout venant ira aux chaudières.

Actuellement, dans la région lyonnaise, j'estime qu'on n'utilise pas 50 pour 100 de ces anthracites attribués.

Les industriels à qui on en attribue doivent prendre la précaution de les abriter; l'humidité les transforme rapidement en poussière.

En résumé, nous concluons qu'il est très possible :

D'obtenir une meilleure utilisation des combustibles, soit par des modifications d'appareils, soit par une surveillance active de la chauffe;

D'utiliser des charbons inférieurs, parfois inconnus avant la guerre;

D'obtenir une récupération des cokes, des escarbilles.

Ceci étant, nous améliorerons notre situation déficitaire en combustibles au mieux des intérêts de tous.

L'affiche que nous proposons de placer dans les chaufferies serait la suivante :

« Instructions à observer pour l'emploi des combustibles variés de qualité inférieure.

» Employer les combustibles en mélange aussi homogènes que possible.

» Les morceaux seront cassés en fragments de la grosseur d'un œuf au maximum, surtout les lignites.

» Ne jamais mélanger des combustibles bons, c'est-à-dire ayant peu de cendres, avec des sales.

» Réserver, si possible, un peu du combustible, le meilleur, pour les décrassages.

» Avec la marche au tirage naturel tenir les portes du cendrier toujours ouvertes en grand.

» On chargera par petites quantités souvent répétées toutes les cinq à huit minutes selon le combustible; tenir un feu de faible épaisseur, 5 à 6 cm avec les charbons fins et au maximum 10 cm avec les grésillons de coke, les chatilles ou les autres combustibles en morceaux ou des charbons relativement gras. Il n'y a pas à envisager de combustibles en gros morceaux tels que grelassons, coke, etc.

» La grille devra toujours être tenue bien couverte, sans entrée d'air, surtout à l'arrière; on chargera par cinq pelletées pour un foyer de 1 m de large avec 1,40 m à 1,80 m de long en commençant par deux pelletées à l'arrière.

» Rien qu'avec sa pelle un chauffeur doit en général tenir uniforme la couche de combustible en veillant à charger particulièrement les parties les plus consumées.

» Charger quand la flamme est devenue moins blanche et qu'apparaissent des parties consumées; on évite ainsi les gros gâteaux de mâchefers (terme de métier : éviter de cirer son feu).

» Avec les schlamms humides on peut charger deux pelletées de plus en les prenant moins grosses.

» Avec les charbons qui collent sur les grilles on tiendra, quand c'est possible, de l'eau dans les cendriers.

» Le registre, en marche normale, sera tenu à une ouverture minimum qui est celle permettant la production avec les feux conduits comme indiqué ci-dessus.

» Pour *toute ouverture du foyer*, on devra réduire des trois quarts l'ouverture de registre nécessaire à la marche normale.

» Quand on a des combustibles qui cokéfient, dont parmi eux quelques schlamms, on doit, trois minutes environ après avoir chargé, briser au crochet la croûte et étendre à la griffe la partie supérieure du combustible en l'égalisant.

» On se servira du ringard pour donner de l'air à travers la couche du combustible, en évitant tout particulièrement de mélanger les crasses au combustible (terme de métier : empoisonner son feu).

» Au bout d'un temps variable on est obligé de décrasser. Les intervalles de décrassage dépendent de la quantité et de la qualité des cendres. On peut dire qu'avec les charbons actuels il faut toujours décrasser entre deux périodes d'activité ralentie, soit toutes les trois heures au maximum. Dans ce cas, les décrassages doivent avoir lieu à tour de rôle et commencer quand la chaudière précédente a son feu remis en activité, soit vingt minutes environ après le début du décrassage précédent.

» L'opération doit être effectuée vivement et de la façon suivante :

» Rejeter sur un côté de la grille le combustible en ignition qui est sur l'autre côté, attendre trois ou quatre minutes pour que s'active la combustion du coke qui reste mêlé aux scories, retirer au râble après ringardage les scories. Renvoyer sur la partie nettoyée le combustible en

Digitized by Google

ignition entassé sur l'autre côté, le couvrir de charbons frais, attendre trois ou quatre minutes et retirer les scories : rétablir son feu et charger.

» *Marche avec soufflerie.* — La pression d'air doit être de 5 à 10 mm avec les charbons ayant 12 à 25 pour 100 de matières volatiles (lignites compris) ; de 8 à 12 mm avec les anthracites d'Alais, Grand-Croix, Blanzy ayant de 8 à 12 pour 100 de matières volatiles ; de 12 à 15 mm avec ceux de la Mure grésil n° 2 ayant 7 à 8 pour 100 de matières volatiles et 15 à 30 mm avec les anthracites des Alpes ayant de 3 à 4 pour 100 de matières volatiles; ceci selon l'état des cendres et la surface des vides de la grille (les indications sont pour grille de 30 à 50 pour 100 de vide).

» La largeur des espaces vides des grilles doit être réduite, 5 mm et même 3 mm pour brûler les fins.

» La pulvérisation d'eau devient nécessaire avec les anthracites de la Mure.

» L'ouverture du registre doit être réduite au minimum; on la détermine en la fermant jusqu'à ce que la fumée refoule aux portes; on ouvre alors légèrement. La flamme, dans ces conditions, est vacillante, un mouchoir présenté au gueulard doit avoir simplement des tendances à être entraîné par sa partie inférieure.

» On marque d'une *façon très apparente* l'ouverture du registre qui devient définitive et ne peut varier que du fait d'une augmentation d'activité du feu par augmentation du débit du ventilateur ou d'un peu d'obstruction par les suies dans les carneaux, soit de 2 à 5 cm d'ouverture supplémentaire *seulement*.

» Les charges ont lieu comme précédemment indiqué, de même le travail des feux.

» Comme fait particulier il faut arrêter l'insufflation d'air quand on décrasse.

» Il y a lieu de remarquer également qu'avec les soufflerie il y a des rentrées d'air plus faciles à travers la couche de combustible, d'où un peu plus de surveillance de l'état des feux. »

La lubrification des blocs Michell (1).

Dans les applications faites un peu partout de la théorie de Osborne Reynolds, on a toujours supposé que la viscosité du lubrifiant ne variait pas pendant son passage dans le coussinet. Par suite de cette supposition, on avait été amené à penser qu'un bloc Michell devait être supporté en arrière de son centre de figure afin d'obtenir la petite différence d'épaisseur d'huile nécessaire entre les faces opposées, un tel bloc pivoté en son centre ne devait pouvoir supporter aucune charge. Différents expérimentateurs, parmi lesquels Kinsbury et plus tard Sir C.-A. Parsons ont montré cependant qu'un bloc pivoté en son centre était capable de supporter une forte charge. Dans sa réponse à la discussion de sa conférence sur le problème du palier de butée, M. H.-T. Newbigin annonçait que ce résultat expérimental était dû au fait qu'en appliquant la théorie d'Osborne Reynolds, la variation de la viscosité de l'huile par suite de l'échauffement par son passage dans le coussinet, avait été négligée, et que, si ce facteur était introduit, les faits d'expérience étaient en parfait accord avec la théorie. L'effet de la variation de la viscosité de l'huile a fait l'objet de recherches théoriques et expérimentales dans les laboratoires de MM. Brown-Boveri, de Baden, et les résultats en ont été publiés dans la « Revue B. B. C ». Pour un bloc de très grande longueur comparativement à la largeur dans le sens du mouvement, Osborne Reynolds donnait l'équation (1)

$$\frac{dp}{dx} = -6\lambda \frac{h - h_1}{h^3} \qquad (1)$$

dans laquelle p est la pression de l'huile, x la distance d'un point quelconque à l'origine et λ la viscosité du lubrifiant, tandis que h est la distance séparant les surfaces en regard en un point quelconque x ; h_1 est la valeur de h au point où la pression est un maximum.

En intégrant cette équation, Osborne Raynolds supposait λ constant, bien que, comme il est bien connu, la température de l'huile augmente beaucoup par son passage dans le coussinet. Dans la « Revue B. B. C. » on a supposé que la viscosité pouvait être exprimée par la relation suivante :

$$\lambda = \lambda_0 \left(1 + \frac{n}{a} x\right).$$

ici λ_0 indique la valeur de la viscosité de l'huile lorsque cette dernière quitte le bloc, a est la longueur du bloc et n est un coefficient. La viscosité de l'huile à son entrée sous le bloc est donc $(1 + n)\lambda_0$.

En introduisant cette valeur dans l'équation (1) et en intégrant, on obtient les valeurs représentées par les

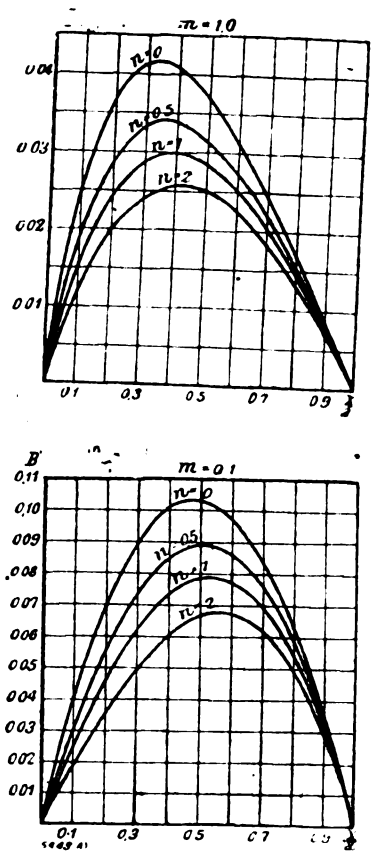


Fig. 1 et 2.

courbes des figures 1 et 2, on a admis que la hauteur h

(1) *Engineering*, 28 juin 1918, t. cv, p. 714 et 715, 1 800 mots, 4 fig.

(1) *Engineering*, juillet à décembre 1915, p. 101, 154, 196, 207.

Digitized by Google

était donnée par la relation

$$h = h_0 \left(1 + \frac{m.x}{a}\right),$$

dans laquelle a représente la longueur du bloc dans le sens du mouvement et m mesure l'inclinaison du bloc ; avec $m = 1$ la distance entre les deux surfaces est deux fois plus grande à l'entrée qu'à la sortie et c'est approximativement la condition du maximum de puissance portante. On voit sur la figure 1, que si $n = 0$, c'est-à-dire si la viscosité est constante, la pression maximum et la ligne d'action de la pression résultante sont placées distinctement en arrière du centre du bloc. Lorsque n augmente, ce qui correspond à une diminution de la viscosité, le centre de pression se rapproche du centre du bloc, il n'arrive pas au centre parce que la valeur de m a été choisie trop grande ; la figure 2 correspond à une beaucoup plus faible valeur de m, 0,1, c'est-à-dire que h est seulement 10 pour 100 plus grand à l'entrée du bloc qu'à la sortie ; dans ce cas la variation de la viscosité a une influence beaucoup plus grande sur la position du centre de pression qui passe par le centre du bloc si la viscosité est seulement 50 pour 100 plus grande à l'angle d'entrée qu'à l'angle de sortie, pour $n = 2$, le centre de pression dépasse le centre du bloc. Les deux séries de courbes montrent clairement que pour porter une charge donnée la couche d'huile sera plus mince pour un bloc pivoté au centre que pour un bloc pivoté en arrière du centre de figure, ce qui conduit à un échauffement plus grand du bloc, c'est ce qu'a montré un essai de MM. Newbigin et Stoney.

La charge que peut porter un bloc est également donnée sous la forme suivante :

$$P = \frac{6\,h_1 U a^2}{h_0^2}\, b.\Psi_1,$$

expression dans laquelle $\lambda_1 = \lambda_0 (1 + n)$, viscosité à l'angle d'entrée, h_0 l'épaisseur la plus petite de la couche d'huile, a la longueur du bloc mesurée dans le sens du mouvement, U la vitesse, b la largeur du bloc et Ψ_1 une fonction dépendant de m et de n seulement.

Les valeurs de cette fonction pour $m = 1$ et $m = 0,1$ sont représentées par les figures 3 et 4. La figure 3 montre que si la viscosité est 3 fois plus grande à l'angle d'entrée qu'à l'angle de sortie, la charge supportée est seulement huit quatorzièmes environ de la charge possible pour une viscosité constante, la variation est sensiblement la même pour $m = 0,1$ que pour $m = 1$.

De nombreux essais ont été exécutés au laboratoire de Brown-Boveri sur le fonctionnement de ce type de blocs,

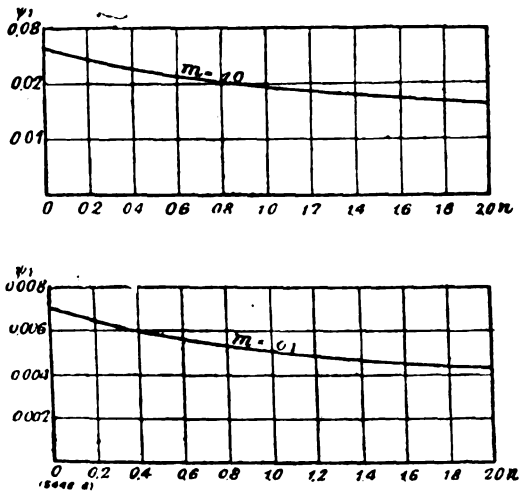


Fig. 3 et 4.

l'épaisseur de la couche d'huile, sa pression, sa température étaient soigneusement mesurées ; la plus grande pression constatée fut trouvée égale à 250 atmosphères ; les mesures des températures montrèrent que la viscosité variait très sensiblement suivant la loi admise plus haut ; dans un de ces essais un bloc carré de 4,5 cm de côté supportait une charge de 900 kg, la vitesse étant égale à 4,20 m : sec, l'épaisseur moyenne de la couche d'huile était égale à 0,0018 cm, l'épaisseur de la couche d'huile fut trouvée égale à 0,0008 cm à l'endroit où elle était la plus petite. On détermina également le coefficient de frottement, avec une charge moyenne de 100 kg : cm², ce coefficient variait peu autour de 0,002 par des vitesses de 6 m à 36 m : sec. En arrondissant l'angle d'entrée du bloc, la puissance portante se trouve légèrement augmentée. — E. B.

Notes pratiques

Un pyromètre à comparaison optique. — Le « Bulletin des Usines de guerre » donne des indications intéressantes sur l'emploi d'un pyromètre à comparaison optique utilisé dans certaines usines de la région de Saint-Etienne. Cet appareil a été mis en service afin que les ouvriers ne forgent des lopins trop froids ou au contraire trop surchauffés. Dans ce but, on a placé à côté de chacun des fours à gaz qui dessert la presse Bliss un témoin composé d'une enveloppe de tôle renfermant une lampe à incandescence éclairant deux rectangles lumineux munis chacun de verres d'une couleur telle que chacun de ces rectangles présente la teinte voulue correspondant à la température maximum et minimum admise pour les lopins.

La composition de ces verres est la suivante :

1 verre dépoli ;

3 verres jaune orangé pour figurer la température de 740° ;

2 verres jaune orangé pour figurer la température de 800°.

Certains ateliers emploient un pyromètre de cette nature pour la trempe des outils. Bien entendu, les indications d'un semblable pyromètre sont moins précises que celles d'une lunette pyrométrique Féry ou d'une canne pyrométrique, mais ces appareils sont fort utiles pour la pratique courante d'un atelier et en tout cas faciles à réaliser.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Congrès général du Génie civil (*Suite*)

TRAVAUX DE LA SECTION IX

Les travaux de la section IX (Hygiène et Prévoyance sociales) du Congrès général du Génie civil se composent de onze rapports, savoir :

Facilités nouvelles apportées au développement des coopératives, par M. Daudé-Bancel ;

La culture du jardin potager considérée comme un délassement pour les citadins, par M. Dewavrin ;

L'enseignement ménager, par M. François Villain ;

La lutte contre la tuberculose dans l'industrie, par M. Raymond Senly ;

Prévention des accidents de travail et l'hygiène des ateliers, par M. H. Marny ;

L'alcoolisme, par M. G. de Jaer ;

La dépopulation, par M. Paul Bureau ;

La vie du travailleur manuel français, par M. Georges Risler ;

La responsabilité des accidents causés par des faits de guerre et connexes aux ouvriers travaillant à proximité du front, par M. Edouard Fontane ;

Projet de retraite pour les employés du commerce et de l'industrie, par M. Gelé ;

L'aménagement d'espaces libres destinés à être mis à la disposition des travailleurs, pour y pratiquer la culture physique et les sports, par M. Paul Rousseau.

Nous analyserons ou dirons quelques mots sur chacun de ces rapports qui présentent un intérêt d'ordre général pour l'industrie.

Nous laisserons cependant de côté les rapports de M. Dewavrin et François Villain qui ne touchent pas les questions que nous étudions dans la « R. G. E. ».

Facilités nouvelles apportées au développement des coopératives (1).

Dans son rapport, M. A. Daudé-Bancel, secrétaire général de la Fédération nationale des coopératives de consommation fait d'abord l'historique des Sociétés coopératives et montre les résultats considérables qu'elles ont obtenus surtout en Angleterre.

En France, il y avait avant la guerre 3261 sociétés de consommation groupant plus de 880 000 familles et ayant fait plus de 321 millions d'affaires en 1913-1914. Près du tiers de ces sociétés se trouvent dans les régions encore envahies, mais dans les centres travaillant pour la guerre le mouvement coopératif a considérablement augmenté.

Depuis la guerre, la situation des coopératives a été modifiée d'une façon capitale, de société privée indépendante, la coopérative est devenue un service public d'une espèce particulière, subventionné, contrôlé et taxé, que les pouvoirs publics ont encouragé en le surveillant. Grâce à cette forme coopérative nouvelle, les étatisations et les municipalisations (trop souvent génératrices d'irresponsabilité) sont remplacées par de la responsabilité en action et, dès lors, la coopération apparaît comme un facteur éminent du progrès social. Si ces coopératives sont supérieures au commerce, elles doivent le supprimer; si elles lui sont égales, elles peuvent coexister; si elles lui sont inférieures, elles doivent disparaître.

La situation créée en France par les dépenses de la guerre nécessitera la suppression de tous les parasites dans le commerce, dans l'industrie et dans la bureaucratie et l'exaltation, en vue du bien du pays, de la responsabilité individuelle.

Une organisation coopérative semblable à celles que l'on rencontre en Angleterre peut faire économiser au consommateur au moins 10 pour 100 sur ses dépenses courantes. Si la coopération était appliquée aux administrations publiques, elle apporterait là aussi ses sages méthodes et ses bons résultats.

Le rapporteur montre les bienfaits de la coopération non seulement pour les ouvriers, mais aussi pour les industriels, et il cite, à titre d'exemple, les services éminents rendus par le groupement charbonnier de Seine-et-Marne, aux industriels qui en faisaient partie.

M. A. Daudé-Bancel résume comme il suit son intéressant rapport : « la coopération de consommation peut être un excellent moyen de réagir contre la vie chère pendant et après la guerre, elle doit donc être encouragée par les industriels français.

» La coopération représentant un progrès incontestable sur le municipalisme et l'étatisme, il y a lieu d'en généraliser l'extension dans l'économie publique, ainsi que cela a été fait avec succès, notamment dans la région parisienne, dans la région nantaise et en Italie.

» La coopération étant susceptible de rendre de grands services aux industriels français leur est instamment recommandée comme un moyen éminent de réduire les frais généraux au minimum et donc de les assurer pour la lutte industrielle d'après-guerre. »

(1) Rapport de M. A. Daudé-Bancel.

Digitized by Google

La lutte contre la tuberculose dans l'industrie (1).

La tuberculose et l'alcoolisme étaient avant la guerre les deux terribles fléaux qui frappaient la France. En 1912, la France a perdu environ 692768 habitants ; sur ce total, la tuberculose à elle seule entrait pour un chiffre de 83783 décès dont 69731 dus à la tuberculose pulmonaire. Donc la tuberculose causait 12 pour 100 environ des décès.

En 1912, sur 85000 décès de personnes âgées de vingt à trente-neuf ans, 38000, soit 44 pour 100, étaient dus à la tuberculose. Pendant la même année le taux de mortalité par tuberculose pulmonaire était de :

1,76 pour 1 000 habitants en France,
1,30 pour 1 000 habitants en Allemagne,
1,04 pour 1 000 habitants en Angleterre,
0,93 pour 1 000 habitants en Belgique.

De ces considérations, il ressort :

1° Que la tuberculose est un danger social, la plus grave des maladies contagieuses, celle dont il faut avant tout et à tout prix arrêter l'extension, parce qu'elle fauche impitoyablement les jeunes vies, les activités socialement et économiquement les plus fécondes ;

2° Que nous sommes nettement en retard à ce point de vue sur la nations circonvoisines, cependant placées dans des conditions géographiques et climatériques sensiblement analogues.

Le rapporteur montre que le nombre de dispensaires et de sanatoriums existant en France est complètement insuffisant. Nous disposons de douze sanatoriums comprenant en tout 1 162 lits pour près de 650 000 tuberculeux à soigner.

M. Raymond Senly expose le rôle que la grande industrie doit jouer dans la lutte anti-tuberculeuse et montre le rôle que joue actuellement dans cette lutte patriotique, l'Union des Industries métallurgiques et minières.

M. Léon Bourgeois, en qualité de président du Comité national d'assistance aux anciens militaires tuberculeux, fit au siège de l'Union, rue de Madrid, en 1916, une conférence où il décrivit la situation tragique que crée en France le développement de la tuberculose, et il demanda aux adhérents de l'Union des Industries métallurgiques et minières d'apporter leur concours financier à l'assistance des anciens militaires tuberculeux.

Sous la vigoureuse impulsion de son président, M. Ch. Laurent, et de son secrétaire, M. Robert Pinot, l'Union répondit, et au delà, à l'appel de M. Léon Bourgeois. Elle résolut, non seulement de prêter aide aux soldats victimes du fléau, mais d'entreprendre également une lutte systématique et pratique contre la tuberculose dans les milieux industriels. Elle ouvrit une souscription qui, aujourd'hui, atteint 4 000 000 fr dont le produit est destiné à la création de sanatoriums qui, pendant la guerre et une certaine période après la cessation des hostilités, seront affectés au traitement des militaires tuberculeux ; après quoi ils seront destinés au traitement des ouvriers tuberculeux des industries métallurgiques et minières.

L'Union a cru qu'elle avait encore mieux à faire que soigner les tuberculeux, et qu'elle rendrait encore un bien plus grand service au pays en préservant les êtres sains du terrible mal. A cet effet, elle constitua une Commission d'études qui unit dans une commune recherche, aussi bien les représentants de l'industrie métallurgique et minière que les membres du corps médical les plus qualifiés et les spécialistes les plus autorisés des études sociales et qui fut chargée d'établir le programme de lutte antituberculeuse dans l'industrie.

Enfin, pour concentrer les efforts entre les mains d'un organisme spécial, autonome, possédant tous les moyens d'action utile, mais endossant toutes les responsabilités, l'Union créa l'Association métallurgique et minière contre la tuberculose, à qui est confiée la réalisation pratique du programme arrêté par la Commission d'études de l'Union.

L'Union entend que son œuvre ne perde pas son caractère industriel, qui est de récupérer de la main-d'œuvre, elle limitera son action à soigner les tuberculeux curables et à préserver les êtres sains, elle laissera à l'État le soin de l'assistance aux incurables.

Examinons rapidement comment elle entend mener son action curative et son action préventive.

L'action curative de l'Union s'exercera au moyen de sanatoriums et de dispensaires dont les actions seront intimement conjuguées.

Les sanatoriums seront établis dans des endroits convenablement choisis et répondront à tous les desiderata de la science médicale. (Le type du sanatorium populaire est déjà donné par ceux de Bligny et d'Angicourt.)

On n'admettra dans ces sanatoriums que des tuberculeux nouvellement atteints susceptibles de guérison ou d'amélioration.

L'État participera aux frais d'établissement et d'entretien des sanatoriums, et il est à espérer qu'il assurera à la famille de l'ouvrier malade les moyens de subsistance qui lui seront nécessaires pendant le séjour du chef de famille au sanatorium.

Les sanatoriums seront complétés par des dispensaires dont les fonctions essentielles sont, d'après M. le docteur Guinonde :

« 1. — Dépister la tuberculose dans les milieux ouvriers, rechercher les sujets atteints ou menacés, les attirer à lui pour :

« *a*) Faire leur éducation hygiénique et prophylactique à l'égard de leur famille ou de leurs voisins ;

« *b*) Introduire l'hygiène et assurer la prophylaxie dans la famille par l'usage de crachoirs, le nettoyage, la désinfection des linges souillés et du logement ; toutes ces fonctions sont assurées par l'action d'un personnel spécial (infirmière visiteuse spécialisée ou visiteur enquêteur formé dans ce but) ;

« *c*) Accessoirement, soigner les malades, en laissant

(1) Rapport de M. Raymond Senly.

Digitized by Google

autant que possible ce devoir aux médecins de la ville, des sociétés de secours mutuels, ou du Bureau de bienfaisance.

» 2. — Classer et diriger les malades, suivant leur état définitif ou passager vers :

» Les maisons de convalescence ;

» Les cures d'air ;

« Les sanatoriums ;

» Les hôpitaux et hospices.

» 3. — Prévenir l'extension de la maladie dans la famille :

» *a*) En attirant l'attention du médecin de la famille sur l'état des sujets menacés ;

» *b*) En provoquant, par l'intermédiaire d'œuvres appropriées, l'envoi des enfants en colonies sanitaires (écoles en plein air, stations maritimes ou d'altitude) ;

» *c*) En créant ou faisant créer des stations de cure préventive destinées aux femmes et aux jeunes filles prédisposées.

» 4. — Améliorer l'alimentation et le logement du malade et de sa famille par :

» La distribution de bons de viande ou de lait ;

» L'assainissement du logement ou le transfert de la famille dans un logement salubre et plus vaste.

» Cette dernière partie du programme peut être exécutée soit par le dispensaire lui-même, soit par les œuvres privées avec lesquelles il est en rapport, soit par les chefs d'industrie qui y envoient leurs ouvriers, soit enfin par les organisations ouvrières, les sociétés de secours mutuels et les sociétés d'habitations à bon marché avec lesquelles il est en contact. »

M. Raymond Senly décrit quelques types de dispensaires destinés à l'usine rurale, au centre industriel, à la petite ville industrielle et à la grande ville industrielle, leur mode de fonctionnement et l'utilisation possible, sous réserves de certains perfectionnements, des dispensaires actuellement existants.

Le rapporteur étudie ensuite comment l'Association entend conduire son action préventive contre la tuberculose. Cette action s'exercera dans les ordres d'idées suivants :

1° Hygiène antituberculeuse à l'atelier ;

2° Protection de l'enfance ;

3° Amélioration du logement ouvrier ;

4° Lutte contre l'alcoolisme.

A l'atelier, on devra organiser des conférences, distribuer des tracts, apposer des affiches qui feront connaître aux ouvriers les moyens à employer pour se préserver de la tuberculose. De son côté l'industriel devra veiller à l'aération, la ventilation et le nettoyage des locaux, à l'évacuation des poussières, et prendra les dispositions susceptibles d'assurer l'hygiène individuelle des ouvriers (soins corporels, lavabos et bains-douches, vestiaires, repas pris à l'usine et réfectoire, etc).

Pour assurer la protection de l'enfance, l'Union des Industries métallurgiques et minières a élaboré le programme suivant :

Avant la naissance : soins aux femmes enceintes, congés de grossesse, dispensaires de maternité, soins aux femmes en couches.

Pendant la première enfance : consultations de nourrissons, primes d'allaitement, chambres d'allaitement, crèche.

Pendant la jeunesse : écoles de garde, colonies de vacances, cures d'air, œuvre Grancher, maisons de convalescence pour enfants, médecins scolaires, cantines scolaires.

Un des plus grands propagateurs de la tuberculose est l'insalubrité du logis de l'ouvrier ; il convient donc de faire tous les efforts nécessaires pour améliorer le logement ouvrier et pour atteindre ce but l'auteur estime que le meilleur moyen consisterait à industrialiser le logement ouvrier, en faire un placement à revenu normal, associer à sa réalisation tous les détenteurs de capitaux.

Enfin un des meilleurs moyens pour lutter contre la tuberculose est de combattre vigoureusement l'alcoolisme, nous reviendrons sur ce dernier point qui a fait l'objet d'un rapport spécial.

(A suivre.)

Assemblées générales

Compagnie continentale Edison.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 26 JUIN 1918.

Les entreprises de la Compagnie se sont développées pendant cette année d'une manière satisfaisante.

Les travaux de l'usine de Garchisy ont pu être poussés activement malgré les difficultés de construction et les retards des transports, elle sera sans doute mise en route dans deux ou trois mois.

Le développement industriel de la région a provoqué de nombreuses demandes de courant et la Compagnie a dû mettre à l'étude le doublement de l'usine qui pourrait être réalisé en dix-huit mois.

Pour se procurer les ressources nécessaires à cette opération, le Conseil d'administration avait résolu de procéder à un emprunt de 5 000 000 fr de bons décennaux 6 pour 100 ; cette émission a eu lieu le 21 mai 1918.

Les filiales de la Compagnie :

La *Société hydro-électrique de Lyon* a continué ses travaux du barrage du Fier, en attendant son exploitation provisoire a fonctionné d'une façon satisfaisante et a produit 225 000 fr de bénéfices ;

La *Société normande de distribution d'électricité* a pu terminer et mettre en route au début de 1918 l'usine centrale de Rai-Aube et s'occupe de développer son réseau de canalisations.

Digitized by Google

La liquidation de l'ancien secteur Edison touche à sa fin et a encore donné en 1917 quelques produits. L'ancienne usine de Saint-Denis est toujours entre les mains du liquidateur de la Société des Forges de la Seine qui l'avait achetée, il faut attendre les résultats pour arrêter définitivement cet élément des comptes.

Le bénéfice net pour 1917 a été de 572614,53 fr; après déduction de 5 pour 100 pour la réserve statutaire il reste 543983,81 fr. En y ajoutant le report de 1916, 151473,87 fr, le compte est de 695457,68 fr; sur cette somme il est réparti un dividende de 4 pour 100.

Le solde à reporter à nouveau est de 295457,68 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Banques et caisses	201 968,61
Valeurs de portefeuille	10 607 401 »
Débiteurs divers	1 394 891,55
Magasins	444 »
Immobilisations : terrains, bâtiments, usines et installations d'électricité	1 714 639,76
Loyers d'avance, installation et mobilier du siège social	4 751 »
Impôts et droits de transmission à recouvrer	84 713,53
	14 008 809,45

Passif.

	fr
Capital social	10 000 000 »
Fonds d'amortissement du capital	11 342,70
Réserve légale	2 160 928,62
Provision pour créance douteuse	600 000 »
Créditeurs divers	512 449,73
Report de l'exercice 1916	151 473,87
Bénéfice net de l'exercice 1917	572 614,53
	14 008 809,45

Société d'Electricité de Caen.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 28 JUIN 1918.

La Société a traité quelques contrats importants de fourniture d'énergie : avec la Pyrotechnie militaire de Caen dont les installations vont être mises en service aux environs de Caen; avec les Chantiers navals français qui édifient de vastes installations sur le canal de Caen à la mer pour la construction de navires et auxquels la Société devra livrer 1 500 kw l'année prochaine.

La fourniture d'énergie a été aussi augmentée aux principaux clients, notamment à la Société d'Electricité du Littoral normand, aux Mines de la région du Sud de Caen, aux Chemins de fer de l'Etat, etc.

La Société normande de Métallurgie, ayant mis en service sa centrale électrique, a cessé d'acheter le courant, mais un contrat de secours réciproque est intervenu entre les deux sociétés de façon à grouper l'utilisation des unités de réserve.

Le développement industriel de la région de Caen s'affirme de plus en plus, la Société estime qu'elle bénéficiera de ce développement.

Des mesures ont été prises en vue d'améliorer l'état du matériel. Une demande de location à l'État d'un groupe turbo-alternateur de 5000 kw a été faite avec option d'achat. Cette nouvelle unité pourra être installée pour l'hiver prochain permettant à la Société d'assurer son exploitation.

La longueur des lignes primaires en service comprenant les lignes à 2 800 v, 14 000 v et 30 000 v est de 144 km, en augmentation de 6 km sur l'année précédente.

Celle des lignes secondaires est de 87 km, en augmentation de 5 km.

Le nombre des clients desservis actuellement est de 4995, soit 67800 lampes et 639 moteurs.

Les recettes ont continué à progresser grâce aux majorations de prix du courant payés par les clients de force motrice en compensation partielle de l'augmentation des prix du charbon. Elles s'élèvent à 1938638 fr, en augmentation de 446659,88 fr sur celles de 1916.

Les dépenses de 1742707,56 fr sont plus fortes de 705962,50 fr.

Le bénéfice brut de l'exercice, 195931,34 fr, est donc en diminution de 289 362,62 fr sur le précédent.

Si l'on ajoute le revenu du portefeuille, 3757,50 fr, le bénéfice est de 199688,84 fr.

Après déduction des frais d'administration, intérêts, amortissements, la perte de l'exercice atteint 116504,75 fr, dont il faut déduire le report de 1916, 32959,80 fr.

Le solde débiteur est donc de 83544,95 fr maintenu provisoirement à l'actif.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Apports	1 »
Frais d'augmentation du capital	1 »
Frais d'émission des obligations	1 »
Primes de remboursement des obligations	265 950 »
Stations centrales. Promenade du Fort et avenue Victor-Hugo	3 924 716,58
Canalisations et réseaux urbains	1 004 602,38
Canalisations et réseaux suburbains	1 179 508,15
Compteurs	316 479,16
Mobilier. Automobiles et outillage	1 »
Portefeuille	20 001 »
Marchandises en magasin	110 331,21
Installations en location	19 060,27
Cautionnements	5 000 »
Caisses et banques	130 431,04
Effets à recevoir	2 290,75
Abonnés et débiteurs divers	435 921,49
Impôts de finances	6 199,04
Avances sur travaux en cours	96 243,35
Opération de change à terme garantie	500 000 »
Perte de l'exercice	116 504,75
A déduire. Profits et pertes reportés	32 959,80
	8 100 283,37

Passif.

	fr
Capital	2 500 000 »
Obligations de 500 fr, 4 pour 100	243 500 »
Obligations de 500 fr, 5 pour 100	2 955 000 »
Réserve légale	71 753,34
Réserve d'amortissement par remboursement d'obligations	71 012,50
Réserve générale d'amortissements	600 000 »
Fonds de renouvellement du matériel	71 519,10
Réserve spéciale pour variation des cours du charbon	100 000 »
Fournisseurs et créanciers divers	879 315,34
Coupons d'actions restant à payer	5 085 »
Coupons d'obligations et obligations à rembourser	103 098,09
Opération de change à terme garantie	500 000 »
	8 100 283,37

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Comment doit-on calculer les appointements des directeurs de société en présence des bénéfices de guerre

Arrêt de la Cour d'Appel de Grenoble, 16 juillet 1918

S'il est une question qui nous ait été souvent présentée, c'est bien celle qui sert de titre à cet article, et que la Cour d'Appel de Grenoble vient de résoudre dans un sens qui, probablement, ne sera pas du goût de tout le monde : il s'agit de savoir si un directeur appointé sur les bénéfices annuels doit percevoir son pourcentage sur les bénéfices nets, ou sur ceux-ci diminués de la contribution dite des bénéfices de guerre.

Beaucoup de sociétés d'électrochimie, d'électrométallurgie, et même, quoique dans des proportions plus restreintes, de distribution de force, pour éviter que leur directeur devienne un personnage administratif qui touche ses appointements le premier de chaque mois (simplement parce que c'est le lendemain du 30 ou du 31, sans avoir à démontrer l'existence d'un résultat obtenu) ont établi ses émoluments de la façon suivante : un fixe mensuel très peu important, simple paiement du temps que l'employé consacre aux affaires de la société, et un pourcentage extrêmement important sur les bénéfices, plus exactement sur la partie des bénéfices restant disponible après le service intégral des intérêts dus au capital, les amortissements prévus par les statuts et ceux jugés utiles par le conseil d'administration.

Est-il besoin de dire que, juridiquement, les deux parties du salaire sont identiquement de la même nature : elles constituent exactement la rémunération d'un travail; seulement une partie est immuable, versée chaque mois, tandis que l'autre est en fonction des bénéfices faits et ne peut être donnée qu'après l'établissement de l'inventaire. Une prestation ne change pas de cause juridique, même lorsque, pour partie, elle est fixe et, pour partie, aléatoire.

Dans les années productives de la guerre, les bénéfices se sont élevés pour quelques industries à un chiffre extrêmement important, ce qui a motivé, comme chacun sait, la loi du 1er juillet 1916 sur l'impôt dit des bénéfices de guerre modifiée par la loi du 30 décembre 1916 et celle du 31 décembre 1917. Cette loi impose aux industriels une contribution calculée sur l'excédent de leurs bénéfices pendant la guerre comparés aux bénéfices obtenus pendant les trois années dites de base : 1911, 1912, 1913.

Les directeurs de sociétés ou d'usines n'étant pas soumis personnellement à la patente n'ont pas eu à payer cet impôt qui frappe exclusivement les sociétés ou les établissements dont ils dirigent la marche industrielle. Mais le fisc s'est refusé à admettre que, lorsqu'un bénéfice fait par un directeur excède un certain chiffre, par exemple celui qui représenterait le salaire ordinaire d'un technicien grassement rémunéré à titre fixe, on puisse encore l'appeler salaire; pour lui une somme considérable, obtenue pendant une année heureuse, ne saurait être un émolument; c'est une « chance sociale » due au fait que le directeur se trouve dans une société qui a fait des affaires magnifiques, et non pas le paiement même aléatoire d'un travail accompli.

Il ne faut pas se dissimuler que nous assistons à un phénomène très grave : c'est le détournement de leur vraie signification que l'on inflige aux contrats même les plus précis; la Commission supérieure est en voie de créer une sorte de « droit fiscal » si tant il est vrai que l'on puisse donner le nom de droit à un régime exclusivement basé sur le bon plaisir et les nécessités du Trésor, absolument indépendant du « droit civil ». Le caractère d'un contrat, sa véritable nature ne dépendront plus de sa rédaction, mais simplement du chiffre auquel il aura donné lieu.

Et, si une affirmation de cette nature paraissait une énormité à nos lecteurs, nous nous empresserions de donner la reproduction ou tout au moins le résumé de quelques décisions de la Commission.

Les premières difficultés ont été amorcées sur le point suivant : beaucoup de négociants agissant en leur propre nom dans leur existence commerciale, c'est-à-dire sans associé, ont l'habitude de s'allouer des appointements dans le but d'augmenter leurs frais généraux, ce qui est très pratique quand ils ont à rémunérer leurs employés intéressés aux bénéfices annuels car ils diminuent ces bénéfices en se payant un émolument à eux-mêmes, comme employés d'eux-mêmes. Les commissions fiscales ont répondu que tout ce que le commerçant reçoit dans son commerce est du bénéfice, et la Commission supérieure a rendu maintes décisions dans ce sens; elle est même allée si loin dans cette voie qu'elle n'a pas admis qu'une mère de famille puisse rémunérer pendant la guerre le travail de sa fille dans sa propre exploitation s'il n'était point prouvé que la rémunération avait été donnée dans la période normale et inscrite sur des

Digitized by Google

livres inattaquables au point de vue commercial (voir décision du 26 février 1917, *Recueil de la Commission supérieure*, n° 8).

Naturellement les difficultés sont allées en croissant quand on s'est rapproché de la question des sociétés, car dans cette sphère on trouve des écritures admirablement tenues et au-dessus de toute discussion. Tout d'abord la Commission supérieure a affecté de ne pas s'occuper de la question quand elle s'est trouvée en présence de sociétés en commandite ayant pris pour base du bénéfice normal les bénéfices accusés par les trois années 1911, 1912, 1913 : pas d'intérêt, pas d'action puisque la balance restait la même, tous les émoluments, après comment avant la loi, étant portés aux frais généraux. De plus, dans les premières affaires, il s'agissait de gérants ayant un appointement fixe (5 000 fr par exemple) ce qui ressemble fort à l'émolument d'un simple employé.

Mais le débat s'est fortement accusé quand on est arrivé à un gérant (commanditaire et commandité) et se dédoublant en deux parties : le caractère de commandité lui donnant le droit de toucher comme gérant un salaire constant et un autre salaire fixé aux statuts d'après un pourcentage des bénéfices. La Commission supérieure a bien voulu admettre que la partie constante du salaire tombât dans la sphère des émoluments applicables aux frais généraux. Mais pour la somme de 25 pour 100 qui est la seconde partie du salaire, elle n'a jamais voulu admettre qu'un pourcentage aussi considérable puisse être considéré comme un salaire (voir la décision n° 54 de la Commission supérieure, avril 1917).

Mais sans philosopher outre mesure sur ces considérations d'un ordre plutôt triste, remarquons que la question s'est posée entre les directeurs des sociétés et les sociétés elles-mêmes, de savoir si, indirectement, ces directeurs peuvent ou ne doivent pas être touchés par ladite loi, hypothèse qu'il est facile de préciser par un exemple, qui a donné lieu aux décisions que nous allons reproduire.

Supposons qu'une société ait fait, pendant l'année 1916, une somme de 1 368 688 fr de bénéfices nets (après les amortissements et les intérêts de l'argent calculés sans l'ombre de discussion par le Conseil d'administration) ; supposons encore que l'État ait perçu pour ladite année un impôt de 635 551 fr à titre de bénéfices de guerre ; supposons, enfin, que le directeur ne soit resté que huit mois en fonction pendant cet exercice, et que, d'après les statuts, il ait droit aux 10 pour 100 des bénéfices ; devra-t-il dire : « Mon salaire doit être calculé sur le chiffre réel du bénéfice, c'est-à-dire sur 1 368 688 fr ; j'aurais donc droit aux 10 pour 100 de cette somme, soit 136 868 fr si j'étais resté pendant toute l'année commerciale ; mais comme je n'ai accompli mes fonctions que pendant huit mois j'ai droit seulement aux 8/12 de cette somme, soit à 91 240 fr. »

Ou bien la Société doit-elle répondre : « C'est complètement en dehors de ma volonté, croyez-le bien, que mon exercice est grevé d'un impôt aussi lourd et aussi inattendu. Ce que j'appellerai bénéfices, pour vous et pour moi, c'est ce qui restera dans ma caisse lorsque j'aurai payé le fisc ; et je vous donnerai le pourcentage sur ce solde, c'est-à-dire dans l'espèce actuelle les 8/12 du 10 pour 100 calculé sur ce qui restera entre le bénéfice de 1 368 688 fr accusé par mes livres, et la somme de 635 551 fr que j'ai payée pour impôt de guerre, soit sur 733 137 fr, le 10 pour 100 de cette somme fera 73 313 fr et les 8/12 sont égaux à 48 675 fr. »

Il est aisé de voir que, selon que l'on admet la première ou la seconde version, les appointements du directeur varieront du double au simple pour l'année considérée.

C'est exactement la question qui a été soumise le 7 décembre 1917 au Tribunal de Commerce de Grenoble et le 16 juillet 1918 à la Cour de cette ville, et les interprétations de ces deux juridictions ont été absolument opposées.

Le premier juge avait tout d'abord — et il faut l'en féliciter — admis et prononcé qu'il n'avait point à intervenir dans la question de savoir si vraiment la Commission des bénéfices de guerre avait ou n'avait pas raison d'exclure des frais généraux et de considérer comme rentrant dans les bénéfices faits par la Société le salaire extraordinaire du directeur de ladite Société. C'est là, dit-il, une considération purement administrative qui échappe à tout tribunal judiciaire, et, à plus forte raison, à un tribunal de commerce. Mais l'unique question à résoudre, dit-il, est celle-ci : le fait étant accompli, le mode de calcul étant connu, le directeur doit-il être victime de ce fait que le fisc prélève une somme très considérable sur le chiffre d'après lequel son pourcentage aurait dû être calculé.

Comme tous les tribunaux de commerce, celui de Grenoble s'est surtout attaché à rappeler le système que la Société avait d'abord admis, et à la façon dont elle avait paru comprendre elle-même le calcul à faire : prenant la première année, celle de 1915, il remarque que la Société a payé à son directeur son pourcentage sur le chiffre restant disponible après le simple prélèvement des intérêts du capital et des amortissements paraissant estimer ainsi que l'on ne devait pas faire intervenir à l'égard du directeur la question des bénéfices de guerre.

Sans doute, la Société répond qu'en 1915 la loi n'avait pas encore paru et qu'il est naturel par conséquent que le Conseil d'administration n'ait pas eu à se préoccuper d'un procédé différent ; à quoi le directeur s'empresse de dire que cela est absolument faux, étant donné que le Conseil d'administration connaissait, non pas la loi qui n'existait pas encore, mais les intentions du gouvernement, puisqu'il portait en réserve une somme de 80 000 fr destinée à faire face à cette contribution, qui ne faisait de doute pour personne puisque tout le monde en parlait comme d'un événement aussi prochain que certain : à ce moment-là, dit le tribunal, la Société laissait supposer par son absence de réserve auprès de M. M... qu'elle considérait que la participation du directeur ne devait pas être frappée, ou bien encore qu'elle considérait devoir prendre à sa charge l'imposition qui pourrait être exigée sur cette participation au cas où cette dernière viendrait à être frappée par la loi en préparation donc pour le tribunal, les condi-

Digitized by Google

tions dans lesquelles est intervenue le contrat liant M... à la Société et d'autre part la façon dont il a été exécuté pour l'année 1915, fait une loi entre les parties et M. M... doit avoir son salaire supplémentaire calculé sur son pourcentage plein, la Société faisant son affaire de l'impôt sur les bénéfices de guerre.

La Cour d'Appel, par arrêt du 16 juillet 1918, a fait une toute autre interprétation de la situation ci-dessus indiquée; non seulement elle est toute différente en ce qui regarde l'année 1916, pour laquelle les prétentions de M. M... sont rejetées, mais pour l'année 1915, la cour n'hésite pas à considérer que l'effet rétroactif de la loi, en ce qui concerne la Société, doit engendrer un effet rétroactif en ce qui concerne les sommes payées à M. M... et voici le résumé de sa décision.

A défaut de convention contraire, il n'existe aucun motif pour que le tantième alloué sur les benéfices au directeur, quelle que soit la qualification donnée, ne suive pas le sort des bénéfices sociaux et soit affranchi de l'impôt de guerre : on ne saurait admettre que la loi fiscale qui s'impose à tous soit interprétée dans les rapports du patron avec l'employé, autrement que dans les rapports du patron avec l'administration.

Donc, pour l'année 1916, M. M... devra se contenter non pas de la somme de 91 000 fr qu'il demandait, mais de celle de 48675 fr que la Société lui avait offerte en faisant le calcul dont nous avons donné ci-dessus les différents éléments.

Bien plus, en ce qui concerne l'année 1915, pour laquelle M. M... avait reçu son pourcentage calculé sur le plein des bénéfices la Cour déclare que la Société ayant été contrainte par l'effet rétroactif de la loi de 1916 de payer sur lesdits bénéfices une contribution qui les qui les réduit très fortement le calcul du salaire du directeur sera diminué proportionnellement et il devra rembourser ce qu'il a reçu en trop. On pourrait résumer tout ceci en disant que pour la Cour de Grenoble, tout le monde doit être traité sur le même pied devant le fisc ; sociétés et directeurs, à la grande satisfaction des premières et à la grande tristesse des seconds.

Nous donnons le texte du jugement, pour bien expliquer comment se présentait la question, et nous reproduirons les motifs par lesquels la Cour d'Appel a rejeté les conclusions du premier juge, ce qui nous paraît nécessaire étant donné que, pendant cette période de vacances, aucun recueil n'a encore reproduit ladite décision.

Attendu qu'il est acquis au débat que c'est par délibération du Conseil d'administration que la Société vizilloise de Décolletage en date du 7 août 1915, que Mornand a été nommé directeur de ladite Société aux conditions ci-après littéralement reproduites : « un appointement de 350 fr par mois à partir du 1er août 1915, plus une participation de 10 pour 100 sur les bénéfices nets de la Société à partir du 15 mai 1915, étant entendu que les dits bénéfices nets seront calculés après le service intégral des intérêts dus au capital et de tous les amortissements prévus par les statuts et de ceux jugés utiles par le Conseil d'administration » et que c'est en vertu de ce contrat de louage, d'ouvrage et d'industrie que Mornand également administrateur de la Société a rempli ses fonctions de directeur jusqu'au 31 août 1916.

Attendu que la loi du 1er juillet 1916 ayant établi une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés depuis le 1er août 1914 jusqu'à l'expiration du douzième mois qui suivra celui de la cessation des hostilités, les parties se sont trouvées en désaccord sur le point de savoir si le 10 pour 100 revenant au directeur aux termes du contrat prédit doit être pris sur le bénéfice net, tel qu'il est déclaré à l'État pour l'établissement de l'assiette de la contribution de guerre ou bien sur ce bénéfice diminué de cette contribution.

Que c'est dans ces conditions de fait que Mornand a assigné la Société vizilloise pour faire juger que le règlement du 10 pour 100 revenant au directeur pour l'année 1915 ayant été calculé avant la réserve de guerre, il n'y avait pas lieu de revenir sur ce règlement qui a été accepté de part et d'autre et fait la loi des parties; qu'il conclut que, pour l'année 1916 son 10 pour 100 dont l'attribution à son dire lui a été faite à titre d'une rémunération de supplément d'appointements doit lui être payé par la société, sans lui faire subir la contribution de la loi du 1er juillet 1916, laquelle ne frappe que les bénéfices revenant aux associés ; qu'en conséquence il demande au tribunal de condamner la Société de Décolletage à lui payer avec intérêts légitimes la somme de 91 245,87 fr lui revenant sur les 8 mois de 1916 pendant lesquels il a rempli ses fonctions de directeur sous déduction des 30000 fr par lui reçus en acompte :

Attendu que la Société soutient que la participation de Mornand doit être prise sur le bénéfice réel établi après déduction de cette contribution, c'est-à-dire sur le bénéfice net de toute charge et à distribuer aux bénéficiaires du produit de l'année ; qu'elle demande au tribunal de déclarer satisfactoire l'offre de 48675 fr par elle faite à Mornand, sous la stipulation que cette offre est provisionnelle et sous réserve de parfaire ou de rappeler, après le règlement du chiffre exact des contributions de 1915 et 1916, partie du règlement fait à Mornand tant en 1916 qu'en 1915, la loi ayant un effet rétroactif pour l'année précédente ;

Attendu tout d'abord que le tribunal n'a point qualité pour connaître du point de savoir si la participation de Mornand est ou non assimilable à un supplément de traitement déductible du bénéfice imposable et, par conséquent, échappant à la contribution de guerre, la question ainsi posée relevant exclusivement de la juridiction administrative qui, seule, est compétente pour en décider.

Attendu que, dans le litige qui lui est soumis, le tribunal n'a qu'à retenir que le contrat de louage d'ouvrage et d'industrie intervenu entre Mornand et la Société pour apprécier comment il a été exécuté.

Attendu qu'aux termes de ce contrat, Mornand qui est administrateur de la Société doit fournir à cette dernière comme directeur technique un travail en échange d'une rétribution composée de deux éléments : un élément fixe qui est payé tous les mois et un élément proportionnel et incertain dans son quantum qui ne peut être payé que lorsqu'on connait le chiffre des bénéfices.

Qu'en prenant le soin de préciser dans le contrat que le 10 pour 100 attribué au directeur sur les bénéfices nets devait être pris sur les bénéfices nets calculés après le service intégral des intérêts du capital et des amortissements, tant statutaires que ceux prévus par le Conseil d'administration, les parties se sont en cela conformées aux statuts qui stipulent en leur article 45 les prélèvements à faire avant la répartition des bénéfices ; que c'est ainsi et par application du contrat que pour l'année 1915 la Société a prélevé les 610 922, 72 fr résultant de l'exercice, une somme de 135 922,80 fr pour amortissements et intérêts, laissant ainsi disponible un bénéfice de 4949 9.72 fr, sur lequel elle a compté et payé à Mornand son 10 pour 100 soit 47 492,97 fr ; que la Société défenderesse explique, il est vrai, que si elle a appliqué ainsi le contrat pour 1915, c'est qu'elle n'avait pas à se préoccuper de la loi du 1er juillet 1916 encore inexistante à ce moment-là ; mais que c'est bien vainement qu'elle invoque une telle raison, puisque, dans sa réunion du 6 février 1916 le Conseil d'administration, après examen des résultats de l'exercice 1915 et des propositions à sou-

Digitized by Google

mettre à l'assemblée générale des actionnaires, se préoccupait tellement de l'impôt de guerre et de la loi en préparation qu'il portait en réserve une somme de 80 949,40 fr en prévision de cet impôt; qu'à ce moment-là et envisageant l'application de la contribution de guerre la Société n'en calcule pas moins le 10 pour 100 de Mornand sur les bénéfices avant la réserve de guerre, laissant ainsi supposer par son absence de réserve auprès de Mornand qu'elle considérait que la participation du directeur ne devait pas être frappée, ou bien encore qu'elle considérait devoir prendre à sa charge l'imposition qui pourrait être exigée sur cette participation au cas où cette dernière viendrait à être frappée par la loi en préparation ;

Attendu que, si l'on tient compte, d'une part, des conditions dans lesquelles est intervenu le contrat liant Mornand à la Société et, d'autre part, si l'on considère comment il a été exécuté pour l'année 1915, l'on ne saurait admettre après tout ce qui précède que ledit contrat puisse recevoir pour l'année 1915 une application qui ne serait point conforme à celle qui a été faite pour 1915, quelle que soit la décision de la jurisprudence administrative sur l'exigibilité ou la non-exigibilité de la contribution de guerre, sur la participation du directeur.

Que c'est donc avec juste raison que Mornand réclame aujourd'hui son pourcentage sur les 1 368 688 fr de bénéfices, tels qu'ils ressortent du bilan de 1916 établi suivant les mêmes règles que celui de 1915, ce qui, pour les 8 mois de ses fonctions de directeur en 1906 fait 8/12 de 136 868 fr; soit 91 245 fr, somme à concurrence de laquelle il échet d'accueillir la demande formée par Mornand sous déduction de 30 000 fr reçus par ce dernier en acompte.

Et voici maintenant comment la Cour d'Appel répond à l'argumentation du tribunal qu'il déclare tout d'abord — ce qui est peu flatteur — de n'être assise que sur des hypothèses :

Attendu, dit la Cour, que l'argumentation du premier juge s'est assise que sur des hypothèses; qu'il n'est pas de motifs, à défaut de convention contraire, pour que le tantième alloué au directeur sur les bénéfices ne suive pas le sort des bénéfices qu'il représente et soit affranchi de l'impôt de guerre; que, pas davantage, on ne saurait admettre que la loi fiscale qui s'impose à tous soit interprétée dans les rapports du patron avec l'employé autrement que dans les rapports du patron avec l'administration; que la Société vizilloise ne pouvait différer le paiement d'une créance échue et légitime devant les éventualités d'une loi plus ou moins lointaine; qu'elle n'avait nul besoin de formuler des réserves qui existaient de plein droit et que la mesure de prudence introduite dans son inventaire, en vue des restitutions auxquelles elle risquait un jour d'être assujettie est loin d'exclure les restitutions qu'elle peut exiger à son tour.

Attendu enfin que la Société a fait tout d'abord une déclaration au fisc où les bénéfices de guerre étaient calculés après prélèvement du pourcentage du directeur, elle n'a pris là aucun engagement envers ce dernier et ne l'a point garanti contre l'application de l'impôt telle quelle serait exigée finalement par l'autorité administrative : que si bien, après la décision rendue le 27 décembre 1917, par la commission du premier degré, décision qui a modifié la déclaration et incorporé aux bénéfices les tantièmes alloués au directeur-administrateur, elle ne s'est pas pourvue devant la commission supérieure instituée par l'article II de la loi, c'est vraisemblablement qu'elle n'a pas eu confiance dans un recours qu'elle jugeait mal fondé; qu'à ce point de vue, d'ailleurs, aucun grief n'a été articulé contre l'appelant ; qu'il n'est rien non plus relevé dans son attitude qui ressemble à un abandon de ses droits aux regards de son directeur et qu'on aboutirait dans le système du jugement à faire payer arbitrairement par la Vizilloise deux fois la même somme : une première fois au Trésor, sous forme de contribution, en vertu d'une décision administrative, une seconde à Mornand sous forme de participation aux bénéfices en vertu d'une décision judiciaire, ce qu'assurément n'ont jamais envisagé ni voulu les parties contractantes.

Attendu, en ce qui concerne l'exercice de 1916 dont les bénéfices se sont élevés d'après l'inventaire à 1 368 688,10 fr que Mornand qui a cessé ses fonctions de directeur le 31 août 1916 et n'a droit sans conteste qu'aux 8/12 de son pourcentage, n'est pas fondé à évaluer sa part de bénéfices à 91 245,32 fr, sauf imputation à faire d'un acompte de 30 000 fr puisqu'il a évalué cette part sur l'entière somme de 1 368 688 fr, sans en déduire l'impôt de guerre prélevé par l'État qui se chiffre par 635 551,95 fr; qu'il y a donc lieu de la ramener à la somme de 48 675,70 fr à laquelle l'intimé peut seulement prétendre et que la société a offerte ab initio.

Attendu, en ce qui concerne l'exercice 1915, dont les bénéfices se sont élevés à 474 929 fr, qu'il est incontesté que Mornand a reçu son pourcentage entier sur cette somme, soit 47 492 et qu'étant acquis au débat que la société vizilloise a été contrainte par l'effet rétroactif de la loi de payer sur lesdits bénéfices une contribution qui les réduit à 315 977 fr, il est par là même démontré que la participation de Mornand a été calculée sur un chiffre de base exagéré en tenant compte d'une quotité de bénéfices inexistants et qu'elle doit être abaissée à 31 597,70 fr, d'où la conséquence que la société est restée de ce chef créancière de son ancien directeur d'un trop perçu de 15 895 fr et que sa demande reconventionnelle en répétition est justifiée.

Attendu sans doute que Mornand oppose ainsi une fin de non recevoir tirée de l'article 541 du code de procédure civile, mais qu'on cherche vainement au procès le règlement de comptes avec recettes et dépenses, tel qu'il est prévu par l'article précité; que, s'il existait, il ne manquerait pas d'être revisable sur le point en contestation pour erreur et cas de force majeure et que la seule question à résoudre est celle de savoir si la Société vizilloise qui a payé à Mornand une dette reconnue exigible par les lois en vigueur, a droit contre lui à une action à répétition depuis qu'une loi nouvelle l'a déchargée de cette dette envers Mornand, pour y substituer une dette envers l'État : que l'affirmative n'est pas douteuse exigée qu'elle est par la rétroactivité légale et qu'il importe de remarquer que la société qui a payé deux fois sa dette n'agit au litige que pour éviter un préjudice et une perte.

La Cour casse le jugement; dit que le contrat de louage de services du 7 août 1915 ne contient aucune clause propre à faire obstacle entre les parties au mode d'application par le pouvoir administratif de la contribution de guerre et a ses conséquences nécessaires et qu'ainsi la Vizilloise, qui a dû payer au fisc la contribution sur les allocations litigieuses, est en droit de la déduire de la créance de Mornand; déclare satisfatoire l'offre de la Société de payer à Mornand la somme de 48 675 fr pour l'exercice 1916 sous réserve de parfaire ou de rappeler après règlement définitif sur les bénéfices de guerre avec l'administration et sauf imputation à faire d'un acompte de 30 000 fr.

Dit que l'effet rétroactif de la loi du 1er juillet 1916 au 1er août 1914, la participation de Mornand en 1915 n'a pu être prélevée sur les véritables bénéfices nets et que la société lui a payé en trop une somme de 15 895 fr qui est sujet à répétition; dit, en fin de compte, que dans l'état de la cause, toutes imputations faites, la Société vizilloise reste débitrice de Mornand d'une somme de 2 780 fr qu'elle est tenue de lui payer avec intérêts légitimes. Condamne Mornand aux dépens.

Nous avons rarement vu deux décisions aussi opposées l'une à l'autre et il est toujours curieux de voir une condamnation à 91 000 fr, devenir à la Cour une condamnation à 2700 fr.....

Paul Bougault,
Avocat à la Cour d'appel de Lyon.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR :
J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF :
Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. — TOME IV. — N° 15. — 12 OCTOBRE 1918.

Chronique. — L'Institut technique de Normandie. — Sur le traitement au four électrique des minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie. — Bibliographie : La tourbe. Prospection, extraction, traitement, utilisation, par Pierre GUIEU. — Conservatoire national des Arts et Métiers. — Académie des Sciences, p. 521-522.

Section scientifique et technique. — Etude sur le calcul de transformateur à forte intensité (fours électriques), par R. JACQUOT, p. 523. — Revues, analyses et informations : Emploi des lampes à incandescence à atmosphère gazeuse pour la projection, p. 536. — Diathermie : L'emploi du courant électrique pour élever la température du corps dans le traitement des maladies, p. 538.

Section industrielle. — Un cas de corrosion à allure électrolytique dans une pompe à air Westinghouse-Leblanc, par L. CONGE, p. 539. — Comment peut-on remédier aux inconvénients d'une très forte surcharge dans un réseau triphasé, par E. PIERNET, p. 540. — Revues, analyses et informations : Les économies de consommation d'énergie qu'on peut réaliser dans les installations de traction à courant continu, p. 544. — La prévention des coups de feu à courant continu, p. 548.

Section économique et financière. — Inventaire des forces motrices disponibles sur les cours d'eau du domaine public en juillet 1917, par J. R., p. 549. Assemblées générales : Compagnie parisienne de Distribution de l'Electricité, p. 559 ; Société du Gaz et de l'Électricité de Marseille, p. 560.

L'Institut technique de Normandie. — Le développement industriel qu'a pris la basse Normandie à la suite de la mise en exploitation de ses riches gisements de minerais de fer a amené la création, en 1914, quelques mois avant la déclaration de guerre, d'un centre d'études techniques rattaché à l'Université de Caen : l'Institut technique de Normandie.

L'enseignement donné dans cet Institut s'étend sur trois années. La première année est surtout une année de préparation aux études scientifiques, la seconde est consacrée à de fortes études théoriques et techniques, la troisième est une année d'apprentissage de la profession d'ingénieur. Il comprend deux sections : la section d'Electrotechnique et de Mécanique et la section de Chimie.

Pour être admis en première année, il faut justifier de la possession du baccalauréat, 2e partie, mathématiques, ou satisfaire aux conditions d'un examen d'entrée portant sur les programmes de mathématiques, de physique et de chimie de la classe de mathématiques des établissements d'enseignement secondaire. Il est spécifié que « cet examen a surtout pour but de constater l'aptitude des candidats à recevoir un enseignement technique supérieur et leur goût des applications concrètes ». « Par suite, est-il ajouté, le jury n'exige nullement une connaissance approfondie et minutieuse des programmes et il sera volontiers indulgent en présence d'une défaillance de mémoire, pourvu que les résultats essentiels soient bien connus et que l'élève soit capable de les utiliser s'il a une application à faire. Par contre, le jury exige un grand soin dans les applications numériques et les constructions graphiques. Il tient compte également des qualités accessoires, orthographe, écriture, présentation bien ordonnée des questions ».

Des admissions directes en deuxième ou en troisième année peuvent être prononcées en faveur des élèves qui remplissent certaines conditions.

Au cours de leurs études, les élèves de la section d'Electrotechnique et de Mécanique peuvent acquérir presque sans travail supplémentaire le grade de licencié es sciences.

Ces indications sur les conditions d'admission montrent suffisamment le niveau de l'enseignement donné par l'Institut pour nous dispenser de donner le programme des cours et des exercices pratiques. Disons seulement que ceux-ci ont été envisagés avec l'importance qu'il convient de leur donner dans la formation de futurs ingénieurs. Les élèves sont entraînés à faire de la documentation personnelle, il a étudié les questions non seulement au point de vue technique, mais au point de vue du prix de revient, et au point de vue administratif et commercial. La création d'une section spéciale pour la formation d'ingénieurs commerciaux est à l'étude.

Ajoutons que les examens d'entrée ont lieu en juin et

Digitized by Google

en novembre. Pour ceux de novembre prochain, les demandes d'inscription doivent être adressées avant le 25 octobre à M. Zoretti, directeur de l'Institut, rue Pasteur, à Caen.

Sur le traitement au four électrique des minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie. — M. Sabatier nous adresse à ce sujet la lettre suivante :

Le numéro 11 du 14 septembre 1918 de votre journal contient un article de M. Jean Escard intitulé : « Sur la préparation au four électrique de quelques métaux susceptibles d'utilisation industrielle » dans lequel sont publiés notamment les résultats obtenus à ce jour dans le traitement au four électrique des minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie.

L'auteur indique la difficulté à laquelle se sont heurtés, sans pouvoir la résoudre, tous les électro-métallurgistes qui ont abordé le problème, de n'obtenir qu'un ferro-nickel très carburé et renfermant une forte proportion de silicium (5 à 10).

Dans les essais que j'ai effectués à l'usine de Taô (Nouvelle-Calédonie) en 1912 et 1913, j'ai fabriqué dans un four électrique de 400 kw un ferro-nickel qui redonnait à l'analyse moyenne suivante :

Nickel.....	50 pour 100 environ
Fer.....	49,5 pour 100 environ
Silicium.....	0,2 pour 100 environ
Carbone.....	0,05 pour 100 environ

Le produit fabriqué contenait donc très peu de silicium et était très peu carburé.

Ce ferro-nickel a été obtenu non seulement en périodes d'essais, mais aussi d'une façon industrielle, pendant des périodes où le fonctionnement ininterrompu du four a duré six à huit mois.

J'ai poussé les essais en vue de l'obtention d'un ferro-nickel plus riche et suis arrivé à une teneur en nickel de 75 pour 100, la teneur en silicium restant ce qu'elle était dans l'alliage précédent et la teneur en carbone passant à l'état de traces.

Bibliographie : La tourbe. Prospection, extraction, traitement, utilisations (1), par Pierre Guieu, ancien élève de l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles. — La crise du charbon qui continue à sévir gravement a conduit les ingénieurs à rechercher à utiliser des combustibles qui étaient dédaignés jusqu'ici et qui pourtant peuvent rendre de grands services. Parmi ces combustibles de deuxième catégorie la tourbe est certainement celui qu'on peut utiliser le plus facilement et dans les meilleures conditions. L'auteur du volume que nous présentons aujourd'hui à nos lecteurs a rassemblé dans son ouvrage tous les renseignements nécessaires pour l'utilisation de la tourbe. Dans le premier chapitre, il étudie la formation et la composition de la tourbe, la classification des chaudières, le pouvoir calorifique de la tourbe ; il cite les divers lieux dans lesquels on trouve de la tourbe en insistant particulièrement sur les gisements français. Le second chapitre est consacré à la prospection des tourbières et à l'analyse des échantillons de tourbe. Dans les troisième et quatrième chapitres l'auteur étudie l'exploitation des tourbières, les différents outils utilisés pour l'extraction, le traitement mécanique de la tourbe, le séchage de la tourbe, la manutention dans les tourbières, l'étendage de la tourbe. Le cinquième chapitre traite de la combustion directe de la tourbe, l'auteur indique les pouvoirs calorifiques de certaines tourbes et montre comment on peut les employer soit au chauffage domestique, soit sur les grilles industrielles. Dans ce dernier cas l'auteur examine le cas des grilles mécaniques et des grilles à échelons, ainsi que les foyers Godillot. Enfin, il décrit les procédés d'enrichissement de la tourbe et de fabrication des briquettes de tourbe comprimée. Le chapitre VI est consacré à la distillation pyrogène de la tourbe : carbonisation en tas, carbonisation en fours (description des divers fours), carbonisation humide par différentes méthodes. Dans le chapitre VII, l'auteur s'occupe de l'emploi de la tourbe dans les gazogènes, de l'utilisation des gaz produits dans des moteurs et de la récupération des sous-produits des gaz de gazogène, de la distillation ou de la carbonisation de la tourbe. Dans le huitième chapitre, l'auteur étudie les emplois divers de la tourbe en agriculture : litières, cendres de tourbe, conservation des fruits et légumes, fabrication des nitrates, alimentation des animaux. Dans le neuvième et dernier chapitre, l'auteur étudie les emplois divers de la tourbe qui peut servir à la fabrication du papier, de l'alcool, des tissus hygiéniques, du bois de tourbe et également à l'épuration des eaux d'égout. Le livre de M. Pierre Guieu se termine par un index bibliographique donnant les titres des principaux ouvrages ou articles techniques ayant traité de l'importante question de la tourbe.

(1) Un volume 18,5 cm × 12 cm, 219 pages, 54 figures, édité par Garnier frères, 6, rue des Saints-Pères, Paris. Prix : 2,50 fr, plus majoration temporaire de 20 pour 100.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Les 12, 19 et 26 octobre 1918 auront lieu au Conservatoire national des Arts et Métiers à 17 heures des conférences sur « l'Organisation scientifique » faites par M. Bertrand Thompson, ex-professeur de l'Université d'Harvard, ingénieur-conseil d'organisation scientifique. La conférence du 12 octobre aura pour titre : « Les principes fondamentaux » et sera présidée par M. Alexandre Millerand, député, ancien ministre, président du Conseil d'Administration du Conservatoire national des Arts et Métiers. La conférence du 19 octobre sera consacrée aux « Méthodes typiques » et celle du 26 octobre aux « Résultats caractéristiques ».

Académie des Sciences. — Séance du 30 septembre 1918. — Parmi les communications et notes présentées en cette séance à la savante assemblée, nous signalons à nos lecteurs : Sur l'hétérogénéité de l'acier par MM. H. Le Chatelier et B. Bogitch ; sur les coefficients d'aimantation de l'oxygène, de l'oxyde azotique et la théorie du magnéton par MM. Edmond Bauer, Pierre Weiss et Auguste Piccard ; sur la thermo-électricité du tungstène, par M. H. Pécheux ; sur les franges d'interférence développées par le frottement et l'électricité dans certains liquides anisotropes, par M. F. Grandjean ; la radiographie anthropométrique du pouce (superposition des empreintes digitales, du squelette et de l'ongle, par M. Henri Béclère.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Étude sur le calcul de transformateurs à forte intensité pour fours électriques

L'objet de cet article est d'expliquer les variations brusques dans les prix, rendements et chutes de tension des transformateurs destinés à l'électrométallurgie, en fonction des conditions de régime imposées et du nombre de tensions secondaires exigées. L'auteur recherche certaines conditions de réalisation économiques.

Index des symboles employés dans l'article.

a, largeur de la section des tôles.
A, largeur de la fenêtre.
$l = n \times a$, longueur de la section des tôles (épaisseur).
B, induction maximum.
C', constante pour le calcul des pertes à vide, environ 2×10^{-8} pour tôles 4/10 Audincourt.
C'', constante pour le calcul des effets Joule $= 2{,}22$.
C''', constante pour le calcul de la chute inductive, $= 4{,}45 \times \Lambda_m$.
$e_1, e_2, e_3 \ldots e_x$, tensions simples secondaires.
E, tension primaire.
f, rapport de $\frac{A}{a}$ ou de $\frac{L}{l}$.
F_{fe}, section des tôles $= na^2$.
F_{cu}, section de la fenêtre $= nA^2$.
$G_{1(1)}$, poids du cuivre primaire pour e_1.
G_2, poids constant du cuivre secondaire.
$G_{1(5)}$, poids du cuivre primaire pour e_5.
i_1, i_x, courants primaires pour e_1 et e_x.
I_1, I_x, courants secondaires pour e_1 et e_x.
i_{01}, i_{0x}, densités de courant primaire pour e_1 et e_x.
K_{fe}, accroissement de la section des tôles.
K_{cu}, accroissement de la fenêtre.
l_m, ligne médiane de la partie magnétique.
l_g, longueur moyenne de spire (haute et basse tension).
L, longueur de la fenêtre.
m, multiple du nombre de spires haute et basse tension.
$n, = \frac{L}{A} = \frac{l}{a}$, rapport des deux dimensions de la fenêtre et de la section des tôles.
N, nombre de spires primaires.
p, poids des tôles.
P, puissance du transformateur.
R_{fe}, rapport des volumes ou des poids des tôles pour m fois plus de spires.
R_{cu}, rapport des volumes ou des poids du cuivre pour m fois plus de spires.
R, rapport des volumes ou des poids des matières actives totales pour m fois plus de spires.
U, rapport de transformation en charge.
V, volume total des matières actives.
V_{cu}, volume des bobinages.
V_{fe}, volume des tôles.
W_{fe1}, W_{fe5}, pertes à vide pour e_1 et e_5.
$W_{1(1)}, W_{1(5)}$, effet Joule primaire pour e_1 et e_5.
$W_{fe1(1)}, W_{fe5(5)}$, effet Joule secondaire pour e_1 et e_5.
Z_1, Z_5, chute inductive pour e_1 et e_5.
Δ_{01}, Δ_{0x}, densité de courant secondaire pour e_1 et e_x.
Λ_m, conductibilité du flux de dispersion.
Φ, flux en 10^6.
φ_{fe}, rapport des volumes des tôles pour K_{cu}.
$\varphi_{cu}, = \Delta_{cu} \times K_{cu}$, rapport des volumes des bobinages pour K_{cu}.
$\xi_{fe}, = \Delta l_m \times K_{fe}$, rapport des volumes des tôles pour K_{fe}.
ξ_{cu}, rapport des volumes des bobinages pour K_{fe}.
Δl_m, accroissement de l_m.
Δ_{cu}, accroissement de la spire moyenne l_g.

I. — **Généralités.** — On sait que, pour une fréquence, une tension primaire, une tension secondaire et un mode de refroidissement donnés, le prix par kilovolt-ampère des transformateurs normaux, rapporté au kilovolt-ampère, varie suivant une courbe d'allure logarithmique (fig. 1). Quelques prises supplémentaires à la haute ou à la basse tension, par exemple, à + ou — 5 pour 100, entraînent à une majoration de prix très légère et facile à déterminer.

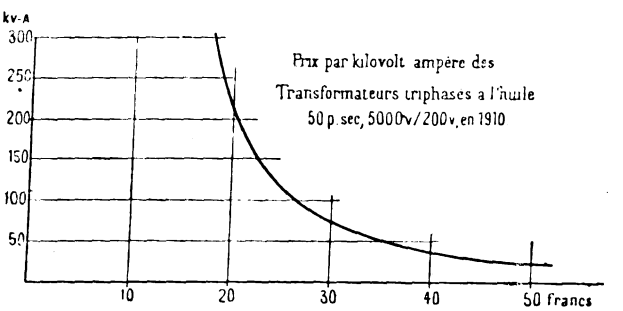


Fig. 1. — Variation, avec la puissance, du prix des transformateurs rapporté au kv-A.

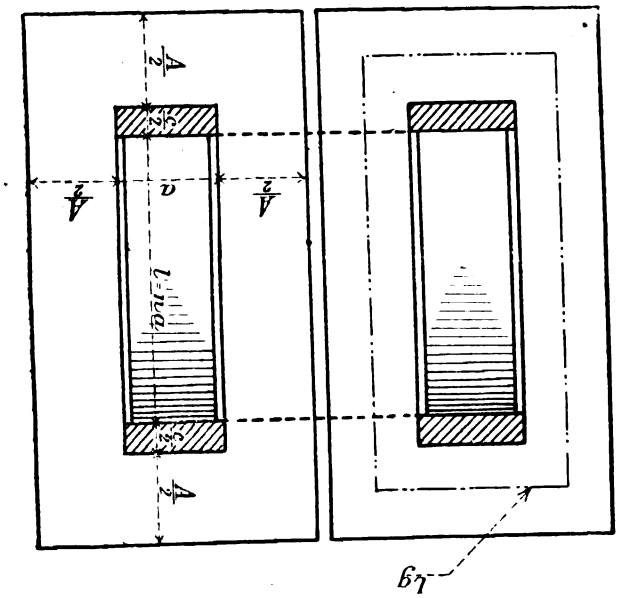
Pour les transformateurs destinés à l'électrométallurgie dans lesquels la valeur absolue de la tension secondaire est très faible, une variation de 2,5 ou 5 v seulement peut correspondre déjà à 6 ou 12 pour 100 d'élévation de tension.

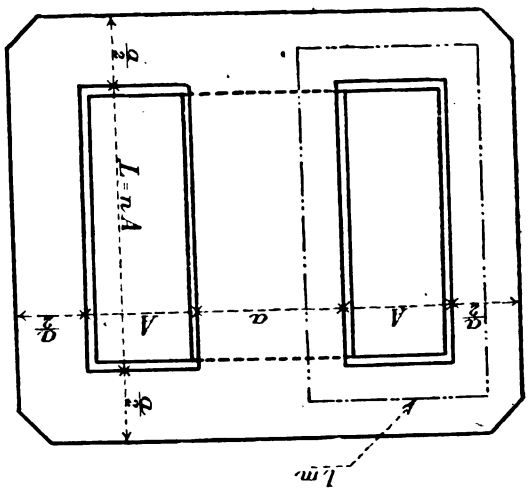
Digitized by Google

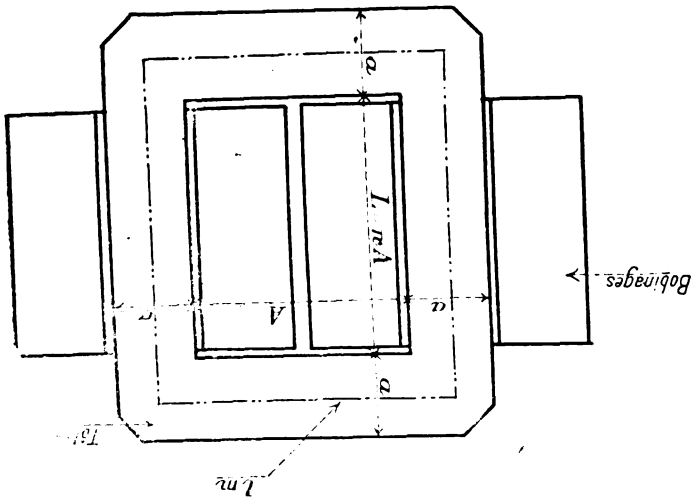
Si on a plusieurs tensions secondaires, le prix de l'appareil peut être augmenté de 50 à 60 pour 100 et même plus, ainsi qu'on le verra plus loin.

D'autre part, le secondaire de ces transformateurs ayant généralement un très faible nombre de spires (1-2-3-4), on obtient des sauts très brusques, dans les pertes et dans les poids des matières actives, suivant le nombre de spires adopté. Il en est de même, en conséquence, pour les prix de revient de ces appareils.

Dans l'étude qui suit nous ne traitons que du transfor







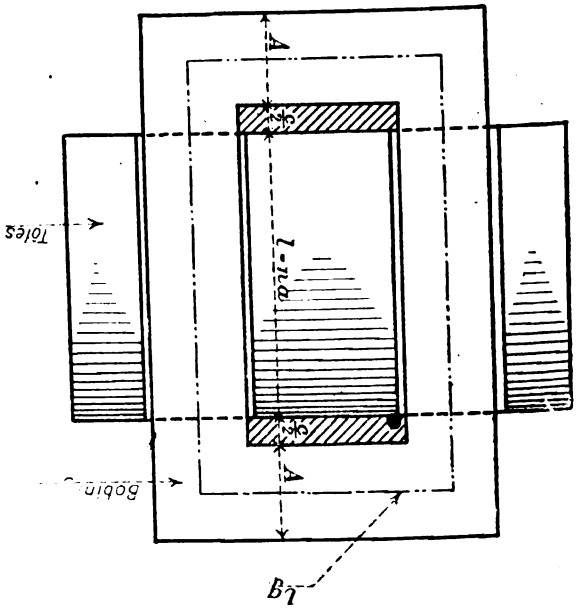


Fig. 2. — Transformateur monophasé cuirassé

Fig. 3. — Transformateur monophasé à colonne.

Ainsi que le fait voir l'indication des côtés, nous négligeons ici l'espace compris entre le bobinage et les tôles, cette erreur étant compensée par la détermination du coefficient de remplissage.

mateur monophasé qui est du reste préféré au transformateur triphasé, en métallurgie. La puissance assez élevée des fours, les conditions de rechange et d'interchangeabilité des transformateurs et, dans le cas de fours monophasés, les connexions plus courtes entre transformateur et four rendent en effet ce type tout indiqué.

Pour toutes les variantes qui suivent, nous admettons un rapport constant, d'une part, entre la longueur et la largeur de la fenêtre destinée à renfermer les bobinages, d'autre part, entre la longueur et la largeur de la section du noyau (ou des noyaux, pour transformateurs à colonnes), c'est-à-dire $\frac{A}{L} = \text{constante}$, et $\frac{a}{l} = \text{constante}$ (fig. 2 et 3).

Digitized by Google

Les constructeurs choisissent souvent 1/2 pour la valeur de ce rapport n. Nous verrons plus loin si c'est à juste raison. Pourtant, quel que soit ce rapport, puisque nous l'admettons constant, la relativité des valeurs obtenues subsistera, et notre parallèle sera valable.

Nous admettons également que la section de la fenêtre varie proportionnellement au poids du cuivre pour une même longueur développée de spire moyenne (même tension primaire, d'où sensiblement même coefficient de remplissage). Si, par exemple, la spire moyenne étant maintenue constante, le poids devient double, la fenêtre deviendra également double et son périmètre intérieur sera $\sqrt{2}$ fois plus grand.

En effet, nous savons que, pour des sections géométriques semblables, les périmètres varient comme la

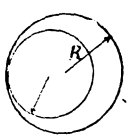


Fig. 4.

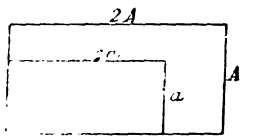


Fig. 5.

racine carrée des rapports des sections. Si, par exemple (fig. 4)

$$\frac{\pi R^2}{\pi r^2} = 2, \text{ on aura } \frac{R}{r} = \sqrt{2} \text{ et } \frac{2\pi R}{2\pi r} = \sqrt{2};$$

si (fig. 5)

$$\frac{2A^2}{2a^2} = 2, \text{ on aura } \frac{A}{a} = \sqrt{2} \text{ et } \frac{6A}{6a} = \sqrt{2}, \text{ etc.}$$

Quel que soit le type de construction employé (cuirassé ou à colonnes), on peut le représenter schématiquement suivant la figure 6. Le primaire comprend un

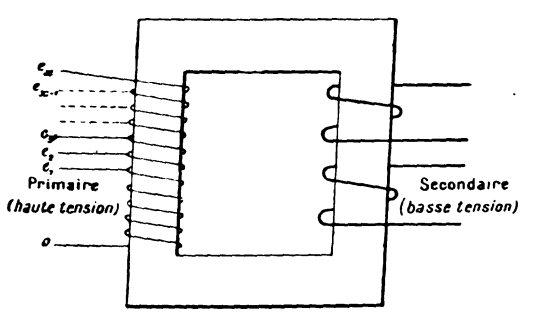


Fig. 6. — Schéma d'un transformateur cuirassé ou à colonnes.

certain nombre de prises correspondant aux tensions simples secondaires $e_1, e_2, e_3 \ldots e_x$.

La basse tension est constituée par deux bobines ou par deux groupes de bobines susceptibles d'être montés en parallèle pour les tensions simples ci-dessus, ou en série pour les tensions doubles $2e_1$, $2e_2$, $2e_3 \ldots 2e_x$. On réalise généralement cette mise en parallèle ou en série à l'extérieur du transformateur.

Nous ordonnons les tensions secondaires dans un ordre décroissant en commençant par e_1 qui sera la tension la plus élevée, à laquelle correspondra par conséquent le plus petit nombre de spires primaires. Nous mettrons, en regard des spires haute tension, la tension secondaire correspondante.

Le nombre de spires primaires et secondaires sera constant pour tous les appareils suivants *pour le plus petit voltage* (e_x). Enfin, nous admettons une même densité de courant maximum dans le cuivre primaire et dans le cuivre secondaire ($i_0 = \Delta_0$), par exemple, $i_0 = 3{,}5$ A : mm² et une même induction maximum (B) pour tous les cas (à même fréquence), par exemple, $B = 13000$ gauss pour 50 p : sec.

En réalité, le secondaire étant généralement nu et le primaire guipé, on prendra pour la basse tension $\Delta_0 > i_0$ pour la haute tension.

Nous comparerons, plus loin, différents appareils en les établissant toutefois pour une tension secondaire minimum (e_x) commune à tous.

Les pertes en watts par effet Joule sont exprimées par la suite en fonction du poids du cuivre et du carré de la densité du courant. De même la chute réactive est calculée en fonction de ce poids et de cette densité.

En effet nous pouvons écrire que la résistance d'un conducteur en cuivre de longueur l en mètres, d'une section s en millimètres carrés est à 50° C.

$$R = \frac{0{,}02\, l}{s}.$$

Les pertes par effet Joule sont

$$RI^2 = \frac{0{,}02\, l (i_0 s)^2}{s} = 0{,}02\, l s\, i_0^2,$$

ou par multiplication et division par $9.10^{-1}.10^{-4}$ on a

$$RI^2 = 0{,}02\, l i_0^2 s \frac{9.10^{-1}.10^{-4}}{9.10^{-1}.10^{-4}} =$$

$$= \frac{0{,}02.10^{-2}}{9.10^{-1}.10^{-4}} i_0^2.(9.10\, l s.10^{-4}) = C'' G i_0^2,$$

où G est le poids de ce circuit que nous pouvons exprimer par

$$G = 9.10 l s.10^{-4}$$

et C'' est une constante dont la valeur est

$$C'' = \frac{0{,}02.10^{-2}}{9.10^{-1}.10^{-4}} = 2{,}22.$$

Aussi dirons-nous que pour une densité de courant de i_0 ampères par millimètre carré au primaire et Δ_0 ampères par millimètre carré au secondaire, les pertes par effet Joule seront :

Au primaire : $C'' G_1 i'^2_0$ — G_1 étant le poids du cuivre primaire nu ;

Au secondaire : $C'' G_2 \Delta_0^2$ — G_2 étant le poids du cuivre secondaire nu.

Digitized by Google

De même la chute réactive en pour 100 de la tension primaire étant égale au rapport de la tension de réactance à la tension primaire on a d'après Arnold

$$100\frac{E_x}{E_1}=100.\frac{4\pi\nu n^2 I\Lambda_m l.10^{-8}}{4{,}44\nu n\Phi.10^{-8}}=\frac{4\pi.100\Lambda_m nIl}{4{,}44\Phi}=283\Lambda_m\frac{nIl}{\Phi},$$

et, par division et multiplication par $9.10^{-1}.10^{-4}$ et substitution de $s\,i_0$ à I, on aura

$$100\,\frac{E_x}{E_1}=283\,\Lambda_m\,\frac{l.10^{-1}nsq.10^{-4}i_0}{\Phi.10^{-1}.10^{-4}.9}=$$

$$=3{,}15\,\Lambda_m\frac{Gi_0}{\Phi\text{ en }10^6}=C''\frac{Gi_0}{\Phi\text{ en }10^6}\quad\text{où}\quad C''=3{,}15\,\Lambda_m.$$

D'autre part, on a la formule empirique suivante que nous préférerons adopter, car elle donne de meilleurs résultats

$$100\,\frac{E_x}{E_1}=400\,\Lambda_m\,\frac{lni}{\Phi\text{ en gauss}}=4{,}45\,\Lambda_m\,\frac{Gi_0}{\Phi\text{ en }10^6}=$$

$$=C'''\frac{Gi_0}{\Phi\text{ en }10^6}\quad\text{où}\quad C'''=4{,}45\,\Lambda_m,$$

soit environ 40 pour 100 plus fort que précédemment, et où nI = ampères-tours (primaires ou secondaires), Φ = le flux maximum au même instant;

Gi_0 est de nouveau le produit du poids du cuivre par sa densité de courant. Ce produit pour le primaire est $G_1 i_0$ et pour le secondaire $G_2\,\Delta_0$; l est la spire moyenne des enroulements primaire et secondaire en centimètres et Λ_m, une valeur que nous considérons constante pour appareils de même puissance, de mêmes caractéristiques et de même construction. En réalité Λ_m varie très légèrement pour un même appareil à plusieurs tensions et un même groupement des bobines, puisque la conductibilité est proportionnelle à la distance qui sépare un groupement de bobines basse tension du groupement voisin de bobines haute tension et à l'épaisseur de ces groupements, et inversement proportionnelle à la hauteur de la fenêtre A, grandeurs qui varient toutes très peu. Pour un même appareil et plusieurs rapports de transformation la variation de cette valeur Λ_m est en effet insignifiante par rapport aux variations de flux et d'ampères-tours qui cumulent leur effet agissant en sens inverse l'un de l'autre, ainsi que le fait voir du reste la formule, précédente, à savoir

$$100\,\frac{E_x}{E_1}=\frac{4\pi.100\,\Lambda_m nIl}{4{,}44\,\Phi},$$

Quelle que soit l'erreur que l'on puisse commettre dans la conception du chemin de fuite et, par conséquent, dans la détermination de Λ_m (les formules pour la détermination de la chute réactive n'étant qu'approchantes), cette erreur se répercutant de la même façon dans tous les calculs n'empêche nullement d'établir une comparaison entre les différentes chutes de tensions inductives suivant le mode de fonctionnement de l'appareil, toute construction et tout groupement de bobines conservés.

Relation entre le rapport de transformation, le flux la fréquence et le nombre de spires primaires. — Admettons que, dans la pratique, on n'exécute les transformateurs destinés à l'électrométallurgie que pour une tension primaire de 2 000 v au minimum et de 15 000 v au maximum ; pour une tension secondaire simple de 30 v au minimum et de 100 v au maximum, ces tensions s'entendant en charge.

En effet, on évitera autant que possible l'emploi de tensions primaires trop élevées, ces transformateurs devant être situés à proximité des fours et ne pouvant de ce fait, être considérablement éloignés du personnel. D'autre part les constructeurs rencontrent d'énormes difficultés dans la réalisation de l'isolement des bobinages des transformateurs cuirassés au delà de 15 000 v ; or les transformateurs cuirassés sont les plus répandus en électrométallurgie. Il semble plus rationnel en cas de plus hautes tensions de faire usage de transformateurs abaisseurs intermédiaires et de ne pas dépasser pour les transformateurs alimentant les fours les tensions indiquées ci-dessus.

Nous pouvons dire, dans ces conditions, que le plus faible rapport de transformation sera

$$U=\frac{30}{15\,000}=\frac{2}{1\,000},$$

et que le plus grand sera

$$U=\frac{100}{2\,000}=\frac{50}{1\,000}.$$

On sait, d'autre part, qu'il y a intérêt à construire ces appareils avec de fortes tensions en court-circuit (sensiblement égales aux tensions de réactance, les chutes ohmiques étant négligeables par rapport à la self-induction) ceci afin de réduire le courant d'appel en cas de courts-circuits brusques, fréquents en électrométallurgie.

Toutefois, comme il faut bien s'arrêter dans ce choix à un maximum admissible, on choisit en pratique un maximum de 15 à 20 pour 100 de tension de court-circuit, ce qui limitera le courant d'appel à environ six fois sa valeur normale pour un court-circuit pas trop brusque, si bien que, pour plusieurs rapports de transformation, le minimum de la chute n'est jamais inférieur à 4 et 5 pour 100 entre $\cos\varphi=0{,}95$ et $\cos\varphi=0{,}9$ (facteurs de puissance couramment admis) et jamais supérieur à 10 et 12 pour 100 pour les mêmes facteurs de puissance. En effet, nous verrons plus loin que, pour un transformateur à plusieurs tensions secondaires et à puissance constante, la chute de tension (à $\cos\varphi=0{,}9$) varie entre la tension minimum et la tension maximum, comme le carré du rapport de ces tensions; si la tension maximum est 60 v, la tension minimum 35 v (cas fréquent en pratique), on aura

$$\left(\frac{35}{60}\right)^2=\frac{X}{12},\qquad X=4\text{ pour }100.$$

Digitized by Google

Nous admettrons donc les valeurs de 4 et 12 pour 100 comme valeurs extrêmes de la chute de tension de ces transformateurs pour cos $\varphi = 0{,}9$ environ et nous déterminerons les spires primaires N pour 1 spire au secondaire, les tensions secondaires s'entendant en charge à cos $\varphi = 0{,}9$.

Tableau I.

	1° pour 12 pour 100 de chute	2° pour 4 pour 100 de chute
Pour $U = \frac{30}{15\,000} = \frac{2}{1\,000}$	$N = \frac{1\,000}{2.1{,}12} = 446$ spires	$N = \frac{1\,000}{2.1{,}04} = 482$ spires
Pour $U = \frac{100}{2\,000} = \frac{50}{1\,000}$	$N = \frac{1\,000}{50.1{,}12} = 17{,}8$ spires	$N = \frac{1\,000}{50.1{,}04} = 19{,}2$ spires

Nous voyons que, pour une chute donnée et 1 spire à la BT, le produit de u par N est constant (hyperbole).

Reprenons la formule générale des transformateurs et calculons les flux pour 1000 v au primaire et les 4 fréquences usuelles 16 2/3 — 25 — 42 — 50. Nous aurons l'équation suivante

$$1\,000 = 4{,}44\,\nu\Phi N.10^{-8}.$$

Nous pouvons donc, pour chacune des fréquences précédentes, construire une hyperbole de N en fonction de Φ et nous les limiterons à $N = 482$ pour $U = \frac{2}{1\,000}$ et $N = 17{,}8$ pour $U = \frac{50}{1\,000}$.

Si nous combinons ces différentes fonctions entre elles, nous obtenons les courbes (fig. 7) dont les tableaux ci-dessous donnent quelques points.

Tableau II.

N spires HT	Flux $\frac{\Phi}{10^6}$				Rapport de transformation de chute $U \times 10^3$	
	16 2/3 p : sec	25 p : sec	42 p : sec	50 p : sec	4 pour 100	12 pour 100
482	2,81	1,875	1,11	0,935	2	1,85
446	3,02	2,02	1,2	1,01	2,15	2
344	3,91	2,62	1,56	1,31	2,79	2,6
223	6,04	4,04	2,4	2,02	4,3	4
215	6,28	4,19	2,49	2,1	4,46	4,15
178,5	7,55	5,05	3	2,53	5,37	5
111,5	12,08	8,08	4,8	4,04	8,6	8
89,2	15,1	10,1	6	5,05	10,75	10
71,36	18,9	12,65	7,5	6,32	13,45	12,5
48,2	28,1	18,75	11,1	9,35	20	18,5
44,6	30,2	20,2	12	10,1	21,5	20
22,3	60,4	40,4	24	20,2	43	40
19,2	70	47	28	23,5	50	46,5
17,8	76	50,7	30,2	25,4	54	50

Construites à une plus grande échelle, ces courbes peuvent servir d'abaques pour le calcul des flux maxima et minima correspondant aux valeurs extrêmes des tensions secondaires

$e_1 = 60$ v,
$e_2 = 55$ v,
$e_3 = 50$ v,
$e_4 = 45$ v,
$e_5 = 40$ v,
$e_6 = 35$ v.

Exemple. — Soient

$e_1 = 60$ v, $e_6 = 30$ v; E prim. $= 3\,000$ v.

Fréquence $= 50$ p : sec et 2 spires au secondaire.

Nous lisons sur la courbe 89 spires pour N_6 et 48 spires pour N_1 en regard de

$$U_{12} = \frac{30 \times 1\,000}{3\,000} = 10 \quad \text{et} \quad U_1 = \frac{60 \times 1\,000}{3\,000} = 20$$

(les rapports de transformation sont multipliés par 10^3).

Digitized by Google

Comme ces nombres de spires se rapportent à 1 spire BT et qu'en réalité nous en avons 2, il faut multiplier par 2.

Nous obtenons donc

$$N_6 = 2 \times 89 = 178 \text{ spires},$$
$$N_1 = 2 \times 48 = 96 \text{ spires},$$

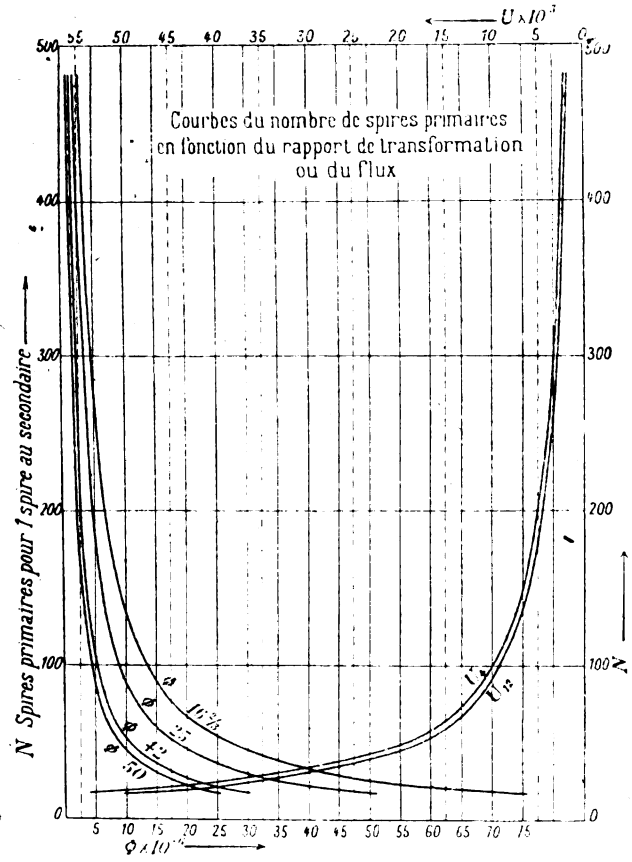


Fig. 7.

De même nous trouvons les flux

$$5{,}05 \times 10^6 \text{ pour } \Phi_6,$$
$$9{,}4 \times 10^6 \text{ pour } \Phi_1,$$

Mais ces flux se rapportant à 1 000 v et 1 spire BT, on aura en réalité

$$\Phi_6 = 5{,}05 \times 10^6 \times \frac{3\,000}{1\,000} \times \frac{1}{2} = 7{,}6 \times 10^3,$$

$$\Phi_1 = 9{,}4 \times 10^6 \times \frac{3\,000}{1\,000} \times \frac{1}{2} = 14{,}1 \times 10^6.$$

Pour 1 spire au secondaire, nous aurions

$$\Phi_6 = 5{,}05 \times 10^6 \times \frac{3\,000}{1\,000} = 15{,}15 \times 10^6 \quad \text{et} \quad N_6 = 89,$$

$$\Phi_1 = 9{,}4 \times 10^6 \times \frac{3\,000}{1\,000} = 28{,}2 \times 10^6 \quad \text{et} \quad N_1 = 48.$$

Pour 3 spires au secondaire, nous aurions

$$\Phi_6 = 5{,}05 \times 10^6 \times \frac{3\,000}{1\,000} \times \frac{1}{3} = 5{,}05 \times 10^6$$

et $$N_6 = 3 \times 89 = 267,$$

$$\Phi_1 = 9{,}4 \times 10^6 \times \frac{3\,000}{1\,000} \times \frac{1}{3} = 9{,}4 \times 10^6$$

et $$N_1 = 3 \times 48 = 144.$$

Nous voyons les écarts énormes qu'on obtient dans les flux ou, à inductions égales, dans les sections du fer suivant le nombre de spires BT adopté.

Recherche du plus petit volume total (tôles et bobinage). — TRANSFORMATEURS CUIRASSÉS. — Soient a et A ($A = fa$) les largeurs respectives des tôles et de la fenêtre; admettons que l'épaisseur du paquet de tôles soit $na = l$ et que la longueur de la fenêtre soit également $nA = L$, c'est-à-dire que le rapport des deux dimensions de la section des tôles et de la fenêtre des bobinages serait commun à ces deux figures et égal à n; recherchons pour les trois valeurs suivantes de f; $f = 1$; $f = 0{,}75$; $f = 0{,}5$, c'est-à-dire : $A = a$, $A = 0{,}75\,a$ et $A = 0{,}5\,a$, le minimum de volume (et de poids) du cuivre et des tôles, en maintenant ces sections constantes, on aura d'après la figure 2

Section des tôles F_{fe} = constante $C = a^2 n$,

Section de la fenêtre $F_{cu} = A^2 n$,

$$f = \frac{A}{a} = \sqrt{\frac{F_{cu}}{F_{fe}}}$$

c'est-à-dire pour

$$A = a, \qquad \frac{F_{fe}}{F_{cu}} = 1$$
$$A = 0{,}75\,a, \text{ id.} = 1{,}78$$
$$A = 0{,}5\,a, \text{ id.} = 4$$

ce qui correspond aux valeurs extrêmes de la pratique.

La longueur développée de la partie magnétique sera $L_m = 2\,(nA + A + a)$.

La longueur développée du paquet des bobinages $l_g = 2\,(na + 2A + a)$ = spire moyenne.

Volume du fer : $V_{fe} = a^2 n \cdot 2\,(nA + A + a)$.

Volume des bobinages : $V_{cu} = A^2 n \cdot 2\,(na + 2A + a)$.

La somme de ces deux volumes sera

$$V_{fe} + V_{cu} = V = a^2 n^2 (nA + A + a) + A^2 n^2 (na + 2A + a).$$

Pour $A = a$, on a

$$V = 4\,a^3 n^2 + 10\,a^3 n;$$

Digitized by Google

et comme $a^2n = C$; on a

$$V = \frac{4C^2}{a} + 10\,aC \quad \text{et} \quad \frac{dV}{da} = -4n + 10,$$

pour un minimum; d'où $n = 2{,}5$.

Pour $A = 0{,}75\,a$, on a

$$V = 2{,}625\,a^3n^2 + 6{,}31\,a^2n = 2{,}625\,\frac{C^2}{a} + 6{,}31\,aC.$$

$$\frac{dV}{da} = -2{,}625\,n + 6{,}31 = 0; \quad \text{d'où} \quad n = 2{,}4.$$

Pour $A = 0{,}5\,a$, on aura

$$V = 1{,}5\,a^3n^2 + 4a^2n = 1{,}5\,\frac{C^2}{a} + 4aC.$$

$$\frac{dV}{da} = -1{,}5\,n + 4 = 0; \quad \text{d'où} \quad n = 2{,}67.$$

Si nous prenons la section a, $an = a^2n = 1$, on aura $a^2 = \frac{1}{n}$ et $a = \frac{1}{\sqrt{n}}$; d'où $a^3n = \frac{1}{\sqrt{n}}$, et les trois équa-

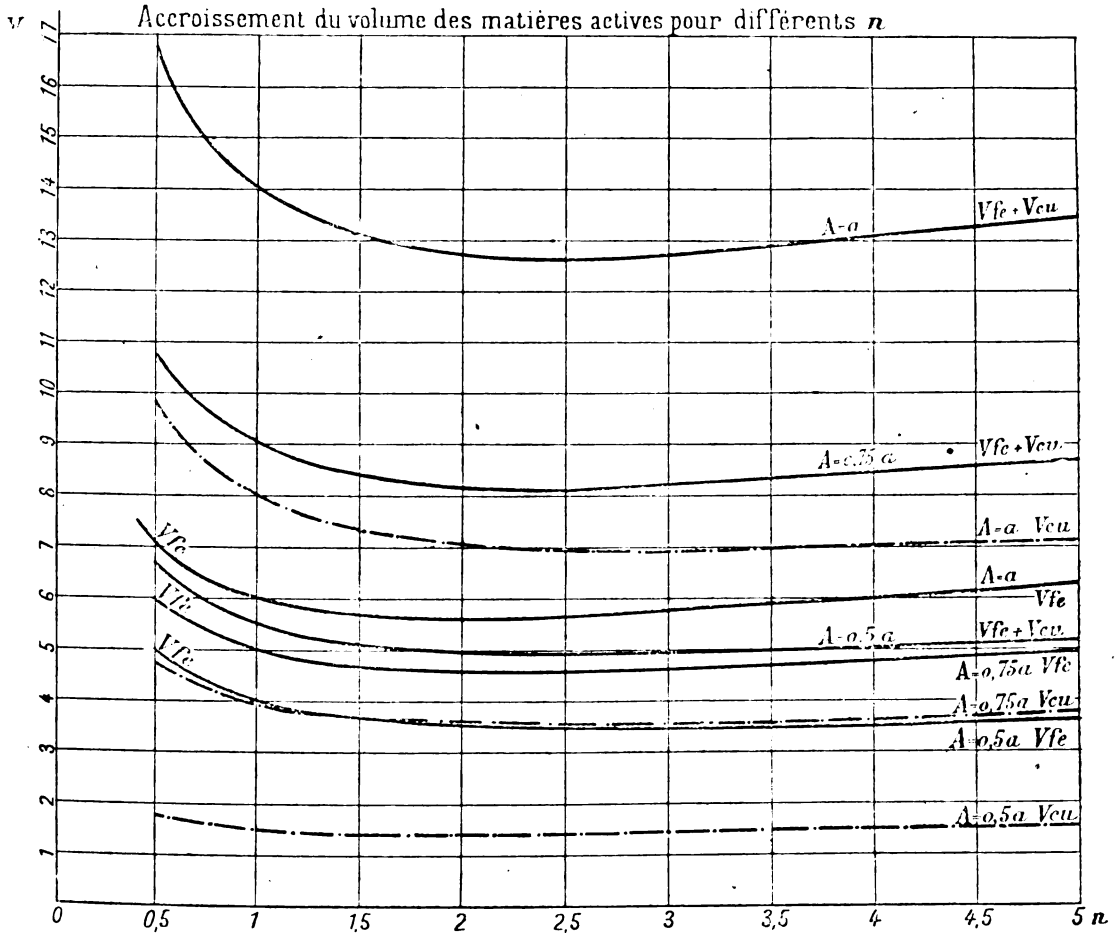


Fig. 8.

tions suivantes pour les trois valeurs de A précédentes

$$VA = a \qquad = \frac{1}{\sqrt{n}}\,(4n + 10),$$

$$VA = 0{,}75\,a = \frac{1}{\sqrt{n}}\,(2{,}625\,n + 6{,}31),$$

$$VA = 0{,}5\,a = \frac{1}{\sqrt{n}}\,(1{,}5\,n + 4),$$

ce qui nous donne les trois courbes de la figure 8 obtenues, d'autre part, par addition des (ordonnées) volumes de tôles et de bobinages pour chaque valeur de A.

Transformateurs a colonnes. — Ici, de nouveau, nous aurons :

Section des tôles, a^2n;

Section des bobinages, A^2n.

Longueur développée de la partie magnétique,

$$lm = 2\,(nA + A + 2a).$$

Longueur développée du paquet des bobinages,

$$lg = 2\,(na + A + a) + \text{spire moyenne}.$$

Digitized by Google

Volume du fer

$$V_{fe} = a^2 n\,(nA + A + 2a).$$

Volume des bobinages

$$V_{cu} = 2A^2 n\,(na + A + a).$$

La somme sera

$$2a^2 n(nA + A + 2a) + 2A^2 n(na + A + a) = V_{fe} + V_{cu} = V.$$

Pour $A = a$ on aura

$$V = 4a^3 n^2 + 8a^3 n = 4\frac{C^2}{a} + 8aC$$

et $$\frac{dV}{da} = -4n + 8 = 0; \quad n = 2.$$

Pour $A = 0{,}75\ a$ on aura

$$V = 2{,}62\,a^3 n^2 + 7{,}47\,a^3 n = 2{,}62\frac{C^2}{a} + 7{,}47\,aC$$

et $$\frac{dV}{da} = -2{,}62\,n + 7{,}47 = 0; \quad n = 2{,}85.$$

Pour $A = 0{,}5\ a$ on aura

$$V = 1{,}5\,a^3 n^2 + 5{,}75\,a^3 n = 1{,}5\frac{C^2}{a} + 5{,}75\,aC$$

et $$\frac{dV}{da} = -1{,}5\,n + 5{,}75 = 0, \quad n = 3{,}83.$$

Toutefois, nous nous bornerons par la suite à l'étude du *transformateur cuirassé*, car le lecteur pourra lui-même procéder d'une façon analogue pour le calcul des transformateurs à colonnes.

Recherche du plus petit volume (poids des tôles) de la partie magnétique — Nous avons alors pour le volume du fer la valeur suivante

$$V_{fe} = 2a^2 n\,(nA + A + a),$$
$$= 2a^2 n^2 A + 2a^2 nA + 2a^3 n.$$

Pour $A = a$ on a

$$V_{fe} = 2a^3 n^2 + 4a^3 n = a^3 n\,(2n + 4) = \frac{1}{\sqrt{n}}(2n + 4),$$

et $$\frac{dV_{fe}}{da} = 0,$$

ce qui, en procédant comme précédemment, donne $n = 2$.

Pour $A = 0{,}75\ a$ on aura

$$V_{fe} = 1{,}5\,a^3 n^2 + 3{,}5\,a^3 n = a^2 n\,(1{,}5\,n + 3{,}5) = \frac{1}{\sqrt{n}}(1{,}5n + 3{,}5)$$

et $$\frac{dV_{fe}}{da} = 0 \quad \text{d'où} \quad n = 2{,}33\ ;$$

et, finalement, pour $A = 0{,}5\ a$ on aura

$$V_{fe} = a^3 n^2 + 3a^3 n = a^3 n\,(n + 3) = \frac{1}{\sqrt{n}}(n + 3),$$

et $$\frac{dV_{fe}}{da} = 0, \cdot \text{ d'où} \quad n = 3.$$

Nous avons donc là les trois valeurs minima de n correspondant aux trois valeurs de A. D'autre part, nous pouvons tracer trois courbes différentes de V_{fe} en fonction de n (fig. 8).

Recherche du plus petit volume (poids du cuivre des bobinages). — Le volume des bobinages a pour valeur

$$V_{cu} = 2A^2 n\,(na + 2A + a),$$
$$= 2A^2 n^2 a + 4A^3 n + 2A^2 na.$$

Pour $A = a$

$$V_{cu} = 2a^3 n^2 + 6a^3 n = a^3 n(2n + 6) = \frac{1}{\sqrt{n}}(2n + 6),$$

et $$\frac{dV_{cu}}{da} = 0 \text{ donne } n = 3.$$

Pour $A = 0{,}75\ a$

$$V_{cu} = 1{,}125\,a^3 n^2 + 2{,}81\,a^3 n = a^3 n\,(1{,}125\,n + 2{,}81)$$

$$= \frac{1}{\sqrt{n}}(1{,}125\,n + 2{,}81) \quad \text{et} \quad \frac{dV_{cu}}{da} = 0 \text{ donne } n = 2{,}5.$$

Pour $A = 0{,}5\ a$

$$V_{cu} = 0{,}5\,a^3 n^2 + a^3 n = a^3 n\,(0{,}5\,n + 1) = \frac{1}{\sqrt{n}}(0.5n + 1)$$

et $$\frac{dV_{cu}}{da} = 0 \text{ donne } n = 2.$$

De nouveau nous avons les trois valeurs minima de n pour les trois valeurs de A. Nous pouvons également tracer les trois courbes de V_{cu} en fonction de n (fig. 8, pointillé).

Ainsi qu'on le voit, si le prix du cuivre était le même que celui des tôles, le transformateur serait le plus économique pour $n = 2{,}5$ (transformateur cuirassé et $A = a$), mais comme ce n'est pas le cas et qu'en réalité le prix d'un kilogramme de cuivre est environ le quadruple du prix des tôles, on tendra plutôt vers le minimum de poids de cuivre, c'est-à-dire vers $n = 3$, ce qui nous donnera un poids total de l'appareil de beaucoup supérieur au minimum.

Le tableau III ci-dessous résume les valeurs des différentes variables qui ont servi à l'établissement des courbes de la figure 8.

Nous voyons par ce qui précède et au moyen des courbes 8 qu'à partir du rapport $n = 2{,}5$ le volume des

Digitized by Google

TABLEAU III.

Courbes des volumes du fer.

n	$\frac{n}{\sqrt{n}}$	$\frac{1}{\sqrt{n}}$	$A = a$ $V_{fe} = \frac{1}{\sqrt{n}}(2n+4)$	$A = 0{,}75\,a$ $V_{fe} = \frac{1}{\sqrt{n}}(1{,}5\,n + 3{,}5)$	$A = 0{,}5\,a$ $V_{fe} = \frac{1}{\sqrt{n}}(n+3)$
0,5	0,707	1,41	7,05	6	4,94
1	1	1	6	5	4
1,5	1,2247	0,815	5,7	4,68	3,67
2	1,41	0,709	**5,67**	4,6	3,54
2,5	1,58	0,633	5,7	**4,59**	3,48
3	1,73	0,578	5,78	4,63	**3,47**
3,5	1,87	0,535	5,9	4,68	3,48
4	2	0,5	6	4,75	3,5
4,5	2,1213	0,472	6,13	4,84	3,54
5	2,236	0,448	6,28	4,93	3,58

Courbes des volumes du cuivre.

n	$\frac{n}{\sqrt{n}}$	$\frac{1}{\sqrt{n}}$	$A = a$ $V_{cu} = \frac{1}{\sqrt{n}}((2n+6$	$A = 0{,}75\,a$ $V_{cu} = \frac{1}{\sqrt{n}}(1{,}125\,n+2{,}81)$	$A = 0{,}5\,a$ $V_{cu} = \frac{1}{\sqrt{n}}(0{,}5n+1$
0,5	0,707	1,41	9,87	4,75	1,765
1	1	1	8	3,935	1,5
1,5	1,2247	0,815	7,34	3,67	1,428
2	1,41	0,709	7,09	3,58	**1,418**
2,5	1,58	0,633	6,98	**3,56**	1,425
3	1,73	0,578	**6,93**	3,58	1,445
3,5	1,87	0,535	6,95	3,61	1,47
4	2	0,5	7	3,65	1,5
4,5	2,1213	0,472	7,08	3,72	1,535
5	2,236	0,448	7,17	3,78	1,57

Les valeurs minima sont en caractères gras.

matières actives ne varie que très peu. Par contre, pour toute valeur de $n < 2{,}5$, l'accroissement de ce volume est assez rapide. Nous en concluons qu'il faut s'arrêter à une valeur n intermédiaire entre 2 et 3.

En effet, l'épaisseur maximum de chacune des bobines primaire ou secondaire étant pratiquement imposée pour des raisons de refroidissement, une fenêtre par trop longue entraînerait à un grand nombre de bobines en parallèle, ce qui augmenterait le prix de revient de la main-d'œuvre tout en augmentant le poids des matières actives.

Enfin, l'accroissement de ces matières serait plus sensible que sur nos courbes, car le coefficient de remplissage cesserait d'être constant et deviendrait bien plus mauvais.

Pour $i_0 = \Delta_0$ le coefficient de remplissage est

$$\frac{2 \times \text{section du conducteur} \times \text{nombre de spires en série}}{\text{section réelle de la fenêtre}},$$

où on peut indifféremment prendre le cuivre primaire ou secondaire en tenant pourtant compte que la section du cuivre est égale au produit de la section d'une spire par le nombre de bobines en parallèle.

On voit que, pour un transformateur à forte intensité, ce coefficient dépendra, non seulement de la tension primaire, mais aussi du nombre de spires en série par bobine basse tension et du nombre total de ces bobines.

Pour les tensions et nombres de spires basse tension adoptés par la suite et admis comme répondant aux cas les plus fréquents de la pratique, nous avons un coefficient de remplissage qui varie entre 12 et 20 pour 100. Ce coefficient sera minimum pour une tension primaire élevée (15 000 v par exemple) et un faible nombre de spires basse tension (une spire) et il sera maximum pour une faible tension primaire (2000 v environ) et un grand nombre de spires basse tension en série (quatre spires).

Relation entre le poids des tôles et le poids du cuivre. — Nous savons par l'équation générale pour le calcul des transformateurs

$$E = 4{,}44\,\nu\,\Phi\,N.\,10^{-8}$$

que le flux varie en raison inverse du nombre de spires et que, d'autre part, pour une induction donnée, la section des tôles varie proportionnellement avec le flux ($\Phi = F_{fe}B$).

Nous allons rechercher ce qu'il adviendra si nous prenons par exemple m fois plus de spires secondaires où m est toujours égale à un nombre tel que le nouveau nombre de spires secondaires soit entier. Il semblerait, a priori, qu'on puisse faire usage de la simple table ci-dessous pour les nombres de spires basse tension usuels pour ces transformateurs et égaux à 1, 2, 3, 4.

TABLEAU IV.

Tableau donnant les valeurs de m

Spires BT. / Spires BT.	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	0,5	1	1,5	2
3	0,33	0,66	1	1,33
4	0,25	0,5	0,75	1

Ainsi pour 3 spires au lieu de 2 (ou pour 6 spires au lieu de 4, etc.) le poids de cuivre serait de 50 pour 100 plus élevé, car $m = 1{,}5$ en correspondance à 3 dans la première colonne horizontale et à 2 dans la première colonne verticale, et pour 3 spires au lieu de 4 on gagnerait 25 pour 100, m étant égale à 0,75, etc. Comme on va le voir il en est autrement; pour m fois plus de spires et un même coefficient de remplissage de la fenêtre nous aurons une section de fer m fois plus petite et le périmètre de cette section sera $\sqrt{m}$ fois plus petit;

Digitized by Google

la fenêtre pour les bobinages sera m fois plus grande, son périmètre $\sqrt{m}$ fois plus grand, si bien qu'en se basant sur la figure 2 nous aurons les valeurs suivantes pour le poids du fer et pour celui du cuivre.

D'autre part, la section des tôles variant inversement avec celle de la fenêtre, on peut écrire que leur produit est constant (hyperbole) et connaissant leurs valeurs respectives pour un certain nombre de spires basse tension on peut trouver toutes les autres variantes par construction de l'hyperbole, ceci pour un rapport de transformation constant et la même exploitation des matières actives.

Poids des tôles. — Le poids des tôles peut être influencé des trois façons suivantes :

1° *Variation du rapport R_{fe} des volumes ou des poids des tôles pour m fois plus de spires au secondaire.* — La longueur du circuit magnétique sera

$$l_m = 2\left(L + \frac{a}{2} + A + \frac{a}{2}\right), \text{ (voir fig. 2).}$$

Le volume des tôles V_{fe}

$$l_m a\, b = 2\left(L + \frac{a}{2} + A + \frac{a}{2}\right) a\, b,$$
$$= 2\,(nA + A + a)\, a^2 n.$$

Admettons que la longueur de la fenêtre $L = 2A$ et que l'épaisseur du paquet de tôles $l = 2a$, c'est-à-dire $n = 2$, on aura

$$V_{fe} = 2\,(3A + a).2a^2 = 4a^2(3A + a).$$

Pour m fois plus de spires la fenêtre sera m fois plus grande et pour le même rapport $\frac{A}{L}$ la largeur sera $\sqrt{m}.A$ et la longueur $\sqrt{m}.L$; la section des tôles sera m fois plus petite, c'est-à-dire pour le même rapport $\frac{a}{l}$ on aura maintenant une largeur de section $\frac{a}{\sqrt{m}}$ et une épaisseur $\frac{l}{\sqrt{m}}$ de sorte que pour

$$L = 2A \quad \text{et} \quad l = 2a,$$

on aura

$$l_m = 2\left(3\sqrt{m}A + \frac{a}{\sqrt{m}}\right),$$

et pour le volume des tôles en général

$$V_{fe} = 2\left(n\sqrt{m}A + \sqrt{m}A + \frac{a}{\sqrt{m}}\right)\frac{a^2 n}{m},$$

le rapport des deux volumes donne

$$R_{fe} = \frac{n\sqrt{m}A + \sqrt{m}A + \frac{a}{\sqrt{m}}}{(nA + A + a)\,m},$$

et pour

$$L = 2A \quad ; \quad l = 2a \quad ; \quad V_{fe} = 2\left(3\sqrt{m}A + \frac{a}{\sqrt{m}}\right).2\frac{a^2}{m};$$

$$R_{fe} = \frac{2\left(3\sqrt{m}A + \frac{a}{\sqrt{m}}\right).2.\frac{a^2}{m}}{2\,(3A + a).2a^2} = \frac{3mA + a}{m\sqrt{m}\,(3A + a)}$$

Calculons maintenant l'expression précédente pour les onze différentes valeurs de m et pour $A = a$; $A = 0{,}75\,a$;

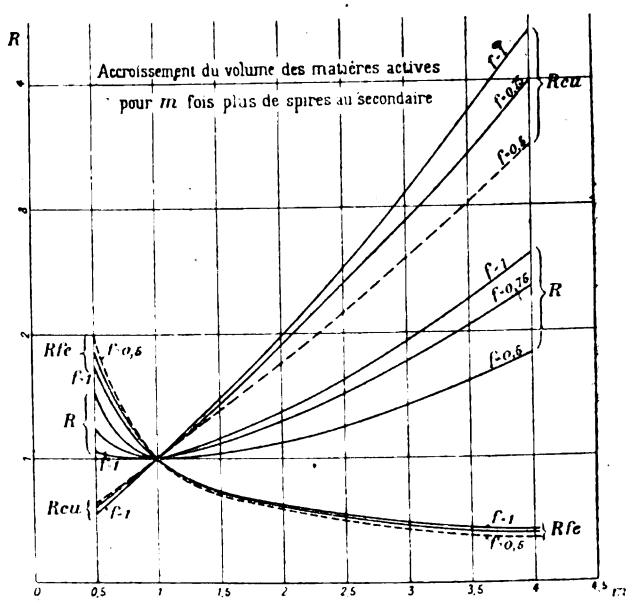


Fig. 9.

$A = 0{,}5\,a$, cas très fréquents en pratique ; nous aurons (fig. 9 et tableau V) :
pour

$$n = \frac{l}{a} = \frac{L}{a} = 2.$$

Tableau V.

m	$R_{fe} = \frac{3mA + a}{m\sqrt{m}\,(3A + a)}$	$A = a$	$A = 0{,}75\,a$	$A = 0{,}5\,a$
0,25		3,5	3,85	4,4
0,33		2,66	2,86	3,2
0,5		1,77	1,85	1,98
0,66		1,4	1,44	1,49
0,75		1,25	1,265	1,3
1		1	1	1
1,33		0,82	0,805	0,786
1,5		0,75	0,735	0,71
2		0,62	0,6	0,568
3		0,48	0,46	0,422
4		0,406	0,385	0,35

Digitized by Google

2° *Variation φ_{fe} du poids des tôles pour une section de fenêtre K_{cu} fois plus grande, et le même nombre de spires.* — Le nombre de spires n'ayant pas changé, la section des tôles reste la même, seul l_m change et devient

$$l_m = 2\left(nA\sqrt{K_{cu}} + A\sqrt{K_{cu}} + a\right) = 2\left(L\sqrt{K_{cu}} + \frac{a}{2} + A\sqrt{K_{cu}} + \frac{a}{2}\right)$$
$$= 2\left(3A\sqrt{K_{cu}} + a\right),$$

le volume égale

$$V_{fe} = 2\left(nA\sqrt{K_{cu}} + A\sqrt{K_{cu}} + a\right)a^2 n = 2\left(3A\sqrt{K_{cu}} + a\right)2a^2$$
$$= 4a^2\left(3A\sqrt{K_{cu}} + a\right),$$

et le rapport du poids des tôles = le rapport des l_m =

$$\varphi_{fe} = \frac{nA\sqrt{K_{cu}} + A\sqrt{K_{cu}} + a}{nA + A + a} = \frac{4a^2(3A\sqrt{K_{cu}} + a)}{4a^2(3A + a)} = \frac{3A\sqrt{K_{cu}} + a}{3A + a},$$

et si $A = a$ on a

$$\varphi_{fe} = \frac{3a\sqrt{K_{cu}} + a}{4a} = \frac{3\sqrt{K_{cu}} + 1}{4},$$

si $A = 0{,}75\,a$ on a

$$\varphi_{fe} = \frac{2{,}25a\sqrt{K_{cu}} + a}{3{,}25a} = \frac{2{,}25\sqrt{K_{cu}} + 1}{3{,}25},$$

si $A = 0{,}5\,a$ on a

$$\varphi_{fe} = \frac{1{,}5a\sqrt{K_{cu}} + a}{2{,}5a} = \frac{1{,}5\sqrt{K_{cu}} + 1}{2{,}5}.$$

3° *Variation ρ_{fe} du poids des tôles pour une section de tôles K_{fe} fois plus grande, la fenêtre restant constante.* — Le rapport des volumes et des poids sera

$$\rho_{fe} = \frac{\left(An + \frac{a}{2}\sqrt{K_{fe}} + A + \frac{a}{2}\sqrt{K_{fe}}\right)}{nA + A + a} K_{fe} = \frac{(nA + A + a\sqrt{K_{fe}})}{nA + A + a} K_{fe},$$

et pour $n = 2$

$$\rho_{fe} = \left(\frac{3A + a\sqrt{K_{fe}}}{3A + a}\right) K_{fe},$$

et pour $A = a$

$$\rho_{fe} = \left(\frac{3 + \sqrt{K_{fe}}}{4}\right) K_{fe},$$

pour $A = 0{,}75\,a$

$$\rho_{fe} = \left(\frac{2{,}25a + a\sqrt{K_{fe}}}{3{,}25a}\right) K_{fe} = \left(\frac{2{,}25 + \sqrt{K_{fe}}}{3{,}25}\right) K_{fe}.$$

Pour $A = 0{,}5\,a$

$$\rho_{fe} = \left(\frac{1{,}5a + a\sqrt{K_{fe}}}{2{,}5a}\right) K_{fe} = \left(\frac{1{,}5 + \sqrt{K_{fe}}}{2{,}5}\right) = K_{fe}.$$

Poids du cuivre. — Le poids du cuivre peut être également influencé de trois façons :

1° *Variation R_{cu} du poids de cuivre pour m fois plus de spires BT (même courant).* — La ligne médiane du bobinage n'est pas équidistante de la section du fer, les bobines étant plus éloignées en haut et en bas (fig. 2) que sur les côtés de cette section pour des raisons mécaniques. Mais cette distance (que nous appelons C pour le total, en haut et en bas) peut être négligée par rapport à la spire moyenne, nous la négligerons du reste dans tous les cas suivants, aussi écrirons-nous

Rapport des spires moyennes =

$$\Delta_{cu} = \frac{\frac{a}{\sqrt{m}} + A\sqrt{m} + \frac{na}{\sqrt{m}} + A\sqrt{m}}{a + A + na + A},$$

et pour $n = 2$ on aura

$$\Delta_{cu} = \frac{\frac{a}{\sqrt{m}} + A\sqrt{m} + \frac{2a}{\sqrt{m}} + A\sqrt{m}}{a + A + 2a + A} = \frac{\left(\frac{3a}{\sqrt{m}} + 2A\sqrt{m}\right)}{3a + 2A}.$$

mais la section du cuivre dans la fenêtre étant m fois plus grande, le rapport des volumes ou des poids du cuivre sera

$$R_{cu} = \frac{m\left(\frac{a}{\sqrt{m}} + \frac{na}{\sqrt{m}} + 2A\sqrt{m}\right)}{a + na + 2A},$$

et pour $n = 2$ on aura

$$R_{cu} = \frac{\left(m\frac{3a}{\sqrt{m}} + 2A\sqrt{m}\right)}{3a + 2A} = \frac{m(3a + 2Am)}{\sqrt{m}(3a + 2A)}.$$

Calculons de nouveau pour les onze valeurs de m les variations de longueur de spire moyenne et les variations de volume du cuivre (fig. 9), en prenant de nouveau $A = a$; $A = 0{,}75\,a$; $A = 0{,}5\,a$ et $n = 2$. Nous voyons par le tableau ci-après que pour $A = 0{,}75\,a$ la spire moyenne reste sensiblement constante entre $m = 0{,}5$ et $m = 4$, si bien que dans ce cas, le nouveau poids du cuivre sera simplement m fois plus grand.

En effet, le poids du cuivre est égal au produit de sa section totale dans la fenêtre multipliée par la spire moyenne.

Digitized by Google

TABLEAU VI.

m	$\Delta_{cu} = \frac{\frac{3a}{\sqrt{m}} + 2A\sqrt{m}}{3a+2A}$	$A=a$	$A=0{,}75\,a$	$A=0{,}5\,a$	$R_{cu} = m\left(\frac{\frac{3a}{\sqrt{m}} + 2A\sqrt{m}}{3a+2A}\right)$	$A=a$	$A=0{,}75\,a$	$A=0{,}5\,a$
0,25		1,4	1,5	1,63		0,35	0,375	0,41
0,33		1,28	1,36	1,46		0,422	0,448	0,482
0,5		1,1	1,24	1,19		0,565	0,595	0,625
0,66		1,06	1,09	1,13		0,7	0,72	0,745
0,75		1,04	1,06	1,1		0,78	0,795	0,825
1		1	1	1		1	1	1
1,33		0,985	0,965	0,91		1,31	1,285	1,25
1,5		0,98	0,955	0,92		1,47	1,43	1,38
2		0,99	0,945	0,885		1,98	1,89	1,77
3		1,04	0,96	0,865		3,12	2,88	2,595
4		1,1	1	0,875		4,4	4	3,5

2° *Variation du rapportd ρ_{cu} des poids du cuivre pour un même nombre de spires (même fenêtre), mais pour une section de tôles K_{fe} fois plus grande.*—Seule la spire moyennese trouve influencée, si bien qu'on peut écrire:

Rapport des spires moyennes = rapport des volumes et des poids:

$$\rho_{cu} = \frac{a\sqrt{K_{fe}} + A + na\sqrt{K_{fe}} + A}{a + A + na + A} = \Delta_{cu} = \frac{a\sqrt{K_{fe}} + na\sqrt{K_{fe}} + 2A}{a + na + 2A},$$

et pour $n = 2$

$$\rho_{cu} = \frac{3a\sqrt{K_{fe}} + 2A}{3a + 2A},$$

$$\rho_{cu} = \frac{3\sqrt{K_{fe}} + 2}{5} \quad \text{pour} \quad A = a \ (f = 1),$$

$$\rho_{cu} = \frac{3\sqrt{K_{fe}} + 1{,}5}{4{,}5} \quad \text{pour} \quad A = 0{,}75\,a \ (f = 0{,}75),$$

$$\rho_{cu} = \frac{3\sqrt{K_{fe}} + 1}{4} \quad \text{pour} \quad A = 0{,}5\,a \ (f = 0{,}5).$$

3° *Variation du rapport φ_{cu} des poids du cuivre pour une fenêtre K_{cu} fois plus grande et une section de tôles constante.* — Rapport des spires moyennes =

$$\Delta_{cu} = \frac{a + A\sqrt{K_{cu}} + an + A\sqrt{K_{cu}}}{a + A + an + A} = \frac{a + an + 2A\sqrt{K_{cu}}}{a + an + 2A},$$

et pour $n = 2$

$$\Delta_{cu} = \frac{3a + 2A\sqrt{K_{cu}}}{3a + 2A},$$

pour les volumes et poids on aura

$$\varphi_{cu} = K_{cu}\left(\frac{3a + 2A\sqrt{K_{cu}}}{3a + 2A}\right).$$

Pour $A = a$, on a

$$\varphi_{cu} = K_{cu}\left(\frac{3 + 2\sqrt{K_{cu}}}{5}\right),$$

pour $A = 0{,}75\,a$, on a

$$\varphi_{cu} = K_{cu}\left(\frac{3a + 1{,}5\,a\sqrt{K_{cu}}}{4{,}5\,a}\right) = K_{cu}\left(\frac{3 + 1{,}5\sqrt{K_{cu}}}{4{,}5}\right),$$

pour $A = 0{,}5\,a$, on a

$$\varphi_{cu} = K_{cu}\left(\frac{3a + a\sqrt{K_{cu}}}{4a}\right) = K_{cu}\left(\frac{3 + \sqrt{K_{cu}}}{4}\right).$$

RÉSUMÉ. — *Variation du poids des tôles.* — 1° Pour m fois plus de spires au secondaire

$$R_{fe} = \frac{V_{fem}}{V_{fe}} = \frac{2\left(n\sqrt{m}A + \sqrt{m}A + \frac{\sqrt{a}}{m}\right)\frac{a^2 n}{m}}{2\,(nA + A + a)\,a^2 n} = \frac{n\sqrt{m}A + \sqrt{m}A + \frac{a}{\sqrt{m}}}{(nA + A + a)\,m}.$$

Pour $A = a$ et $n = 2$

$$R_{fe} = \frac{3\sqrt{m} + \frac{1}{\sqrt{m}}}{4m} = \frac{3m + 1}{4m\sqrt{m}},$$

2° Fenêtre K_{cu} fois plus grande (section constante des tôles)

$$\varphi_{fe} = \frac{V_{fe}K_{cu}}{V_{fe}} = \frac{nA\sqrt{K_{cu}} + A\sqrt{K_{cu}} + a}{nA + A + a} = \Delta_{lm}.$$

Pour $A = a$ et $n = 2$, on a

$$\varphi_{fe} = \frac{3\sqrt{K_{cu}} + 1}{4} = \Delta_{lm},$$

Digitized by Google

c'est-à-dire que l'accroissement du poids des tôles est proportionnel à l'accroissement de la longueur l_m du circuit magnétique.

3° Section des tôles K_{fe} fois plus grande (fenêtre constante)

$$\Delta_{lm} = \frac{(nA + A + a\sqrt{K_{fe}})}{nA + A + a},$$

$$\rho_{fe} = \frac{(nA + A + a\sqrt{K_{fe}})}{nA + A + a} K_{fe} = \Delta_{lm} . K_{fe}.$$

Pour $A = a$ et $n = 2$, on a

$$\Delta_{lm} = \frac{3 + \sqrt{K_{fe}}}{4},$$

et

$$\rho_{fe} = \frac{(3 + \sqrt{K_{fe}})}{4} K_{fe} = \Delta_{lm} . K_{fe}.$$

Variation du poids du cuivre. — 1° Pour m fois plus de spires au secondaire

$$R_{cu} = \frac{\left(2A\sqrt{m} + \frac{na}{\sqrt{m}} + \frac{a}{\sqrt{m}}\right) m}{2A + na + a}.$$

Pour $A = a$ et $n = 2$,

$$R_{cu} = \frac{\left(2\sqrt{m} + \frac{3}{\sqrt{m}}\right) m}{5} = \frac{(2m + 3)m}{5\sqrt{m}} = \frac{(2m + 3)\sqrt{m}}{5}.$$

2° Section des tôles K_{fe} fois plus grande (fenêtre constante)

$$\rho_{cu} = \frac{2A + na\sqrt{K_{fe}} + a\sqrt{K_{fe}}}{2A + na + A} = \Delta_{cu}.$$

Pour $A = a$ et $n =$ on a

$$\Delta_{cu} = \frac{2 + 3\sqrt{K_{fe}}}{5},$$

et

$$\rho_{cu} = \frac{2 + 3\sqrt{K_{fe}}}{5}.$$

L'accroissement du poids est donc proportionnel à l'accroissement de la spire moyenne.

3° Fenêtre K_{cu} fois plus grande (section constante des tôles)

$$\Delta_{cu} = \frac{2A\sqrt{K_{cu}} + na + a}{2A + na + a},$$

$$\varphi_{cu} = \frac{(2A\sqrt{K_{cu}} + na + a) K_{cu}}{2A + na + a} = \Delta_{cu} K_{cu}.$$

Pour $A = a$ et $n = 2$, on a

$$\Delta_{cu} = \frac{2\sqrt{K_{cu}} + 3}{5},$$

et

$$\rho_{cu} = \frac{(2\sqrt{K_{cu}} + 3) K_{cu}}{5} = \Delta_{cu} . K_{cu}.$$

Variations simultanées de la section de la fenêtre et de celle des tôles. — Soit une fenêtre K_{cu} fois plus grande et une section des tôles K_{fe} fois plus grande, nous aurons d'une façon générale :

La variation du poids des tôles

$$\varphi_{fe} + \rho_{fe} = \frac{(nA\sqrt{K_{cu}} + A\sqrt{K_{cu}} + a\sqrt{K_{fe}})}{nA + A + a} K_{fe},$$

et pour le cas particulier où $A = a$ et $n = 2$,

$$\varphi_{fe} + \rho_{fe} = \frac{(3\sqrt{K_{cu}} + \sqrt{K_{fe}})}{4} K_{fe}.$$

La variation du poids du cuivre deviendra

$$\varphi_{cu} + \rho_{cu} = \frac{(2A\sqrt{K_{cu}} + na\sqrt{K_{fe}} + a\sqrt{K_{fe}})}{2A + na + a} K_{cu},$$

et de nouveau pour $A = a$ et $n = 2$.

$$\varphi_{cu} + \rho_{cu} = \frac{(2\sqrt{K_{cu}} + 3\sqrt{K_{fe}})}{5} K_{cu}.$$

Variations simultanées du volume des tôles et du volume des bobinages pour m fois plus de spires. — Nous n'avons qu'à combiner les résultats précédents concernant les variations des volumes du fer et du bobinage pour m fois plus de spires, et nous obtenons les courbes (fig. 9) pour les trois valeurs de f

$$f = 1; \quad f = 0{,}75; \quad f = 0{,}5$$

et les onze valeurs de m.

En effet, on aura

Volume du fer pour m fois plus de spires :

$$V_{fe(m)} = 2\left(n\sqrt{m}\,A + \sqrt{m}\,A + \frac{a}{\sqrt{m}}\right)\frac{a^2 n}{m}.$$

Volume du cuivre pour m fois plus de spires :

$$V_{cu(m)} = 2\left(n\frac{a}{\sqrt{m}} + \frac{a}{\sqrt{m}} + 2A\sqrt{m}\right) m A^2 n.$$

Or on avait précédemment :

$$V_{fe} = 2(nA + A + a)\, a^2 n,$$
$$V_{cu} = 2(na + a + 2A)\, A^2 n.$$

Digitized by Google

Le rapport des volumes totaux, donne

$$R = \frac{V_{fe}(m) + V_{cu}(m)}{V_{fe} + V_{cu}} = \frac{\left(n\sqrt{m}A + \sqrt{m}A + \frac{a}{\sqrt{m}}\right)\frac{a^2 n}{m} + \left(n\frac{a}{\sqrt{m}} + \frac{a}{\sqrt{m}} + 2a\sqrt{m}\right)mA^2 n}{(nA + A + a)a^2 n + (na + a + 2A)A^2 n},$$

en divisant membre à membre par $a^3 n$ et en substituant $f = \frac{A}{a}$ on aura

$$R = \frac{\left(n\sqrt{m}f + \sqrt{m}f + \frac{1}{\sqrt{m}}\right)\frac{1}{m} + \left(\frac{n}{\sqrt{m}} + \frac{1}{\sqrt{m}} + 2\sqrt{m}\right)mf^2}{(nf + f + 1) + f^2 n + 1 + 2f},$$

et pour $n = 2$

$$R = \frac{\left(3\sqrt{m}f + \frac{1}{\sqrt{m}}\right)\frac{1}{m} + \left(\frac{3}{\sqrt{m}} + 2\sqrt{m}\right)mf^2}{3f + 1 + f^2(3 + 2f)} = \frac{1 + 3mf + 3m^2f^2 + 2m^3f^2}{(1 + 3f + 3f^2 + 2f^3)\sqrt{m}\,m},$$

ce qui donne pour $f = 1$

$$R = \frac{1 + 3m + 3m^2 + 2m^3}{9\sqrt{m}\,m},$$

pour $f = 0{,}75$

$$R = \frac{1 + 2{,}25\,m + 1{,}68\,m^2 + 1{,}12\,m^3}{5{,}8\sqrt{m}\,m},$$

pour $f = 0{,}5$

$$R = \frac{1 + 1{,}5\,m + 0{,}75\,m^2 + 0{,}5\,m^3}{3{,}5\sqrt{m}\,m}.$$

Nous donnons ci-dessous les points qui ont servi à établir les courbes de la figure 9.

m	$f = 1$	$f = 0{,}75$	$f = 0{,}5$
0,25	1,75	2,3	3,22
0,33	1,41	1,8	2,4
0,5	1,05	1,25	1,55
0,66	1,01	1,145	1,315
0,75	0,99	1,095	1,215
1	1	1	1
1,33	1,085	1,085	1,025
1,5	1,15	1,125	1,03
1	1,38	1,03	1,115
3	1,95	1,775	1,42
4	2,62	2,35	1,82

(*A suivre*), R. JACQUOT.

Revues, analyses et informations

Emploi des lampes à incandescence à atmosphère gazeuse pour la projection (1).

On cherche aujourd'hui à étendre les applications de la lampe à atmosphère gazeuse, non plus seulement à la projection ordinaire, mais encore à la projection cinématographique. Il semblait tout d'abord que, dans ce domaine, elle n'arriverait jamais à détrôner la lampe à arc qui doit tous ses avantages plus à sa haute brillance qu'à la facilité de sa manipulation et à son fonctionnement économique ; la brillance d'une lampe à gaz peut s'évaluer au quart environ de celle d'un bon arc à courant continu. Il a donc fallu remédier à cette infériorité : 1° par une construction spéciale de la lampe ; 2° par un dispositif optique approprié aux dimensions de la source ; 3° par un ensemble d'accessoires qui seront détaillés ci-dessous.

CONSTRUCTION DE LA LAMPE A INCANDESCENCE. — Les Américains ont fabriqué, pour la projection animée, une lampe dite « monoplan », c'est-à-dire dont le filament comporte un certain nombre d'hélices toutes situées dans un même plan. Cet arrangement permet de concentrer la majeure partie de la source lumineuse exactement dans le plan focal de la lentille du condensateur, ce qui n'est pas réalisable avec les autres dispositions, par exemple, la disposition en V.

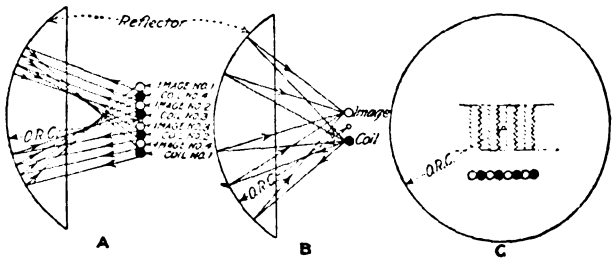


Fig. 1. — Schéma des positions relatives des images que doit donner le miroir.

(1) R.-P. BURROWS et J.-T. CALDWELL. *Electrical World*, 13 avril 1918, t. LXXI, 766-769, 5 fig.

Digitized by Google

La lumière émise dans la direction opposée à la lentille est réfléchie par un miroir sphérique qui la renvoie dans le sens de la projection. L'ensemble des hélices doit être placé au centre de courbure du miroir et ajusté de telle sorte que les hélices-images fournies par le miroir tombent entre les hélices-objets. La figure 1 montre le résultat qu'il faut obtenir ; les points noirs représentent en projection horizontale les hélices elles-mêmes (coil) ; les points blancs, leurs images.

Pour effectuer ce réglage, on dispose le plan du filament perpendiculairement à l'axe optique déterminé par le centre de l'écran, la lentille de projection, l'ouverture du diaphragme, le centre du filament et le miroir. On cherche, sur une feuille de papier, l'image des hélices formée par la lentille et alors on introduit le miroir que l'on déplace jusqu'à ce que ses images tombent entre les images de la lentille. La figure 2 reproduit deux photographies dont l'une

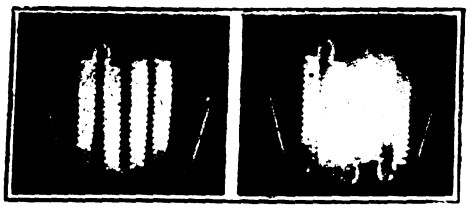


Fig. 2. — Photographies des images des hélices avec la lentille de projection seule, puis avec le miroir.

correspond au filament seul, l'autre au filament doublé par les images provenant du miroir. On voit que l'on réalise ainsi un solide lumineux uniformément brillant.

La qualité d'une lampe s'évalue aussi d'après sa courbe photométrique. La figure 3 montre la répartition de la

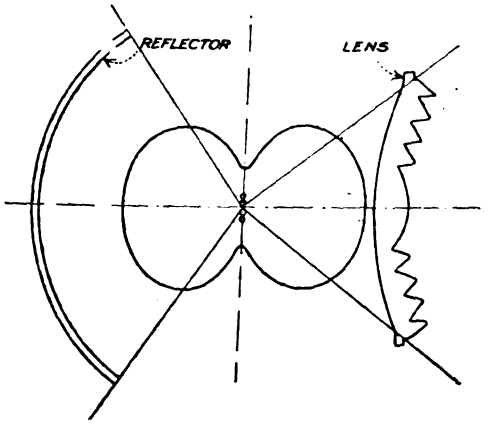


Fig. 3. — Répartition de la lumière émise par une lampe monoplan dans un plan horizontal.

lumière d'une lampe monoplan dans un plan horizontal. On constate qu'elle reste compromise dans des angles tels qu'elle peut être utilisée complètement par le miroir et la lentille. Les avantages qui en résultent sont évidents.

Étant donné le grand nombre de watts consommés par le filament, puisque celui-ci est traversé par un courant d'au moins 20 A, sous 30 v, il faut donner à l'ampoule un grand volume, mais un diamètre assez faible, si l'on veut profiter des avantages d'un condensateur à très court foyer. La forme cylindrique est donc celle qui convient le mieux ; si le filament est constitué par quatre hélices, on donnera à l'ampoule les dimensions indiquées sur la figure 4 ; la figure 5 est la photographie d'une lampe équipée suivant ces principes. Les particules émises par le filament sont entraînées par les gaz chauds vers la partie supérieure, où le noircissement

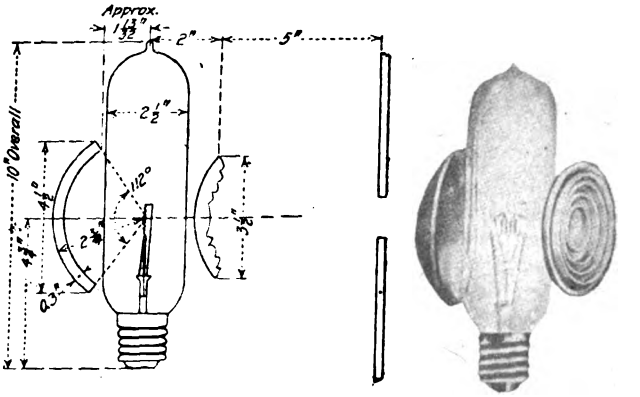


Fig. 4 et 5. — Dispositif optique à employer pour la projection avec les lampes à incandescence à atmosphère gazeuse et photographie d'une lampe montée.

10" Overall, longueur totale 25,4 cm ; 1 13/32 = 3,54 cm ; 2" = 5,08 cm ; 5" = 12,70 cm ; 4 3/4 = 12,06 cm ; 4 1/2 = 11,43 cm ; 0,3" = 0,76 cm ; 2 3/4 = 6,98 cm ; 3 1/2 = 8,89 cm.

des parois ne présente aucun inconvénient. L'écartement des hélices est un peu supérieur au rayon des spires.

Comme on recherche une haute brillance, il faut employer de gros filaments, fonctionnant toujours à un régime forcé. La durée de vie d'une lampe, dans ces conditions, est d'environ cent heures ; le renouvellement est un peu plus dispendieux que celui des charbons d'une lampe à arc, mais ce surcroît de dépense est compensé, d'un autre côté, par l'économie d'énergie.

Dispositif optique pour la projection. — La lentille du condensateur doit être à très court foyer et construite suivant le principe des lentilles à échelons de Fresnel. On sait, en effet, que l'obtention d'un court foyer n'est possible qu'en donnant au verre une forte épaisseur ; on constate alors une absorption plus grande de la lumière et des pertes par réflexion dans la masse ; l'image projetée devient floue et colorée par suite des aberrations sphériques et chromatiques exagérées ; enfin les rayons émanés de la source frappent la lentille sous une incidence considérable, ce qui provoque encore des pertes par réflexion à la surface. Tous ces défauts disparaissent par l'emploi d'une lentille de Fresnel pour constituer le condensateur ; son champ est de 76° au lieu de 45° qui est celui des lentilles ordinaires de condensateurs.

Conditions de fonctionnement des lampes a gaz pour projection. — Ces lampes ayant un gros filament sont alimentées à grande intensité et basse tension, en général 20 A et 30 v. Elles s'adaptent aussi bien aux courants alternatifs que continus. Dans ce dernier cas, on abaisse la tension du réseau public à l'aide d'un groupe moteur-génératrice ; on peut aussi absorber l'excès de tension dans un rhéostat, mais il faut alors un dispositif de réglage précis qui, d'autre part, consomme de l'énergie en pure perte.

Pour les circuits alternatifs à 110 v ou 220 v, on a étudié des transformateurs spéciaux, comprenant une résistance ou une réactance variables en série avec leur enroulement primaire qui permettent à l'opérateur de maintenir une tension bien constante aux bornes de sa lampe. Sur le circuit

Digitized by Google

econdaire est inséré un ampèremètre et parfois aussi un petit rhéostat à quatre plots pour protéger contre les à-coups de courant le filament encore froid. Tout cet appareillage est monté sur un petit tableau.

Actuellement, on trouve dans le commerce un grand nombre de transformateurs qui sont associés à des lampes à gaz de 20 A pour la projection ; mais ces appareils, bien qu'étant d'un prix avantageux, ne sont pas à recommander, car ils travaillent sans rhéostat de réglage et sans ampèremètre ; l'opérateur est donc dans l'impossibilité de savoir si la lampe fonctionne dans les conditions normales. Le filament doit toujours être porté à une température voisine de son point de fusion.

L'auteur termine par quelques considérations générales : sur l'ouverture qu'il convient de donner à la lentille de projection ; sur le choix de l'écran, écran blanc mat, ou métallique, ou réfléchissant ; sur l'éclairage de cet écran, éclairage que l'on tend à harmoniser de plus en plus avec l'obscurité de la salle, c'est-à-dire que l'on recherche à atténuer les contrastes trop crus entre les blancs et les noirs par un affaiblissement général de la projection. A ce dernier point de vue, la lampe à gaz est incomparable, en raison de l'uniformité de l'éclairement qu'elle permet de réaliser sur l'écran ; elle constitue une source fixe, sans papillotement, ce qui n'a pas lieu avec l'arc ; elle émet une lumière dont le ton plaît à l'œil et, même avec les films colorés, donne des images satisfaisantes sur un écran placé à 27 m de distance. B. C.

Diathermie : L'emploi du courant électrique pour élever la température du corps dans le traitement des maladies (1).

On utilise en médecine la chaleur dégagée par le passage du courant électrique dans le corps pour en élever la température. On ne peut employer le courant continu ou le courant alternatif de faible fréquence qui déterminent des sensations douloureuses sous des intensités trop faibles pour produire un échauffement appréciable, tandis que les courants alternatifs à haute fréquence (500 000 p : sec, par exemple), ne produisent sur le corps qu'une élévation de la température et la limite de tolérance de l'organisme est alors uniquement déterminée par la valeur de l'échauffement.

Pour que l'échauffement soit appréciable, il faut que l'appareil utilisé donne un courant de 2,5 à 3 A. Un tel courant n'est sans danger que sous une fréquence de 100 000 p : sec au moins. Le dispositif de d'Arsonval constitué par deux bouteilles de Leyde dont les armatures extérieures sont reliées aux bornes d'un solénoïde à gros fil donne un courant de fréquence suffisante. Le courant ne détermine toutefois qu'une diathermie assez faible parce que les oscillations ne sont pas entretenues. Les bouteilles de Leyde ont une capacité très faible et le temps qu'elles mettent à se décharger à travers le solénoïde est extrêmement court $\frac{1}{50\,000}$ de seconde. Pendant cet intervalle, il prend naissance un train d'oscillations à haute fréquence. Si les bouteilles sont chargées au moyen d'une forte bobine d'induction, dont le courant primaire est interrompu au moyen d'un interrupteur à mercure à raison de 100 fois par seconde, les bouteilles se rechargeront le même nombre de fois par seconde. Dans chaque intervalle de $\frac{1}{100}$ de seconde, les oscillations ne dureront que $\frac{1}{50\,000}$ de seconde. Si le malade est branché sur les extrémités du solénoïde pendant trente minutes, il ne reçoit le courant à haute fréquence que pendant 3,6 secondes. En outre, les bouteilles de Leyde sont chargées à une tension beaucoup trop élevée tandis que le courant de décharge entre les armatures extérieures des bouteilles n'atteint qu'une intensité de 0,5 A. Un courant de cette intensité établi seulement pendant des périodes très brèves, avec de très longues interruptions, ne saurait déterminer un échauffement perceptible des tissus.

Les machines à diathermie modernes ont été construites en vue d'obtenir des courants à oscillations entretenues et intensité plus élevée, afin que l'échauffement des tissus soit suffisant. Leur principe est le même que celui utilisé par d'Arsonval, mais il y a quelques différences de construction. Le condensateur a une capacité beaucoup plus forte (de l'ordre, par exemple, de 0,6 microfarad). Il se charge au moyen du réseau grâce à un transformateur qui élève la tension à 2 000 v. Le courant de charge doit être alternatif. Le condensateur se décharge à travers deux éclateurs très rapprochés, disposés en série, et constitués par des disques de cuivre recouverts d'argent sur les faces entre lesquelles jaillit l'étincelle ; l'intervalle entre les disques de chaque éclateur est de 0,25 mm.

Avec un tel transformateur, alimenté par un courant provenant du réseau, le condensateur se recharge aussitôt après s'être déchargé, en sorte qu'il se produit dans le solénoïde une succession ininterrompue d'oscillations de haute fréquence. Le courant qui traverse le malade est emprunté à un second solénoïde dont les extrémités sont reliées aux électrodes. Quand on dispose ces électrodes sur le corps, la tension entre elles reste probablement inférieure à 1000 v. Dans la plupart des appareils il est possible de relier une des électrodes avec un point intermédiaire quelconque le long du solénoïde secondaire afin d'avoir une tension plus faible. Il est bon d'utiliser une faible tension quand on désire soumettre au courant une partie du corps de faible section (genou). On peut encore faire varier la tension en agissant sur la distance entre les bobines secondaire et primaire.

Les appareils à diathermie diffèrent entre eux par les méthodes utilisées pour le réglage du courant qui traverse le primaire du transformateur et du courant qui agit sur le malade. Ils diffèrent également par la construction de l'éclateur. L'éclateur est d'ailleurs l'organe sensible par excellence du dispositif et la plus légère modification dans la largeur de l'éclateur diminue considérablement l'intensité du courant qui traverse le malade. Ce courant diminue également si l'éclateur devient trop chaud. Dans quelques appareils on fait passer lentement de l'alcool méthylique entre les disques de métal : il est décomposé par l'étincelle et le gaz hydrogène qui prend naissance est un meilleur conducteur de la chaleur que l'air. Dans d'autres appareils on dispose l'éclateur dans du gaz d'éclairage et on règle la distance des électrodes pendant le fonctionnement de la machine. Dans d'autres, on envoie un courant d'air sur les disques au moyen d'un ventilateur.

Après avoir analysé la sensation produite par le passage du courant à haute fréquence dans le corps humain, l'auteur indique quelques applications médicales de ces courants (cancers et tumeurs malignes, inflammation du genou déterminée par le gonococcus) et rappelle en un bref historique que les courants de haute fréquence ont été utilisés en médecine pour la première fois par M. d'Arsonval en 1898. A. B.

(1) E.-P. Cumberbatch. *Journal of Institution of Electrical Engineers*, juin 1918, t. LVI, p. 349-352, 2 300 mots.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Un cas de corrosion à allure électrolytique dans une pompe à air Westinghouse-Leblanc

Les corrosions des chaudières et des condenseurs ont déjà été l'objet dans ces colonnes de diverses publications (1), *la note ci-dessous apporte une nouvelle contribution au sujet.*

Je crois devoir signaler un cas très net de corrosions paraissant dues à des actions électrolytiques en même temps que mécaniques.

En vérifiant une pompe à air « Westinghouse-Leblanc » dont la roue de 1,060 m de diamètre est constituée d'une couronne d'aubages en bronze dans laquelle est encastré un disque en fonte fixé à la couronne par 12 boulons en bronze (fig. 1 et 2), j'ai remarqué au-dessous des 12 écrous en bronze une cavité en forme de croissant de 30 mm environ de longueur sur 10 mm

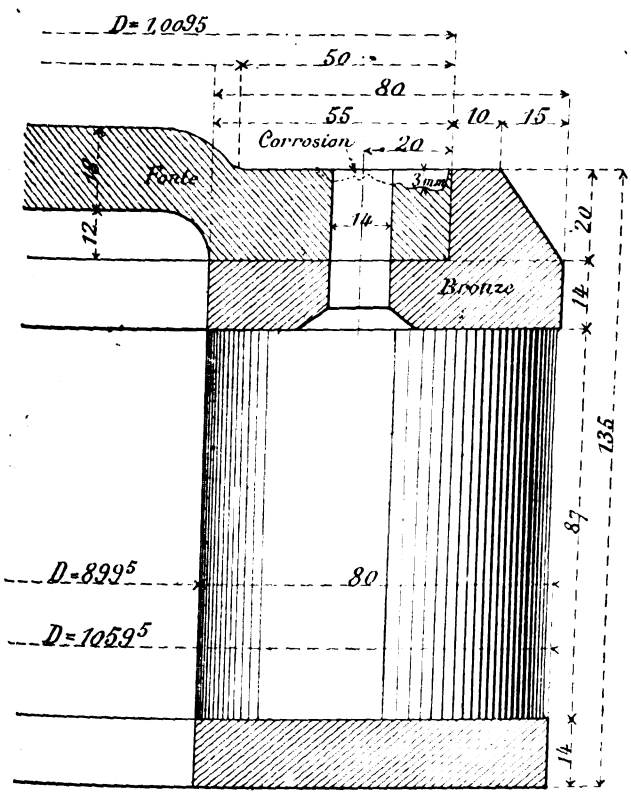


Fig. 1. — Coupe de la couronne de la pompe à air W. L.

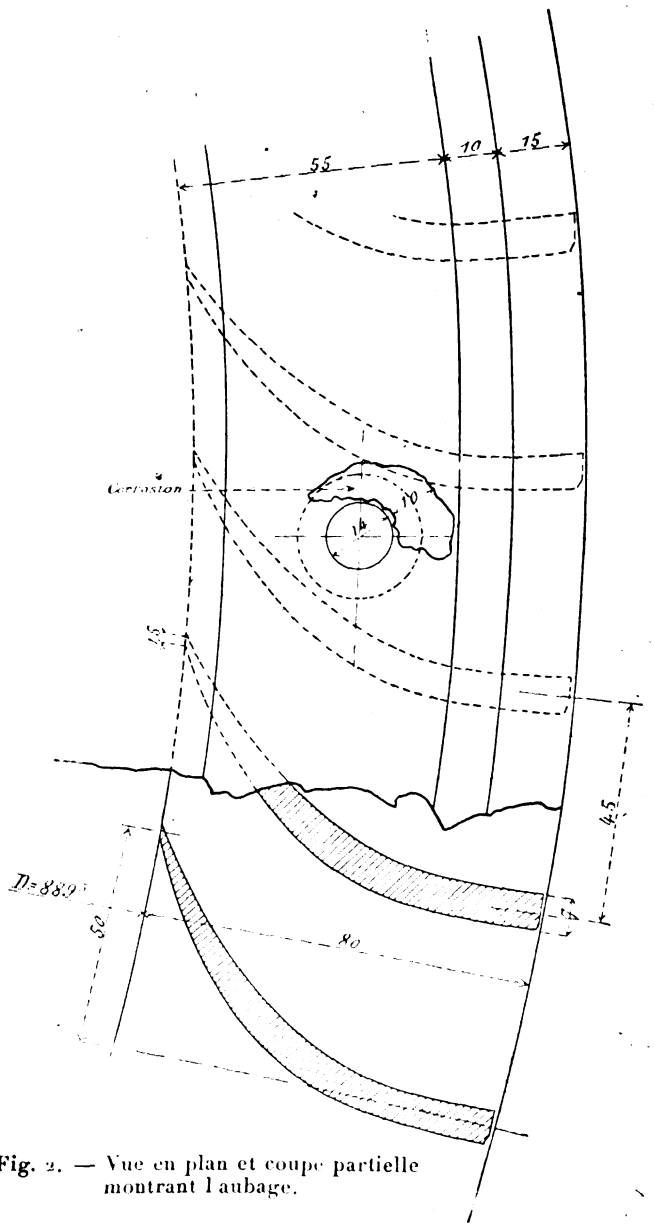


Fig. 2. — Vue en plan et coupe partielle montrant l'aubage.

(1) J. Guerner. Les corrosions des surfaces métalliques immergées. *R. G. E.*, 3 février 1917, t. I, p. 173-179.
Ch. Chorower. Etude sur les causes de la corrosion des chaudières. *R. G. E.*, 17 novembre 1917, t. II, p. 775-779; corrosions provoquées par l'acide carbonique de la vapeur dans les machines à vapeur. *R. G. E.*, 6 avril 1918, t. III, p. 509-511.
Costesèque. Sur la corrosion des tubes de condenseurs

Digitized by Google

de largeur et atteignant par endroits 3 mm de profondeur. L'axe de symétrie de ce croissant fait un angle de 45° environ avec la tangente à la roue à ce point. La partie corrodée est en avant de l'écrou par rapport au sens de rotation. Le portage de l'écrou en bronze sur la fonte est très bon. L'eau d'alimentation de la pompe à air est de l'eau de rivière. Elle est souvent un peu boueuse; sa composition est la suivante :

Carbonate de chaux.....	0,0875 g par litre.
Sels de magnésie.....	0,01
Acidité (évaluée en acide sulfurique).	0,00117
Matières organiques (en oxygène)..	0,0025
Degré hydrotimétrique total.....	10

La vitesse angulaire de la pompe à air est de 485 t : min et l'appareil a environ 3000 heures de fonctionnement.

L'encastrement du disque dans la couronne est très juste et n'a pas été peint. On constate cependant qu'autour des trous de boulons, sur une largeur de quelques centimètres, le serrage était très bon et il y a comme interposition d'une pellicule noirâtre très fine, paraissant venir d'un dépôt d'huile desséchée pouvant, jusqu'à un certain point, isoler électriquement les deux pièces quoique sur le pourtour du disque le contact paraisse bon dans toute la partie encastrée.

Les deux métaux sont très sains dans ces emplacements.

Dans les intervalles entre boulons par suite de l'élasticité des pièces, le portage est moins bon, l'eau a pu s'infiltrer et il y a traces d'oxydation de la fonte.

Toutes les parties en bronze de l'appareil et la fonte, sauf aux points que je viens de signaler, ne présentent absolument aucune attaque. La trace des outils de tour ou de fraiseuse est encore très fraîche.

La forme et l'aspect des corrosions indiquent bien leur nature chimique, leur position indique d'une part une influence galvanique, puisqu'elles se trouvent aux points où les deux métaux sont en présence avec des surfaces de contact relativement faibles, et d'autre part l'influence mécanique du courant d'eau, puisque ce n'est qu'aux endroits violemment balayés par ce courant d'eau par suite des chocs et des remous provoqués par la saillie de l'écrou, que les cavités se forment.

Ces constatations confirment encore la règle qui devrait être plus généralement suivie en construction mécanique; à savoir : que dans toute pompe ou tout organe de machine devant fonctionner dans l'eau même douce, on doit éviter l'emploi de plusieurs métaux formant couples voltaïques et entraînant inévitablement la corrosion rapide du métal le plus électropositif.

L. Conge,
Ingénieur-électricien.

Comment peut-on remédier aux inconvénients d'une très forte surcharge dans un réseau triphasé

Un certain nombre de réseaux se trouvent actuellement dans la nécessité de forcer considérablement la puissance débitée par certaines lignes de transmission d'énergie à grande distance sans avoir, momentanément du moins, la possibilité d'apporter des modifications à la ligne ni aux transformateurs élévateurs et abaisseurs qui y sont reliés. Le présent article montre par quels moyens de fortune on peut remédier provisoirement aux inconvénients produits par cette situation et par quelles précautions on peut éviter ces inconvénients lors du premier établissement de la ligne de transmission d'énergie.

I. — Dans les circonstances actuelles, un grand nombre de réseaux triphasés sont dans la nécessité de fournir en des points donnés des puissances beaucoup plus grandes que celles pour lesquelles on avait calculé la ligne au moment de la création. Il en résulte que la chute de tension produite est beaucoup trop grande et que les transformateurs abaisseurs, établis, en tenant compte des conditions initiales, avec un rapport de transformation déterminé, ne peuvent donner du côté secondaire la tension nécessaire aux appareils d'utilisation.

Si on n'a pas prévu la possibilité de passer du couplage triangle au couplage étoile lors de la construction des transformateurs élevateurs et des transformateurs abaisseurs, deux moyens seulement permettent de remédier à cette situation, ainsi que nous allons le voir.

1° Améliorer le facteur de puissance du réseau et le rendre aussi voisin que possible de l'unité (1).

alimentés par l'eau de mer. *R. G. E.*, 4 mai 1918, p, 647-650.

H. Miet. A propos de la corrosion des tubes de condenseurs. *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 98.

Remarques sur la corrosion des tubes de condenseurs. *R. G. E.*, 13 octobre 1917. t. II, p. 576.

G.-D. Bengough. La corrosion des tubes de condenseurs. *R. G. E.*, 15 septembre 1917, t. II, p. 86 D, d'après *Engineering*, 6 avril 1917, t. CIII, p. 329.

William Ramsay. La corrosion des tubes de condenseurs. *R. G. E.*, 10 novembre 1917, t. II, p. 151 D, d'après *Engineering*, 13 juillet 1917, t. CIV, p. 44-46.

(1) Voir à ce sujet les articles suivants publiés dans la *Revue générale de l'Électricité* :

P. Boucherot. La tarification de l'énergie électrique eu égard au facteur de puissance de l'abonné, 19 janvier 1918, t. III, p. 83-89.

A. Soulier. Emploi de condensateurs au papier pour améliorer le facteur de puissance, 19 janvier 1918, t. III, p. 81-82.

F. Scoumanne. Sur l'amélioration du facteur de puissance

Digitized by Google

2° Utiliser des tranformateurs survolteurs pour compenser la chute de tension supplémentaire produite.

Le premier remède est d'une application plus difficile que le second; nous verrons de plus qu'il ne suffit généralement pas, pour les augmentations considérables de débit dont il s'agit, dans la plupart des cas, d'atténuer les effets.

II. — Nous supposerons dans ce qui suit que la ligne de transport de force est aérienne. Si nous appelons Z l'impédance totale d'un fil de ligne, I le courant dans ce fil pour une puissance débitée égale à P, cos φ le facteur de puissance total du réseau, on sait que l'on a pour la

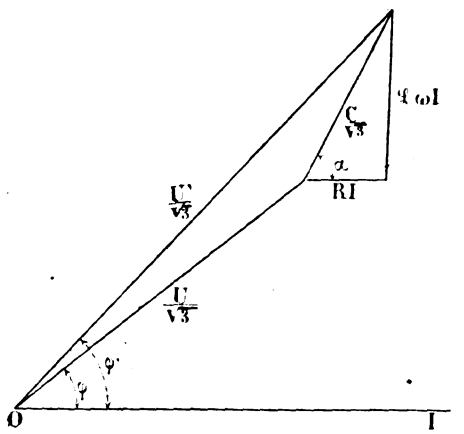


Fig. 1. — Diagramme donnant la chute de tension C dans une ligne dont l'impédance par fil est égale à $Z=\sqrt{R^2+L^2\omega^2}$, l'intensité par fil étant I_{eff}, la tension au départ U_{eff}, entre phases.

chute de tension composée résultante due à la ligne, $C=ZI\sqrt{3}$, le diagramme des tensions étant représenté par la figure 1. Comme on a, d'autre part,

$$P=UI\sqrt{3}\cos\varphi, \qquad I=\frac{P}{U\sqrt{3}\cos\varphi},$$

on obtient

$$C=\frac{ZP\times\sqrt{3}}{U\sqrt{3}\cos\varphi}=\frac{ZP}{U\cos\varphi}. \qquad (1)$$

d'une grande installation de distribution d'énergie électrique, 9 et 23 février 1918, t. III, p. 211-227 et 281-301.

W.-C. Rechniewski. Etude des dispositions à employer pour améliorer le facteur de puissance dans les installations utilisant l'énergie fournie par les réseaux de distribution, 9 mars 1918, t. III, p. 347-349.

V. Genkin. La tarification de l'énergie électrique eu égard au facteur de puissance de l'abonné, 23 février 1918, t. III, p. 274.

E. Poirson. Amélioration du facteur de puissance des réseaux par machines asynchrones, 15 juin 1918, t. III, p. 859-862.

L'Amélioration du facteur de puissance des stations centrales suisses grâce à des modifications de tarifs, 18 mai 1918, t. III, p. 735-737.

Si, tous les autres facteurs restant égaux à eux-mêmes, la puissance devient égale à $n\times P$, le facteur de puissance prenant lui-même une valeur cos φ', la nouvelle chute de tension sera

$$C'=\frac{Z\times nP}{U\cos\varphi'}. \qquad (2)$$

Si nous examinons le diagramme de la figure 2, nous voyons que les vecteurs réprésentant les chutes de tension C et C' sont des droites parallèles; par conséquent ces deux quantités peuvent s'ajouter algébriquement. Si donc on veut obtenir que, pour une ligne donnée, la tension à l'arrivée reste la même pour une puissance débitée P et pour une puissance débitée nP, la tension au départ restant la même, il faudra, par un moyen quelconque, compenser la chute de tension supplémentaire

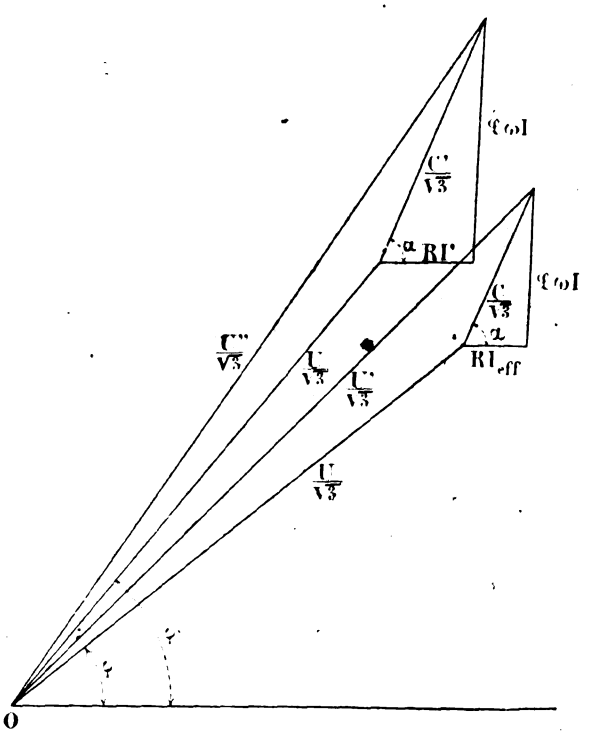


Fig. 2. — Diagramme représentant les chutes de tension dans une ligne donnée, puissance débitée variant de P à $n\,P$, le facteur de puissance de cos φ à cos φ'.

$$C'-C=\frac{ZP}{U}\left(\frac{n}{\cos\varphi'}-\frac{1}{\cos\varphi}\right). \qquad (3)$$

Remarquons qu'on peut tout d'abord rendre cette expression minimum en s'efforçant de rendre cos φ' maximum et égal à 1; dans ces conditions, l'expression précédente deviendrait

$$C'-C=\frac{ZP}{U}\left(n-\frac{1}{\cos\varphi}\right).$$

Digitized by Google

C'est le premier remède que nous avons signalé. Voyons dans quelle limite il peut agir.

Pour que, dans les deux cas signalés : débit P avec un facteur de puissance $\cos\varphi$, débit nP avec un facteur de puissance égale à 1, les tensions à l'arrivée soient égales, les autres facteurs restant constants, il faut que $C' - C = 0$, soit

$$n = \frac{1}{\cos\varphi} \quad \text{ou} \quad \cos\varphi = \frac{1}{n}.$$

Pour les différentes valeurs suivantes de $\cos\varphi$, on trouve pour n les valeurs inscrites au-dessous :

$\cos\varphi$	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5,
n	1,11	1,25	1,43	1,67	2,

ce qui revient à dire que, pour une ligne donnée, fonctionnant sous une tension donnée, débitant une puissance P sous des facteurs de puissance respectivement égaux à 0,9, 0,8, 0,7, 0,6, 0,5, si on amène à l'unité la valeur du facteur de puissance, on pourra augmenter la puissance débitée par la ligne tout en maintenant la même tension à l'arrivée respectivement de 11, 25, 43, 67, 100 pour 100.

Pour ramener à l'unité la valeur du facteur de puissance d'un réseau, on peut utiliser les moyens connus : emploi de moteurs synchrones surexcités, emploi de commutatrices si on a quelque part à produire du courant continu. Dans les deux cas, on établira ces machines de manière que, fonctionnant ensemble à pleine charge, elles soient susceptibles de débiter une puissance réactive égale et de signe contraire à la puissance réactive demandée au réseau. Le courant de compensation sera déphasé en avant sur la tension.

Si on désigne par P_R la puissance réactive et par P_W la puissance active, on a

$$P_R = P_W \operatorname{tg}\varphi.$$

Pour les différents facteurs de puissance envisagés ci-dessus

0,9 0,8 0,7 0,6 0,5.

on trouve pour P les valeurs suivantes :

$0{,}484\,P_W$ $0{,}749\,P_W$ $1{,}018\,P_W$ $1{,}333\,P_W$ $1{,}732\,P_W$.

III. — Outre que ce procédé n'est généralement pas applicable rapidement dans les cas qui nous occupent, il ne suffit pas, d'autre part, parce que l'augmentation de la puissance utile atteint souvent une valeur égale à plusieurs fois la puissance primitivement prévue. Il faut alors, dans ce cas, introduire dans le circuit une force électromotrice supplémentaire pour compenser l'augmentation de chute de tension, ce qu'on peut obtenir en utilisant soit des régulateurs d'induction, soit des transformateurs survolteurs.

Le régulateur d'induction serait, à ce point de vue, l'appareil idéal puisqu'il permettrait de faire varier la force électromotrice de compensation suivant les besoins soit à la main, soit automatiquement; malheureusement, ces appareils ne peuvent être utilisés pratiquement que lorsque la chute de tension n'est pas supérieure à 15 ou 20 pour 100 de la tension initiale; de plus, ils sont d'une construction tout à fait spéciale et on demande, pour le moment du moins, un très long délai pour leur livraison. Ces appareils ne répondent donc pas non plus à la solution rapide du problème envisagé.

Reste l'emploi des transformateurs ordinaires utilisés comme survolteurs (1).

L'inconvénient de cette méthode réside dans le fait que la compensation de la chute de tension demeure constante quelle que soit la puissance demandée au réseau; il faudra donc se contenter de mettre le survolteur en circuit dès que la chute supplémentaire atteindra une valeur gênante pour le fonctionnement des appareils alimentés par le réseau.

L'un des bobinages du transformateur survolteur sera branché en dérivation sur la ligne, l'autre bobinage en série avec elle. Il faut naturellement que la section du cuivre du bobinage mis en série sur la ligne soit telle que ce dernier puisse supporter sans inconvénient, d'une manière continue, l'intensité passant dans un des fils de ligne. D'autre part, comme généralement le bobinage secondaire des transformateurs ordinaires n'est pas isolé par rapport à la masse pour des tensions aussi élevées que celles que nous envisageons, il faudra isoler par un moyen quelconque la cuve du transformateur par rapport à la terre et le placer de manière à éviter que le personnel puisse venir en contact avec cette cuve.

Une question se pose immédiatement : est-il préférable d'introduire la force électromotrice supplémentaire avant ou après les transformateurs élévateurs au départ? Cela dépendra évidemment des types de transformateurs dont on disposera, mais d'une manière générale, il vaut mieux toujours brancher un transformateur survolteur après les transformateurs élévateurs et ceci pour les raisons suivantes.

On sait que, dans un transformateur donné, les pertes dans le fer sont de deux sortes : les pertes par hystérésis et les pertes par courants de Foucault; les premières peuvent s'évaluer par la formule suivante :

$$P_H = \frac{V \times \eta \times f \times B_0^{1,6}}{10^7} \text{ watts},$$

les deuxièmes par

$$P_f = \frac{V \times 1{,}234 \times e^2 \times f^2 \times B_0^2}{10^7} \text{ watts};$$

V représente le volume du fer en centimètres cubes, η le coefficient de Steinmetz pour les tôles utilisées, f la fréquence du courant, B_0 l'induction maximum à laquelle

(1) *Electrical Review*, Chicago, 11 août 1917, t. LXXI, n° 6, p. 226.

Digitized by Google

travaille le fer, e l'épaisseur des tôles en dixièmes de millimètre; comme d'autre part, on a

$$B_0 = \frac{U_0}{2\pi f \times n_1 \times S} \times 10^8,$$

U_0 étant la valeur maximum de la tension alternative appliquée, n_1 le nombre de spires primaires, S la section utile du fer en centimètres carrés, on voit que l'induction maximum à laquelle travaille le fer dans un transformateur varie proportionnellement à la tension alternative appliquée aux bornes du primaire; les pertes dans le fer variant proportionnellement, les unes à $B_0^{1,6}$ et les autres à B_0^2, ces pertes augmentent très rapidement avec la tension primaire. Si donc on fait croître cette tension au moyen d'un transformateur survolteur, il faut craindre de provoquer une augmentation considérable des pertes dans le fer et, par conséquent, une rapide élévation de température au delà des limites admissibles. Cet inconvénient ne se présente naturellement pas quand on place les transformateurs survolteurs après les transformateurs élévateurs.

Pour fixer les idées, prenons un exemple concret :

Une station centrale a à sa disposition un certain nombre d'alternateurs triphasés fonctionnant sous une tension de 8000 v entre phases. On a établi une ligne de transmission d'énergie à grande distance susceptible d'un débit de 1 000 kv-a sous 20000 v, la chute de tension admise pour le plein débit étant de 3000 v. Par suite de certaines circonstances, on a été amené, sans pouvoir modifier la ligne, à lui faire débiter une puissance de 4000 kv-a. Dans ces conditions, la chute de tension a atteint la valeur de 7000 v, ce qui ne permet plus d'obtenir au secondaire des transformateurs abaisseurs à l'arrivée la tension nécessaire aux appareils d'utilisation.

Le meilleur moyen de remédier rapidement à cette situation serait d'utiliser comme survolteur sur la ligne à 20000 v, un transformateur abaisseur que nous supposerons avoir le rapport de transformation 17000/3000, en charge sous le facteur de puissance normal du réseau.

En isolant la cuve par rapport à la terre, on branchera le secondaire en série sur la ligne, on alimentera le primaire sous 20000 v. Il suffira pour permettre ce fonctionnement que la section du cuivre du bobinage secondaire soit assez grande pour supporter d'une manière continue une intensité égale à

$$\frac{4\,000\,000}{20\,000 \times \sqrt{3}} = 115 \text{ A.}$$

Le transformateur devra être susceptible de fournir en marche continue une puissance égale à

$$115 \times \frac{3\,000}{17\,000} \times 20\,000 \times \sqrt{3} = 705 \text{ kv-a}$$

du côté secondaire.

Il sera bon toutefois, comme on utilise un transformateur construit pour 17000 v sous 20000 v, soit de le refroidir artificiellement si on n'a sous la main qu'un transformateur correspondant à cette puissance, soit, ce qui serait préférable, d'utiliser un transformateur plus puissant fonctionnant à une charge telle que la diminution des pertes par RI^2 par rapport à celles de la pleine charge compense l'augmentation des pertes dans le fer, par suite de l'application aux bornes du primaire de la tension 20000 v au lieu de celle de 17000 pour laquelle le transformateur a été construit.

IV. — La solution envisagée ci-dessus n'est évidemment qu'une solution de fortune susceptible de remédier à un cas de force majeure en l'absence de toute autre solution immédiatement réalisable. Si on examine la question du rendement de l'installation, la solution apparaîtra comme tout à fait déplorable, car le rendement dans les nouvelles conditions comparé au rendement primitivement envisagé lors du premier établissement sera plus faible pour deux raisons :

1° Les pertes dans la ligne augmentent comme le carré de l'intensité apparente pour une résistance donnée;

2° La nécessité de survolter oblige à dépenser une puissance considérable pour effectuer cette opération.

Tout ce qui précède fait ressortir clairement qu'il est absolument indispensable, lorsqu'on crée un réseau de transmission d'énergie à grande distance, de prendre dès le début un certain nombre de précautions, permettant d'augmenter, s'il y a lieu, le débit de ce réseau sans toucher à la ligne et sans avoir à ajouter d'appareils survolteurs pour compenser l'augmentation de chute de tension due au nouveau fonctionnement.

Il suffira pour cela :

1° De faire construire les transformateurs élévateurs de manière que, au début du fonctionnement de la ligne, ils donnent du côté secondaire la tension désirable, les bobinages secondaires étant groupés en triangle et qu'ensuite, en les groupant en étoile, on puisse obtenir la tension première multipliée par $\sqrt{3}$.

2° De calculer et d'établir la ligne en tenant compte dès le début de la tension la plus élevée et de la puissance maximum prévue.

On pourrait, par exemple, calculer la ligne de manière que la chute de tension maximum admissible se produise lors du fonctionnement à la puissance maximum, la tension étant égale à la tension primitive multipliée par $\sqrt{3}$. Si nous appelons C_1 la chute de tension dans ces conditions, nous aurons

$$C_1 = \frac{Z \times n \times P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi};$$

en appelant C_2 la chute de tension dans les conditions normales $C_2 = \frac{Z P}{U \cos\varphi}$, en supposant que la valeur du facteur de puissance reste la même dans les deux cas; on en déduit que

$$C_2 = \frac{\sqrt{3}}{n} \times C_1;$$

Digitized by Google

3° On établira les transformateurs abaisseurs de manière qu'on puisse, comme dans les transformateurs élévateurs, passer du couplage en triangle au couplage en étoile suivant les besoins, mais sur le bobinage primaire; on pourra prévoir sur le secondaire de ces transformateurs une ou plusieurs prises supplémentaires permettant de compenser l'élévation de tension secondaire provenant de l'augmentation de la tension primaire par suite de la diminution de la chute de tension aux charges inférieures à la charge maximum.

Remarquons que, la ligne étant établie, comme dit précédemment, pour le débit nP et la tension $U\sqrt{3}$, on pourra, sans changer les connexions des transformateurs pousser la puissance débitée sous la tension U jusqu'à la valeur $P \times \frac{n}{\sqrt{3}}$; on obtiendra alors une chute de tension en volts égale à celle qu'on aurait pour une puissance débitée égale à nP sous la tension $U\sqrt{3}$.

Cette manière de calculer la ligne permet de fonctionner dans de bonnes conditions de rendement avec des pertes minima dans tous les cas, mais elle conduit à un poids de cuivre considérable et, par conséquent, à des frais de premier établissement élevés. On peut employer moins de cuivre, en diminuant le rendement de la ligne et en faisant d'autres suppositions sur la chute de tension; on pourrait, par exemple, faire le calcul en supposant que la chute maximum se produise pour la puissance $\frac{nP}{2}$, la tension au départ étant $U\sqrt{3}$. Dans ces conditions, il serait bon de prévoir sur les transformateurs abaisseurs deux prises symétriques par rapport à la prise normale permettant de maintenir aux environs de la valeur normale la tension secondaire lorsque les transformateurs débiteront des puissances inférieures ou supérieures à $\frac{nP}{2}$. On pourrait évidemment faire toute autre hypothèse déduite judicieusement des conditions prévues pour l'exploitation.

En résumé, il ressort de cette étude que, quand on crée un réseau de transmission d'énergie à grande distance, on a intérêt, pour ménager l'avenir, à prévoir les transformateurs élévateurs et abaisseurs de telle manière qu'on puisse utiliser une tension déterminée U, tant que la puissance débitée ne dépasse pas une certaine limite et une tension $U\sqrt{3}$ lorsque la puissance débitée devient supérieure à cette valeur; on établira la ligne en tenant compte, dès le début, de la tension $U\sqrt{3}$ et la puissance maximum qu'on peut prévoir. Grâce à des prises supplémentaires judicieusement établies sur le primaire des transformateurs abaisseurs, on pourra atténuer, du côté secondaire, les augmentations ou les diminutions de tension pour les régimes intermédiaires et maintenir la tension secondaire aux environs de sa valeur normale dans les différentes phases de l'exploitation.

Tous les remèdes signalés ci-dessus ne sont que des moyens de fortune qu'on ne doit appliquer que lors d'une absolue nécessité. Retenons toutefois combien il est important d'améliorer autant qu'on le peut le facteur de puissance d'un réseau, même en ne tenant compte que des conditions d'exploitation de la ligne, qui ne forment qu'une partie des conditions générales d'exploitation d'un réseau.

E. PIERNET,
Ingénieur I. E. N., licencié ès sciences.

Revues, analyses et informations

Les économies de consommation d'énergie qu'on peut réaliser dans les installations de traction à courant continu (1).

Les moyens principaux préconisés par l'auteur pour réaliser ces économies sont les suivants : la diminution du poids des véhicules, l'allongement des distances entre les points d'arrêt, l'augmentation de l'accélération, un choix judicieux du rapport de réduction des engrenages, l'utilisation pour le réglage de la vitesse des moteurs du procédé par variation du champ inducteur. Il n'est pas possible, lors de la détermination de la consommation en énergie d'une ligne de traction en tenant compte des caractéristiques des moteurs et de la courbe des vitesses de tirer de là des conclusions, à cause du grand nombre de facteurs en cause, mais on peut montrer clairement l'influence séparée de ces divers facteurs en laissant de côté d'abord ceux qui dépendent des moteurs et en ne tenant compte que des courbes des vitesses. Pour faire intervenir tous les facteurs, il faut tout d'abord examiner quel est le rôle des différentes masses en mouvement, les paires de roues avec leurs engrenages et l'induit. Ces masses en mouvement produisent au démarrage comme au freinage le même effet qu'une augmentation de poids du véhicule : pour déterminer cet effet, il faut faire intervenir, dans l'établissement de la courbe des vitesses de parcours, le moment d'inertie de ces masses en mouvement. Si on désigne par r_a le rayon de l'induit d'un moteur de traction, par m_a sa masse, on sait que le moment d'inertie qui nous intéresse pour cet induit aura pour expression $0,44\, m_a r_a^2$; il faudra donc ajouter au poids de la voiture une quantité x, égale à

$$0,44\, z \left(\frac{r_a}{r_1}\right)^2 i^2 p_a, \qquad (1\,a)$$

en désignant par z le nombre des moteurs par véhicule, par p_a le poids d'un induit, par r_1 le rayon des roues et par i le rapport de réduction des engrenages (rapport entre le nombre de tours du moteur et celui des roues). Il résulte

(1) R. MAUERMANN. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 2 et 9 août 1917, p. 393 et p. 406, t. XXVIII.

Digitized by Google

immédiatement de cette expression qu'on a intérêt à construire les moteurs de traction avec le plus faible diamètre possible et d'augmenter la longueur de l'induit autant que le permet l'écartement de la voie de roulement.

Le rapport $\frac{r_a}{r_f}$ croît en général avec la puissance du moteur; il est plus grand pour la voie de un mètre que pour la voie normale, parce que, dans le premier cas, la plus faible largeur conduit à augmenter le diamètre de l'induit. D'une manière générale, pour des moteurs absorbant entre 30 et 40 kw, le rapport $\frac{r_a}{r_f}$ oscille entre les valeurs 0,38 et 0,52. Si on choisit la valeur moyenne 0,45, l'expression de x devient

$$x_1 = 0{,}09\, z \times i^2 \times p_a. \qquad (1\,b)$$

Cette nouvelle expression de x fait apparaître plus clairement l'influence du rapport de réduction des engrenages. Si on se reporte en effet à la figure 1 qui donne les poids

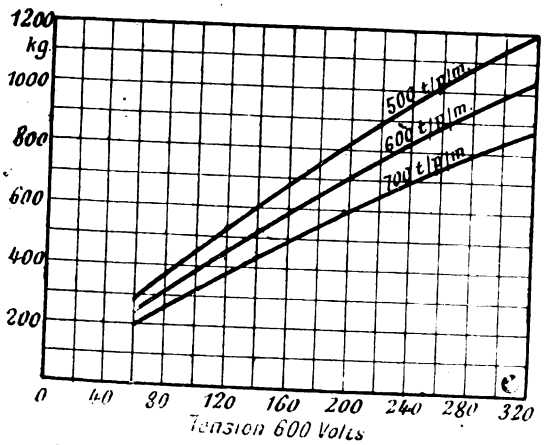


Fig. 1. — Poids des induits en fonction des puissances horaires pour la tension de 600 v.

des induits en fonction de la puissauce horaire sous 600 v; à la figure 2, qui donne les limites dans lesquelles varient les rapports de réduction généralement utilisés en fonction de la puissance des moteurs, on en déduit les courbes de la

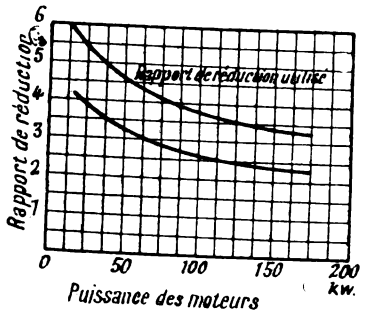


Fig. 2. — Rapport de réduction des trains d'engrenages.

figure 3, qui représentent dans chaque cas le poids supplémentaire à ajouter pour tenir compte de l'effet produit par les masses en mouvement en fonction du rapport de réduction. Ces courbes ont été établies en tenant compte des poids donnés par la ligne moyenne de la figure 1. La courbe supérieure correspond à la limite supérieure de la figure 2; la courbe inférieure à la limite inférieure de cette même figure. On voit que, pour différentes grandeurs d'induit, le poids supplémentaire diminue lorsque le rapport de réduction des engrenages augmente, c'est-à-dire lorsque la puissance des moteurs diminue, les variations de poids supplémentaire sont comprises entre des valeurs assez différentes même pour ce cas moyen; ces variations seront naturelle-

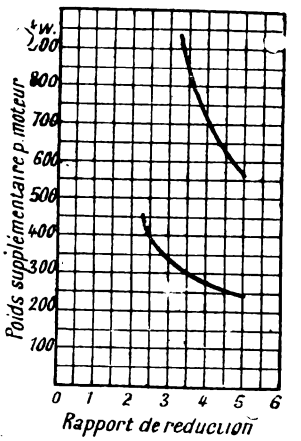


Fig. 3. — Pertes supplémentaires à ajouter pour tenir compte des masses en mouvement en fonction des rapports de réduction.

ment plus grandes encore lorsqu'il s'agira de types de moteurs plus légers ou plus lourds que ceux envisagés.

Travail correspondant a la tonne kilométrique. — Les facteurs ayant une influence sur ce travail sont : la résistance au roulement et le profil de la ligne; l'influence de ces deux facteurs est du reste d'autant plus grande que les distances entre les points d'arrêt sont plus petites, la vitesse pendant le parcours restant grande, par suite des pertes importantes dans les résistances de démarrage et de

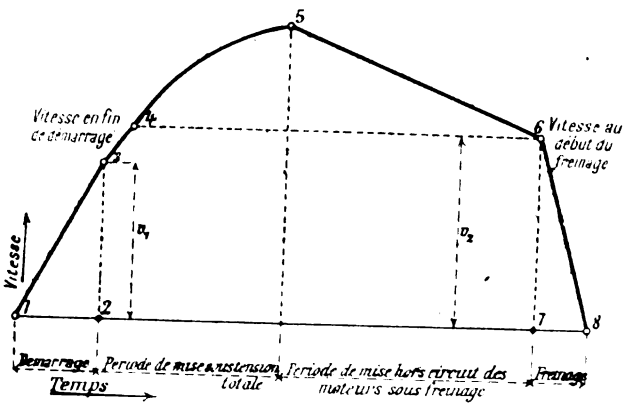


Fig. 4. — Désignation des diverses portions du parcours (courbe représentant la variation de la vitesse en fonction du temps).

l'énergie absorbée lors des freinages. Pour déterminer l'influence de ces deux facteurs, il faut examiner la courbe des vitesses en fonction du temps (fig. 4).

Démarrage, pertes dans les résistances. — Les résistances sont court-circuitées au point 3 de la courbe des

Digitized by Google

vitesses, la vitesse atteinte en ce point est v_1. L'espace parcouru pendant le temps correspondant est représenté par la surface 1, 2, 3 et peut s'exprimer par $\frac{v_1^2}{2a_1} a_1$, étant l'accélération moyenne pendant la période de démarrage. Pour faire parcourir ce chemin au véhicule, si w est la résistance totale au roulement en kilogrammes par tonne, il faut un travail égal à $w \times \frac{v_1^2}{2a_1}$; d'autre part, pour un poids d'une tonne, le véhicule a emmagasiné une énergie cinétique de $\frac{1\,000\, v_1^2}{2g}$; c'est la somme de ces deux quantités que représente le travail total fourni au véhicule pendant le démarrage. Pour un espace parcouru égal à 1 km, en admettant un arrêt tous les l mètres, les pertes dans les résistances, en supposant que la vitesse atteinte en fin de démarrage est égale à v_1, seront représentées en kilogrammètres par

$$A_1 = \frac{1\,000}{2l}\left(\frac{1\,000\, v_1^2}{2g} + \frac{w\, v_1^2}{2a_1}\right), \qquad (2)$$

ou en watts-heures en supposant le rendement du moteur avec son réducteur égal à 87 pour 100

$$A_1 = 80\,\frac{v_1^2}{l}\left(1 + 0{,}01\,\frac{w}{a_1}\right). \qquad (2a)$$

Si on tient compte de plus de l'adjonction, nécessaire pour tenir compte des masses en mouvement, d'un poids supplémentaire supposé égal à 7 pour 100, l'expression ci-dessus devient définitivement

$$A_1 = 85{,}6\,\frac{v_1^2}{l}\left(1 + 0{,}01\,\frac{w}{a_1}\right). \qquad (2b)$$

Freinage, travail détruit. — Au point 6 (fig. 4), le travail total se partage en deux parties, une partie de ce travail est dépensée pour parcourir l'espace 6, 7, 8, c'est le travail utile, l'autre partie est un travail de freinage. En désignant par a_2 le retardement pendant le freinage et en adjoignant un supplément de poids de 7 pour 100 pour tenir compte de l'action des masses en mouvement, l'expression du travail de freinage prend la forme (en watts-heures)

$$A_2 = 171\,\frac{v_2^2}{l}\left(1 - 0{,}01\,\frac{w}{a_2}\right). \qquad (3b)$$

Travail utile pour le parcours. — La question de savoir de combien la vitesse augmente pendant le parcours 3-5, à partir du point 4, a peu d'influence sur le travail nécessaire, abstraction faite des variations peu importantes de la résistance de roulement et du rendement des moteurs, parce que ce travail est restitué pendant le parcours 5-6. Donc, le travail nécessaire pour porter le véhicule du point 4 au point 5 est le même que celui qui est nécessaire pour porter le véhicule du point 4 au point 6.

Dans les équations 2 et 3, on n'a pas tenu compte de ce travail.

En admettant les mêmes rendements que précédemment, il a pour valeur en watts-heures pour une voie en palier $A_3 = 3{,}13\, w$; si on désigne par α la pente moyenne pour 1 000 du parcours, à la montée ou à la descente, l'expression devient $A_3 = 3{,}13\,(w \pm \alpha)$.

Pour être tout à fait exact, il faudrait tenir compte que les pentes font varier les pertes dans les résistances, ainsi que le travail de freinage, mais pratiquement, cette influence est faible : lorsqu'il ne s'agit pas de pentes très importantes. De même, si les distances entre arrêts ne sont pas trop différentes, on peut, sans erreur appréciable, considérer dans les calculs la distance moyenne entre arrêts.

La figure 5 montre l'influence des trois quantités définies ci-dessus, pertes au démarrage et au freinage, pentes

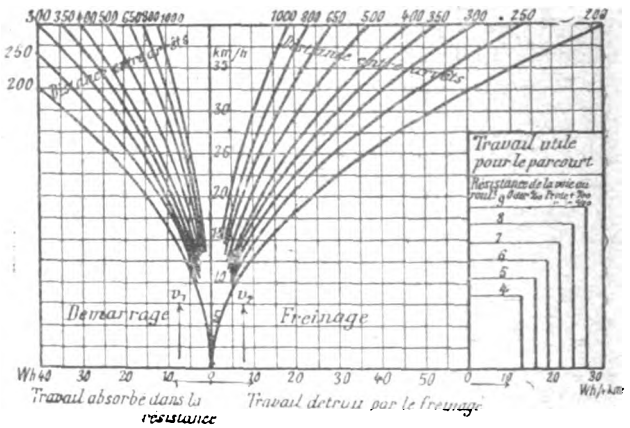


Fig. 5. — Consommation en watts-heures par tonne kilométrique en fonction des pertes au démarrage, au freinage, des distances entre arrêts et des pentes.

ainsi que celle des distances entre arrêts ; pour établir ces courbes, on a fait $w = 8$ kg ; $a_1 = 0{,}6$ m, $a_2 = 0{,}7$ m.

L'accélération au démarrage est le facteur ayant le plus d'influence sur la forme de la courbe des vitesses. Comme la diminution des pertes au démarrage est plus rapide que l'augmentation de l'accélération, comme, d'autre part, le gain de temps produit par une plus grande accélération conduit à une diminution de la vitesse au moment du freinage, on en déduit que la valeur de cette accélération ne doit être limitée que par la formation d'étincelles au collecteur, par la surcharge admissible des interrupteurs et principalement par la considération de ne pas produire d'effets désagréables sur les voyageurs. Naturellement, les grandes accélérations produisent des pointes, qui, suivant les circonstances, peuvent avoir de fâcheuses répercussions sur les stations génératrices ou sur les canalisations. Dans les installations où il en serait ainsi, il faudrait évidemment réduire les accélérations à une valeur convenable pour ne pas gêner l'exploitation, mais de telles réductions ne sont jamais favorables pour la consommation d'énergie.

Il y aurait lieu de tenir compte que, dans la période 5-6 (fig. 4) correspondant à la diminution de vitesse, l'inclinaison de la ligne 5-6, doit être plus petite que ne l'exigerait la résistance au roulement de la voie, par suite de l'influence des masses en mouvement qui donne un effort moteur. Il faut toutefois remarquer que, pour ces vitesses relativement élevées, les frottements dans les paliers et dans les réducteurs sont considérables, et qu'il est préférable, pour cette partie de la courbe des vitesses, de ne pas faire intervenir dans les calculs les masses en mouvement et d'admettre que l'énergie cinétique correspondante est détruite par les frottements.

Etude de la réduction par engrenages et de l'affaiblissement du champ. — Toutes circonstances égales d'ailleurs et en supposant que, pour une charge donnée, le nombre de tours des moteurs reste invariable, on peut dire que les

Digitized by Google

vitesses de parcours, rapportées à des intensités de courant égales, varient en raison inverse du rapport de réduction; il en est de même de la vitesse en fin de démarrage. Les pertes par démarrage, d'après l'équation (2), variant proportionnellement au carré de cette dernière vitesse, elles devront donc, à cause de la variation à peu près simultanée de l'accélération, varier en raison inverse du carré du rapport de réduction, lorsqu'on marche avec des intensités égales. A vrai dire, en admettant une accélération constante, les pertes augmentent moins vite qu'on ne l'indique ci-dessus; pourtant, il ressort très nettement que, pendant le démarrage, les petits rapports de réduction influent d'une manière tout à fait défavorable sur la consommation d'énergie. Ils ont une influence heureuse en ce sens que, dans la figure 4, la partie 4-5 de la courbe monte plus rapidement, ce qui allonge la portion 5-6 correspondant au retardement. Des circonstances locales et principalement de la distance entre les points d'arrêt, on déduira si cet avantage peut compenser les inconvénients signalés. En tout cas, les petits rapports de réduction sont connexes d'une augmentation considérable des pertes dans le cuivre pour les moteurs et, par conséquent, d'une augmentation sensible de l'échauffement de ces derniers.

Les moteurs de traction avec lesquels on peut réaliser l'augmentation de la vitesse par affaiblissement du champ ont un fonctionnement plus favorable en ce sens que l'augmentation naturelle et élevée du nombre de tours produit une montée plus rapide de la partie de la courbe 4-5, ce qui permet, par conséquent, de construire des rapports de réduction plus grands, tout en conservant, d'autre part, les avantages des petits rapports de réduction et l'allongement de la partie 5-6 de la courbe de vitesse. On peut donc, avec ces moteurs, éviter l'inconvénient d'un fort appel de courant au démarrage et un échauffement élevé des moteurs.

Pour obtenir une amélioration de consommation avec ces moteurs à vitesse variable, par rapport aux moteurs à vitesse constante, on est conduit à augmenter le rapport de réduction en même temps que, et dans la même proportion, le nombre de tours maximum des moteurs, si on veut garder la même vitesse périphérique des roues du véhicule.

La tendance actuelle est de construire les moteurs de traction avec les nombres de tours les plus élevés possibles, et des rapports de réduction relativement grands.

Économies à réaliser sur le poids des véhicules. — A ce point de vue, les moteurs à vitesse variable par le champ sont les plus avantageux; pour donner un exemple concret, l'auteur montre, par différentes courbes, que les deux moteurs d'un véhicule donné, lorsqu'ils ont une vitesse constante, pèsent, à cause des conditions d'échauffement, 800 kg de plus, le rapport de réduction étant égal à 3, que deux moteurs à augmentation de vitesse par affaiblissement du champ, le rapport de réduction étant 5 et les conditions de parcours étant identiques. De plus, dans le second cas, la consommation de courant est plus faible. Il faut naturellement apporter toute l'attention voulue à la détermination exacte de la puissance nécessaire pour les moteurs; une estimation trop faible conduit toujours à une augmentation des frais d'entretien; il faut surtout bien tenir compte des surcharges occasionnelles, qui peuvent être très différentes suivant la nature de l'installation. Il faut, en général, préférer des moteurs qui se refroidissent par leurs propres moyens sans installation auxiliaire et qui conduisent à des économies considérables en poids. Le poids des moteurs diminuant rapidement lorsque le nombre de tours augmente, il est intéressant à ce point de vue de choisir le nombre de tours le plus élevé possible. On arrive toutefois rapidement, avec des moteurs à un seul train d'engrenages, à la limite des efforts admissibles sur les paliers, les moteurs à double train d'engrenages permettent, à ce point de vue, de reculer cette limite. Il ne faut toutefois pas perdre de vue que les moteurs munis de train d'engrenages à grande réduction peuvent atteindre aux faibles charges des vitesses très élevées et que, par conséquent, il faudra prévoir pour eux une construction spéciale au point de vue du freinage et de l'équibrage de l'induit. En tenant compte des frais d'entretien et des pertes par frottements, il n'est pas à recommander, pour des moteurs de grandeur moyenne, de dépasser 1 200 à 1 300 t : min. Naturellement, il est intéressant au point de vue du poids de ne pas prévoir plus de deux moteurs par voiture; si l'adhérence ne suffit pas, pour empêcher le patinage des roues, on accouplera au moyen de bielles les essieux ordinaires aux essieux moteurs. La question de la diminution du poids des véhicules se pose dans les installations d'une manière d'autant plus pressante que la consommation dans ces installations augmente, que la vitesse de parcours devient plus grande, que la distance entre les points d'arrêt diminue. On peut, dans ces différents cas, envisager une construction plus légère des véhicules en utilisant des matériaux de qualité meilleure, mais il ne faut pas descendre au-dessous d'une certaine limite qui est donnée, par la sécurité du trafic et par la durée du matériel.

Distances des points d'arrêt, vitesse moyenne des parcours et durée des arrêts. — Bien que, d'une manière générale, on ne se soucie guère de la consommation d'énergie lorsqu'on détermine la distance entre les points d'arrêt d'un parcours déterminé, il est pourtant utile de ne pas négliger ce point, car cette consommation augmente considérablement lorsque la vitesse moyenne du parcours est grande par rapport à ces distances. Si on considère un horaire pour un parcours donné, la durée des arrêts influe elle-même considérablement sur cette vitesse moyenne. L'auteur fait voir par la comparaison de plusieurs courbes comment varient la consommation d'énergie et la vitesse moyenne en fonction des distances des points d'arrêts.

1° *Lorsque, pendant les divers parcours, les vitesses atteintes au moment où commencent les périodes de freinage sont égales* — La conclusion est la suivante : lorsqu'on augmente la distance entre deux arrêts, la vitesse moyenne augmente et inversement, la puissance kilométrique moyenne augmente ou diminue dans le même sens, la consommation moyenne d'énergie par tonne kilométrique diminue.

2° *Lorsque les divers parcours sont effectués en maintenant la même vitesse moyenne.* — La conclusion est que ce cas, comparé au précédent, fait ressortir d'une façon très nette combien la consommation en énergie augmente lorsque la distance entre arrêts diminue, ceci tient à ce que, quand on fonctionne avec une vitesse moyenne constante pour les différents parcours, la partie 5-6 de la courbe de vitesse a une grande influence; c'est ainsi que, dans les exemples choisis, lorsqu'on fait varier la distance entre deux arrêts de 500 à 700 m, dans le premier cas, la consommation d'énergie diminue de 8 w-h par tonne kilométrique; dans le second cas, elle diminue de 21 w-h.

3° *Lorsque des distances égales sont parcourues avec des vitesses moyennes différentes, c'est-à-dire lorsque des espaces égaux sont parcourus en des temps inégaux.* — La conclusion est que, lorsque la vitesse moyenne augmente,

Digitized by Google

la consommation d'énergie par tonne kilométrique augmente très rapidement, ceci montre combien, dans les services surchargés, une diminution même faible de la vitesse moyenne peut donner un gain très considérable sur la consommation d'énergie. On se rend compte, d'autre part, quelle néfaste influence peuvent avoir les retards introduits sur un horaire déterminé.

4° *Lorsque des distances différentes sont parcourues avec une même consommation totale d'énergie, tant que la durée des arrêts est à une valeur déterminée aussi faible que possible et toujours la même pour les différents parcours.* — On constate que, dans un horaire déterminé, lorsqu'on dépasse la durée fixée des temps d'arrêt, la consommation en énergie par tonne kilométrique augmente rapidement et d'autant plus que la distance entre arrêts est plus petite, comme on devait s'y attendre du reste. Naturellement, dans ce cas, les vitesses moyennes sont différentes dans chaque cas. Ce phénomène a rapidement une limite, parce que, lorsqu'on dépasse d'une certaine quantité la durée des temps d'arrêt, il n'est plus possible de respecter l'horaire imposé.

En résumé, dans une exploitation de traction, il faut faire observer aussi rigoureusement que possible les temps d'arrêt imposés, car même une légère augmentation de ces temps d'arrêt peut, pour un horaire déterminé, occasionner des pertes supplémentaires qui, suivant les circonstances, peuvent annihiler tous les gains obtenus par les autres améliorations techniques envisagées.

5° *L'auteur examine enfin comment varie la consommation d'énergie par tonne kilométrique avec l'accélération au démarrage.* — Pour étudier ce cas, il faut obtenir des diagrammes de vitesses de trafic tels que, pour des temps égaux, les surfaces comprises entre l'axe des abscisses et ces courbes soient égales, car on ne doit rien changer à l'horaire normal, bien que l'on emploie des accélérations différentes au démarrage. Le résultat est le suivant : la consommation d'énergie par tonne kilométrique augmente considérablement lorsqu'on diminue la valeur de l'accélération au démarrage. La cause en est que la partie de la courbe 5-6 (fig. 4) est mal utilisée ou même ne peut pas l'être du tout et que les résistances de démarrage restent plus longtemps en circuit lorsqu'on envisage des accélérations de plus en plus faibles. Il faut bien remarquer, à ce sujet, que, pour pouvoir comparer rationnellement les effets de plusieurs rapports de réduction différents, comme on l'a fait ci-dessus, il est de toute nécessité, pour obtenir des résultats comparables, d'admettre les mêmes accélérations dans les différents cas.

Pour nous résumer, nous voyons que :

Il serait faux de dire que l'augmentation du rapport de réduction conduit dans tous les cas à une diminution de la consommation d'énergie par tonne kilométrique. Ceci n'est généralement vrai que dans les installations fortement chargées. Cette augmentation produit ses effets les plus étendus dans le cas où on emploie des moteurs à augmentation de vitesse par diminution du champ : dans ce cas, en effet, l'augmentation du rapport de réduction conduit à une diminution considérable des pointes et à des économies dans les frais d'entretien.

Un autre point important est la durée des arrêts. Nous avons vu qu'il y avait un intérêt primordial à la diminuer autant que possible. Il faut donc étudier la disposition des véhicules de manière à permettre une circulation facile pour les voyageurs. A ce point de vue, les voitures à plate-forme médiane semblent offrir de grands avantages, puisqu'elles permettent de diviser en deux parties la file des voyageurs montant et descendant, tout en diminuant de moitié le parcours à effectuer par ces voyageurs, par rapport aux véhicules dont la plate-forme et l'entrée se trouvent situées à l'arrière.

On ne peut déterminer par avance d'une manière précise la consommation d'énergie d'après la constitution de la ligne que dans le cas où une installation peut être prévue avec arrêts invariables dans l'espace et dans le temps, c'est-à-dire dans une installation où on peut établir un horaire absolument rigide. Dans le cas des lignes de tramways urbains, il est très difficile de déterminer par avance cette consommation d'énergie. A cause des incidents de parcours dans les rues très fréquentées, de la présence des croisements, des aiguilles, des bifurcations, les conducteurs sont obligés de faire un usage fréquent des freins et il leur est difficile d'atteindre d'une façon régulière la vitesse normale. Pour un horaire donné, le temps perdu par suite de ces circonstances doit être regagné en diminuant la longueur de la portion 5-6 de la courbe de vitesse (fig. 4), ce qui augmente la consommation d'énergie sans que le conducteur du véhicule ait le moyen d'y remédier.

Dans le cas où, par suite de faibles distances entre les points d'arrêt ou de croisements très rapprochés, on est obligé de limiter la vitesse moyenne, il peut être avantageux de ne marcher qu'avec le couplage des moteurs en série, en les laissant en circuit plus longtemps, plutôt que de marcher avec le couplage en parallèle et de diminuer la durée de mise en circuit.

Pour obtenir une exploitation économique, il faut de toute nécessité s'efforcer de déterminer, dans chaque cas, le plus judicieusement possible l'emplacement des points d'arrêts et, d'autre part, étudier avec grand soin le choix du rapport de réduction le plus favorable, ainsi que l'établissement de l'horaire le plus pratique en tenant compte des circonstances locales.

E. P.

La prévention des coups de feu à courant continu [1].

Le sujet prend une nouvelle importance avec le développement des sous-stations automatiques et de la traction à courant continu à haute tension. L'article est la description d'un type spécial d'écran et de deux interrupteurs à coupure rapide. Un de ces écrans consiste en une boîte étroite en matière isolante entourant chaque ligne de balais et laissant un petit intervalle entre sur bord inférieur et le collecteur. Du côté de la boîte vers lequel tourne le collecteur après avoir quitté les balais est fixée une « cuiller » en forme de V en matière isolante ininflammable, ayant de préférence une bonne conductivité thermique ; au-dessus sont placés deux écrans métalliques, l'un à larges mailles, l'autre très fin à travers lesquels l'arc est forcé et refroidi. La « cuiller » se trouve très près du collecteur, recueille les arcs et les dirige vers les écrans qui, par leur construction, livrent passage aux gaz engendrés par l'arc. Ces barrières sont déjà installées sur plusieurs grosses commutatrices à 60 p : sec de compagnies de traction américaines. Les nombreux essais effectués, reproduits photographiquement dans l'original, autorisent la plus complète confiance en leur efficacité combinée avec celle des interrupteurs à rupture rapide. — P. V.

[1] J.-J. Linchangh et J.-L. Burnham, *General Electric Review*, juillet 1918, t. XXI, p. 499-516 : 3 000 mots, 35 fig.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Inventaire des forces motrices disponibles sur les cours d'eau du domaine public en juillet 1917

Cet inventaire, que vient de publier le ministre des Travaux publics et des Transports en une brochure de 131 pages, renferme sur nos richesses hydrauliques du domaine public des données fort intéressantes pour ceux qui se préoccupent du développement de notre industrie hydro-électrique. Ceux-ci trouveront dans la note ci-dessous quelques indications sur le but et les résultats de cet inventaire. Ajoutons qu'ils pourront se procurer la brochure éditée en s'adressant au ministre des Travaux publics et des Transports, bureau de la Navigation, 244, boulevard Saint-Germain.

I. — Depuis que la guerre a montré toute l'importance de l'énergie qu'il est possible de tirer de nos cours d'eau, les efforts les plus énergiques sont tentés pour utiliser nos richesses hydrauliques autant que le permettent les moyens disponibles. Mais si féconds qu'aient déjà été ces efforts (1), il est a priori certain, sans qu'il soit besoin d'aucune statistique, que la puissance captée n'est encore qu'une très faible partie de la puissance disponible. De nouveaux efforts sont donc nécessaires; pour les seconder, il était indispensable que l'Administration entreprît l'établissement d'un inventaire aussi complet que possible de nos richesses hydrauliques.

Cette nécessité s'était d'ailleurs déjà manifestée lors de la création des premières grandes usines hydro-électriques dans la région des Alpes et, comme nos lecteurs le savent, à la suite d'un vœu émis par le Congrès de la Houille blanche de 1902, le ministère de l'Agriculture institua, en 1903, le Service des grandes Forces hydrauliques de la région des Alpes, en vue de faire toutes études nécessaires pour dresser l'inventaire des forces motrices hydrauliques de cette région; plus tard, des services semblables furent institués pour les Pyrénées et pour le Massif Central (1). Les travaux déjà réalisés par ces services, complétés par les renseignements recueillis depuis longtemps par le ministère de l'Agriculture en vue des améliorations agricoles et par le ministère des Travaux publics pour la protection contre les inondations fournissent des données des plus importantes permettant d'évaluer la puissance utilisable d'un très grand nombre de nos cours d'eau, particulièrement des cours d'eau non navigables ni flottables.

Mais la puissance utilisable sur les cours d'eau navigables ou flottables, qui font partie du domaine public, restait en dehors de cette statistique, la plupart de ces cours d'eau se trouvant, soit par leur situation géographique, soit par suite de leur non-utilisation pour l'irrigation, soit enfin parce que les inondations qu'ils peuvent causer n'ont pas grande importance, en dehors des investigations des services qui viennent d'être mentionnés. C'est cette lacune qu'a voulu combler le ministre des Travaux publics en prescrivant, par sa circulaire du 6 novembre 1916 aux ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées, de dresser un inventaire des forces motrices hydrauliques disponibles sur ces cours d'eau et ce sont les résultats de cette enquête, menée avec toute la célérité possible, récemment publiés, que nous croyons devoir signaler à nos lecteurs.

II. — Auparavant, toutefois, indiquons comment ont été obtenus les éléments servant au calcul des puissances disponibles.

(1) D'après la conférence faite par le commandant Henri Cahen, chef du Service des Forces motrices au ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre, à la séance solennelle d'ouverture du Congrès général du Génie civil, (voir *R. G. E.*, 14 septembre 1918, t. IV, p. 393) les chutes dont l'aménagement a été entrepris depuis novembre 1915 et qui est terminé ou sur le point d'être terminé comportent une puissance moyenne de 565 000 ch et une puissance installée ou à installer de 850 000 ch, les étapes successives de la mise en marche des usines créées étant résumées par les nombres du tableau suivant :

Années.	Puissance moyenne disponible en chevaux.	Puissance installée en chevaux.
1916-1917.....	80 000	120 000
1918.....	220 000	330 000
1919.....	120 000	175 000
1920-1921.....	145 000	225 000
	565 000	850 000

Si l'on rapproche ces nombres des 750 000 ch représentant la puissance aménagée à la veille de la guerre pour les transmissions d'énergie électrique, l'électrométallurgie et l'électrochimie, on voit que les efforts faits depuis fin 1915 ont permis d'augmenter en trois années de plus de 50 pour 100 l'utilisation des forces motrices hydrauliques, et que fin 1921, en cinq années, la France aura été dotée d'une puissance nouvelle supérieure à la totalité de celle qui avait été réalisée pendant toute la période précédant la guerre.

(1) *R. G. E.*, 10 février 1917, t. I, p. 201.

Digitized by Google

1. — Le premier de ces éléments est le débit.

Cinq valeurs du débit ont été évaluées : le débit d'étiage q_0, de basses eaux q_1, d'eaux moyennes q_2, de hautes eaux q_3 et le débit de crues Q. Dans certains cas, on disposait, par suite de mesures faites antérieurement, d'une « courbe de débits classés », c'est-à-dire d'une courbe telle que l'ordonnée MP (fig. 1) d'un de

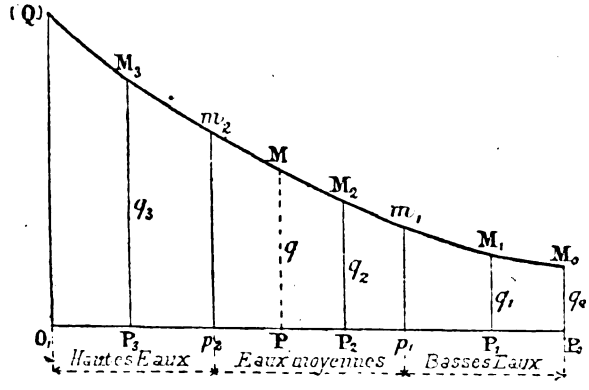


Fig. 1.

ses points M représente la valeur q au-dessus de laquelle le débit se maintient durant l'année pendant un nombre de jours représenté par l'abscisse OP_1. On distingue alors les trois périodes d'eaux basses, moyennes ou hautes, en admettant qu'elles intéressent respectivement un quart, une demie et un quart environ de l'année entière; on a ainsi les débits m_1p_1 et m_2p_2 qui limitent ces périodes et l'on en déduit les débits moyens q_1, q_2, q_3 qui correspondent à chacune d'elles Le débit d'étiage q_0 est donné par l'ordonnée extrême M_0P_0 et le débit de crues Q par l'ordonnée initiale (1). Quand on n'avait pas les moyens de tracer une semblable courbe des débits classés, on définissait du mieux qu'on pouvait les trois périodes ainsi que les nombres de jours auxquels elles correspondaient et l'on recherchait par quelque procédé approprié les débits moyens correspondants.

Mais chacun de ces débits n'est pas toujours le débit utilisable pour la production de la force motrice : une fraction plus ou moins importante est parfois nécessaire pour certains usages tels que irrigation, alimentation en eau potable de certains centres, navigation, etc. Les débits ainsi utilisés, qui peuvent être différents dans les différentes périodes, doivent être retranchés des débits moyens; les différences donnent les débits utilisables q_1', q_2', q_3'.

Le débit moyen utilisable en hautes eaux q_3' doit souvent subir encore une réduction. Si pour l'utilisation il faut prévoir un canal d'amenée et si les difficultés d'exécution de ce canal sont grandes, s'il faut, par exemple, l'exécution en tunnel dans du rocher sur de grandes longueurs, il pourra être opportun de sacrifier une partie du débit q_3' disponible en hautes eaux, de prévoir, par exemple, que le canal d'amenée ne pourra écouler qu'un débit maximum double du débit q_2' correspondant à la période des eaux moyennes; la valeur de q_3' est alors arrêtée en conséquence (1).

2. — Le second élément est la hauteur de chute.

La hauteur de chute brute H est donnée par la différence des altitudes, aux extrémités du cours d'eau envisagé, soit des berges, soit du fond du lit, soit des plans d'eau moyens.

De cette hauteur brute il faut tout d'abord retrancher la différence de niveau que l'on aura consentie entre les deux extrémités du canal d'amenée. Il faut, s'il y a lieu, y ajouter le relèvement du plan d'eau que l'on admet à l'origine de la prise d'eau, et, par contre, en retrancher le relèvement qui serait admis, le cas échéant, pour la chute venant immédiatement à l'aval de la chute considérée. S'il y a un remous à considérer dans le canal de fuite, pendant la période des hautes eaux, il faut en tenir compte pour cette période. Il faut encore, de la hauteur brute H, retrancher un certain nombre pour tenir compte de la situation des axes des turbines, si ces dernières sont des turbines à impulsions. Enfin il faut tenir compte, pour chacun des trois régimes considérés, des pertes de charge dans les conduites forcées amenant l'eau aux turbines (2). C'est après toutes ces corrections

(1) Ce dernier débit Q ne joue aucun rôle essentiel dans le calcul de la puissance disponible; il est consigné dans les tableaux uniquement pour compléter l'indication du régime du cours d'eau.

(1) La circulaire du 6 novembre 1916 contenait encore la note suivante au sujet de la détermination des débits :

Au nombre des améliorations possibles, il convient de signaler tout particulièrement celles qui pourraient résulter d'une régulation des débits au moyen de réservoirs d'étiage de grande capacité établis dans les parties supérieures des vallées. En période de hautes eaux ou même de crues, on constituerait des réserves dont on se servirait ensuite pendant la période des basses eaux pour augmenter les débits souvent insuffisants qui se produisent pendant cette période. On rapprocherait ainsi les limites supérieures et inférieures des puissances utilisables, au grand bénéfice de l'industrie. On comprend, du reste, qu'un étiage amélioré profiterait à toutes les chutes successives rencontrées sur le cours d'eau à l'aval du réservoir d'étiage. On ne saurait trop encourager les ingénieurs à examiner ce point de vue et les renseignements qui pourraient être donnés à ce sujet, bien qu'ils ne rentrent pas dans le cadre de l'inventaire actuellement demandé, pourront utilement figurer dans le cahier de notes succinctes annexé au tableau.

(2) A propos du calcul de ces pertes de charges la circulaire adressée aux ingénieurs faisait les remarques suivantes :

a) Sans limiter la liberté d'appréciation des ingénieurs, il est utile de leur indiquer une méthode expéditive pour effectuer cette dernière correction, qui n'est pas sans importance.

Les formules usuelles (notamment celles de M. Maurice Lévy) font connaître la perte de charge par mètre courant par des expressions de la forme

$$j = \frac{U^2}{\varphi(R)},$$

U étant la vitesse moyenne et R le rayon moyen. Si on remplace U par $\frac{q}{\omega}$, ω étant la section on obtient

$$j = \frac{q^2}{\omega^2 \varphi(R)}.$$

D'autre part, si H' est la différence de niveau entre le

Digitized by Google

que l'on obtient les hauteurs h_1, h_2, h_3 utilisables pendant les trois périodes d'eaux basses, moyennes et hautes.

3. — Les éléments de la puissance utilisable étant ainsi déterminés pour chacun des régimes considérés, cette puissance est évaluée systématiquement, pour avoir des résultats directement comparables, en poncelets (1). Si les débits sont exprimés en mètres cubes par seconde et les hauteurs en mètres, cette puissance est donnée en poncelets par la relation $P = 10 \times q' \times h$ pour chaque période. On en déduit la puissance moyenne pour l'année entière en tenant compte des durées relatives admises des périodes de basses eaux, d'eaux moyennes et de hautes eaux.

III. — Passons maintenant aux résultats qu'a fournis l'enquête entreprise par le ministère des Travaux publics.

1 — Ces résultats ont été résumés sous forme de tableaux qui n'occupent pas moins de 110 pages de la brochure éditée par les soins de ce ministère. A titre d'exemples de la manière dont sont présentés ces résultats nous reproduisons dans les tableaux I à III ceux qui se rapportent aux cours supérieur et moyen de la Loire, au haut Rhône (en amont de Lyon) et bas Rhône (de Lyon à Arles), enfin à l'un des affluents de ce dernier fleuve, la rivière d'Arve. On remarquera que dans une colonne, la dernière, se trouve indiquée une évaluation des dépenses nécessaires pour l'utilisation de la puissance utilisable sur le tronçon considéré. En raison du peu de temps alloué aux ingénieurs chargés de l'enquête, cette évaluation n'a pu être faite pour toutes les chutes dont la puissance a été calculée, et, de plus, elle ne peut avoir d'autre prétention que d'être approximative, même pour les travaux ayant donné lieu à des études antérieures, le prix des matériaux et de la main-d'œuvre n'ayant à l'heure actuelle aucune fixité.

2. — Les divers tableaux que contient l'ouvrage sont classés d'après le bassin auquel appartient le cours d'eau envisagé; pour chaque bassin il est donné un tableau récapitulatif. Nous avons reproduit dans le tableau IV les principales données relatives aux divers bassins. On voit par les nombres inscrits dans la dernière colonne que des puissances considérables sont encore disponibles sur la partie domaniale de nombreux cours d'eau.

En première ligne vient le *Rhône* qui, domanial depuis son entrée en France, permettrait de recueillir 647 000 poncelets entre la frontière suisse et Arles. On sait que de nombreux projets sont à l'étude pour l'utilisation de cette puissance en même temps que l'amélioration de la navigation. Pour la partie de son cours formant la frontière une demande d'autorisation d'un bar-

bassin de régulation et l'axe des turbines, la longueur des conduites forcées est KH', K dépendant de la pente de celles-ci. La perte de charge totale est donc de la forme

$$J = \frac{Kq^2H'}{\omega^2\varphi(R)} = \frac{q^2H'}{\Psi(\omega_1 R')}.$$

On pourra admettre que la section totale et le diamètre individuel des conduites forcées sont déterminés de telle sorte qu'en eaux moyennes, quand $q = q'_2$, la perte de charge totale consentie J est égale à une fraction α de H', ce qui revient à l'égalité

$$\frac{q'^2}{\Psi(\omega_1 R)} = \alpha.$$

On aura donc par hypothèse, en eaux moyennes, $J_2 = \alpha H'$.

En eaux basses, quand $q = q'_1$, on aurait la perte de charge J_1 par la proportion

$$\frac{J_1}{J_2} = \frac{q'^2_1}{q'^2_2}.$$

On opérerait de même pour le débit de hautes eaux, q'_3 rectifié, s'il y a lieu, comme on l'a dit plus haut, et en tenant compte aussi de la note *b* ci dessous.

Les chiffres q', q'_2. q'_3 rectifiés et h_1, h_2, h_3 définitivement rectifiés, prendront place les uns en dessous des autres dans des colonnes réservées spécialement dans le tableau.

b) La considération des pertes de charge dans les conduites forcées peut conduire à limiter le débit q'_3 utilisable en hautes eaux, et cela indépendamment des raisons tirées de la considération de la section du canal d'amenée.

En effet, si l'on se reporte à l'expression donnée plus haut pour J, et si on évalue la puissance P par la formule $P = q(H - J)$ on trouve

$$P = qH' \left(1 - \frac{q^2}{\Psi(\omega_1 R)}\right).$$

Cette puissance, qui est nulle pour $q = 0$ et croît d'abord avec q, passe par un maximum pour la valeur q satisfaisant à l'équation

$$1 - \frac{3q^2}{\Psi} = 0, \quad \text{d'où} \quad q\sqrt{\frac{\Psi}{3}} = q_2 \times \frac{1}{\sqrt{3\alpha}}$$

α étant la fraction consentie en eaux moyennes pour déterminer ω et R.

Si l'on suppose

$\alpha = 0{,}10$, on trouve $\frac{1}{\sqrt{3\alpha}} = 1{,}85$,

$\alpha = 0{,}08$, on trouve $\frac{1}{\sqrt{3\alpha}} = 2{,}04$,

$\alpha = 5{,}05$, on trouve $\frac{1}{\sqrt{3\alpha}} = 2{,}63$.

Il sera donc nécessaire de se limiter, en hautes eaux, à un débit voisin de $q'_3 = 2q'_2$, lorsque le débit brut q_3 atteindra de grandes valeurs relativement à q_2.

Il est, du reste, évident que dans ce cas on aura

$$J = \frac{J_2}{3\alpha} = \frac{H'}{3}.$$

(1) On sait que le poncelet vaut 100 kilogrammètres par seconde, et, par suite, 0,98067 kilowatt. En pratique, il peut donc être confondu avec le kilowatt.

Remarquons aussi que, si l'on admet pour les turbines un rendement moyen de 0,75, le nombre qui exprime en poncelets la puissance fournie aux turbines représente ainsi, en chevaux, la puissance que celles-ci fournissent.

Digitized by Google

rage à Pougny-Chancy a été faite par M. Emile Crépel; ce barrage créerait une chute de 6,50 m permettant d'obtenir environ 10 000 ch. Sur les 22 km qui sépare la frontière de Génissiat, la dénivellation de 70,50 m que présente le Rhône permettrait d'obtenir une puissance de 186 550 poncelets dont 12 100 seulement sont actuellement utilisés par l'usine de Bellegarde; il est presque inutile de rappeler ici que depuis plus de 10 ans il est

TABLEAU 1. — *Loire supérieure et Loire moyenne.*

NUMÉRO D'ORDRE DE LA SECTION	INDICATION DES SECTIONS	LONGUEUR EN KILOMÈTRES	HAUTEUR BRUTE EN MÈTRES	DÉBITS CLASSÉS : volume par seconde en m³ : sec	DÉBITS CLASSÉS : fréquence en fraction de l'année	DÉBIT ET CHUTE, réellement utilisables en m³ : sec et en m	PUISSANCE brute utilisable (1 074) en poncelets	PUISSANCE moyenne pour l'année entière en poncelets	PUISSANCE déjà utilisée en poncelets	APERÇU DES DÉPENSES nécessaires en francs
	I. *Loire supérieure* (de Vorey au confluent de l'Allier) (339 km).									
1	Entre 106,9 km et 119 km. Communes de Vorey et de Retournac (1).	10,5	29	q_0 — 2 q_1 — 5 q_2 — 16 q_3 — 50 Q — 1 200	1 6 2 3 1 6	4—20 15—18 30—14	800 2 700 4 200	2 633	0	3 500 000
2	Entre 122,1 km et 126,8 km. Communes de Retournac et de Beaux.	3	11	Id.	Id.	4— 9 15— 8 30— 6	360 1 200 1 800	1 160	0	1 000 000
3	Entre 131,56 km et 133,56 km. Communes de St-Maurice de Lignon et de Beaux (2).	2		q_0 — 2,1 q_1 — 5 q_2 — 16 q_3 — 52 Q — 1 220	Id.	4— 8 15— 7 30— 6	320 1 050 1 800	1 053	0	800 000
4	Entre 137,06 km et 141,8 km. Communes de Monistrol-sur-Loire et de Beauzac.	2,5	9	q_0 — 3,1 q_1 — 7 q_2 — 22 q_3 — 67 Q — 1 800	Id.	6— 7 21— 6 42— 4	420 1 260 1 680	1 190	0	800 000
5	Entre 150,96 km et 155,35 km. Communes de la Chapelle-d'Aurec, de Bas-en-Basset et d'Aurec.	3,6		q_0 — 3,7 q_1 — 8 q_2 — 23 q_3 — 72 Q — 2 000	Id.	7—13 22—12 44—10	910 2 640 4 400	2 645	0	1 500 000
6	De 1 500 m en aval de la limite des départements de la Haute-Loire et de la Loire à 400 m en amont du confluent du l'Ondaine. Communes de St-Martin et de Céloire.	3,8	14	q_0 — 4 q_1 — 10 q_2 — 30 q_3 — 100 Q — 2 000	0,17 0,66 0,17	6—11,5 20—12 20—12	690 2 400 2 400	2 115	0	3 250 000
7	Barrage de Roanne (3).			q_0 — 2 q_1 — 40 q_2 — 125 q_3 — 500 Q — 4 500	0,08 0,65 0,18 0,09	40— 1,39 125— 0,89	556 1 112	560	0	600 000
8	Barrage de St-Léger des Vignes (4).			q_0 — 11 q_1 — 59 q_2 — 110 q_3 — 1 000 Q — 6 000	0,13 0,32 0,50 0,05	11— 2,43 59— 2,15 110— 1,41	267 1 268 1 551	1 225	0	1 300 000
	Chute de St-Victor-sur-Loire (5).							900	900	
	Chute de la Vourdiat (St-Paul-de-Vézelin (6).							1 500	1 500	
	TOTAUX							14 981	2 400	

(1) Dans cette section, au point 110,16 km, se trouve l'usine Fouray qui dispose d'un débit de 3,2 m³ et d'une chute de 0,70.
(2) Dans cette section se trouvent les moulins de Confolens qui disposent d'une chute de 2,60 avec un débit de 1 m³.
(3) Il existe en amont du barrage de Roanne, sur le bord du fleuve, une station centrale d'électricité à vapeur appartenant à la Société électrique du Centre, laquelle est naturellement indiquée pour absorber l'énergie électrique qui serait produite à ce barrage.
(4) Une demande d'autorisation d'utilisation de la chute du barrage à Saint-Léger a été présentée avant la guerre par M. Boignes, industriel à Decizes. Les formalités d'instruction ont été interrompues par la mobilisation, M. Boignes a toujours l'intention de poursuivre l'affaire.
(5) Usine de la Compagnie électrique de la Loire et du Centre, en fonctionnement.
(6) Usine de la Compagnie électrique de la Loire et du Centre, en fonctionnement.

Digitized by Google

TABLEAU I. — *Loire supérieure et Loire moyenne.* (Suite.)

NUMÉRO D'ORDRE DE LA SECTION	INDICATION DES SECTIONS	LONGUEUR EN KILOMÈTRES	HAUTEUR BRUTE EN MÈTRES	DÉBITS CLASSÉS : volume par seconde en m³ : sec	DÉBITS CLASSÉS : fréquence en fraction de l'année	DÉBIT ET CHUTE réellement utilisables en m³ : sec et en m	PUISSANCE brute utilisable ($10\,qh$) en poncelets	PUISSANCE moyenne pour l'année entière en poncelets	PUISSANCE déjà utilisée en poncelets	APERÇU DES DÉPENSES nécessaires en francs
	II. *Loire moyenne* (entre les confluents de l'Allier et de la Vienne (341 km).									
1	Barrage mobile à construire à Fourchambault (164 km + 200 m) (1).			q_0 — 20 q_1 — 120 q_2 — 300 q_3 — 2 000 Q — 9 000	0,12 0,30 0,50 0,08	20 — 2,40 120 — 2,10 200 — 1,40	480 2 520 2 800	2 200	0	2 500 000
2	Entre la limite des départements de la Nièvre et du Loiret et celle des départements du Loiret et de Loir-et-Cher (415-545 km) (2).	130	52,89	q_0 — 30 q_1 — 106 q_2 — 294 q_3 — 481 Q — 9 000	0,25 0,50 0,25	100 — 40,04 290 — 40,04 480 — 40,04	40 040 116 116 192 192	116 116	0	57 960 000
3	Entre la limite des départements du Loiret et de Loir-et-Cher et Blois (545-568 km) (3).	23	10,96	Id.	Id.	100 — 6,20 290 — 6,20 480 — 6,20	6 200 17 980	17 980	0	12 240 000
4	Entre la limite des départements de Loir-et-Cher et d'Indre-et-Loire (568-592 km) (4).	24	7,10	Id.	Id.	100 — 5,3 290 — 5,3 480 — 5,3	5 300 15 370 25 440	15 370	0	9 000 000
5	Entre la limite des départements de Loir-et-Cher et d'Indre-et-Loire et Cinq-Mars (confluent du Cher) (592-645 km) (5).	53	20,90	Id.	Id.	100 — 15,7 290 — 15,7 480 — 15,7	15 700 45 530 75 360	45 530	0	27 000 000
6	Entre le confluent du Cher à Cinq-Mars et le confluent de la Vienne à Candes (645-680 km) (6).	35	10,60	q_0 — 45 q_1 — q_2 — 368 q_3 — Q —		365 — 7,95	29 017	29 017	0	12 000 000
	TOTAUX							226 213		

(1) Il existe à Fourchambault une digue submersible enracinée à la rive gauche et laissant une passe de 90 m entre son extrémité aval et la rive droite : cette digue a été établie pour maintenir un cheval permettant aux bateaux venant du canal latéral à la Loire de traverser le fleuve pour desservir les usines établies sur la rive droite. En 1865, le Service de la Loire présenta un projet de barrage mobile destiné à fermer la passe ; mais ce projet fut abandonné par suite du refus des usines à participer à la dépense. Depuis que le chemin de fer P.-L.-M. dessert les usines la navigation a cessé ; mais on peut reprendre le projet sus-indiqué en vue de l'utilisation de la chute ainsi créée, l'énergie produite serait facilement absorbée par la Société Edison qui a entrepris la construction d'une usine électrique à vapeur tout à proximité.

(2) On suppose qu'en aval de l'embouchure du canal latéral, la Loire serait rendue navigable par l'établissement de barrages dont les chutes seraient utilisées par des usines hydrauliques.

26 barrages.

(3) 9 barrages.

(4) 3 barrages.

(5) 9 barrages.

(6) 4 barrages.

question d'utiliser la presque totalité de la puissance disponible sur ce parcours, soit par la création d'un barrage unique à Génissiat (projet Harlé) donnant une puissance moyenne annuelle de 180 000 ch, et, à l'étiage, une puissance de 80 000 ch, soit par l'établissement de deux barrages (projet de la Société française des Forces hydrauliques du Rhône). Pour la section entre Génissiat et Jonage, il est question de créer six barrages donnant une puissance à peu près égale à celle de la chute de Génissiat ; une demande de concession a été faite par le Syndicat des Forces motrices de la Chantagne pour l'un de ces barrages qui donnerait une puissance de 17 000 ch à l'étiage et de 35 000 ch comme moyenne annuelle. Pour la partie du Rhône comprise entre Lyon et Arles, d'une longueur de 283 km et sur laquelle 260 000 poncelets sont disponibles, le problème du captage de cette puissance est rendu plus difficile par la nécessité d'effectuer les aménagements sans gêner la navigation dont le trafic, déjà important (en 1917, 335 000 t à la remonte et 132 700 t à la descente), ne peut qu'augmenter par suite du désir des Suisses de se créer un débouché en Méditerranée ; aussi ne faut-il pas s'attendre à une utilisation

Digitized by Google

TABLEAU II. — *Haut Rhône et moyen Rhône.*

NUMÉRO D'ORDRE DE LA SECTION	INDICATION DES SECTIONS	LONGUEUR EN KILOMÈTRES	HAUTEUR BRUTE EN MÈTRES	DÉBITS CLASSÉS : volume par seconde en m³ : sec	DÉBITS CLASSÉS : fréquence en fraction de l'année	DÉBIT ET CHUTE réellement utilisables en m³ : sec et en m	PUISSANCE brute utilisable (10 q h) en poncelets	PUISSANCE moyenne pour l'année entière en poncelets	PUISSANCE déjà utilisée en poncelets	APERÇU DES DÉPENSES nécessaires en francs
	I. *Rhône en amont de Lyon* (191 km).									
1	De la frontière suisse (rive droite) à la frontière suisse (rive gauche) 194-184 km) (1).	7	10,50	q_0 — 120 q_1 — 140 q_2 — 275 q_3 — 550 Q — 800	0,25 0,50 0,25	$\frac{140}{2}$ — 8,95 $\frac{275}{2}$ — 8,30 $\frac{350}{2}$ — 6,30	6 265 11 400 11 025	10 028	0	7 000 000
2	De la frontière suisse (rive gauche) à Génissiat (184-162 km) (2).	22	70,50	q_0 — 130 q_1 — 155 q_2 — 305 q_3 — 630 Q — 1 000	Id.	155—69 305—67,5 350—65	106 950 205 875 227 500	186 550	12 100	90 000 000
3	De Génissiat au confluent des Usses (162-152 km).	10	9	q_0 — 135 q_1 — 160 q_2 — 320 q_3 — 670 Q — 1 100	0,25 0,50 0,25	160 — 8,5 320 — 7,7 350 — 6,5	13 600 24 640 22 750	21 408	0	9 500 000
4	Entre le confluent des Usses et le Mollard de Vions (152-135 km) (3).	17	19,50	q_0 — 145 q_1 — 175 q_2 — 350 q_3 — 740 Q — 1 350	Id.	155—16,25 300—15,40 350 — 15	25 187 46 200 52 500	42 512	0	22 000 000
5	Du Mollard de Vions à Yenne (135-119 km) (4).	16	13	q_0 — 155 q_1 — 190 q_2 — 390 q_3 — 800 Q — 1 600	Id.	170 — 9,50 340 — 8,50 350 — 7	16 500 28 900 24 500	24 612	0	14 500 000
6	D'Yenne à Peyrieu (119-109 km) (5).	10	7	q_0 — 160 q_1 — 300 q_2 — 410 q_2 — 830 Q — 1 800	Id.	180 — 6 350 — 5,60 350 — 4	10 800 19 600 14 000	16 000	0	15 500 000
7	De Peyrieu au pont de Groslée (109-85 km) (6).	24	11,50	q_0 — 160 q_1 — 200 q_2 — 410 q_3 — 830 Q — 1 800	Id.	180—10 350— 9,6 350 — 8	18 000 33 600 28 000	28 300	0	30 000 000
8	Du pont de Groslée à Jons (85-27 km) (7).	58	21,50	q_0 — 165 q_1 — 210 q_2 — 430 q_3 — 860 Q — 2 000	Id.	190 — 18,5 350 — 17 350 — 16	35 150 59 500 56 000	52 538	0	67 000 000
9	De Jons à Vaulx (27-10 km) (8).	17	14	q_0 — 220 q_1 — 285 q_2 — 540 q_3 — 1 200 Q — 2 500	Id.	190 — 17,20 350 — 10 350 — 8,5	23 120 35 000 29 750	30 732	20 000	4 000 000
10	De Vaulx à la Saône (traversée de Lyon) (10 km) (9).	10	8	Id.	Id.	0		0	0	0
	TOTAUX.....							412 690	32 100	

(1) Le débit est à partager entre les deux Etats riverains. — Une demande pour l'établissement d'un barrage à Pougny-Chancy créant en France une chute de 6,50 m et d'une puissance moyenne d'environ 10 000 ch a été présentée par M. Emile Crépel. Il ne resterait à aménager que la partie comprise entre le barrage de Pougny-Chancy et la frontière suisse R. G., soit une chute de 4 m à l'étiage, ce qui nécessiterait un barrage coûteux qui ne semble économiquement réalisable que s'il ne concourt à la navigabilité du Rhône.

(2) Dans cette section se trouve l'usine de Bellegarde d'une puissance de 10 800 ch. — Diverses demandes ont été présentées pour l'aménagement d'une chute totale de 70 m donnant 80 000 ch à l'étiage et une puissance moyenne annuelle de 180 000 ch.

(3) Il y a lieu de réserver un débit de 20 à 30 m³. Cette section a fait l'objet d'une demande en concession de la part du Syndicat des Forces motrices de la Chautagne, pour une chute de 16,30 en étiage et 14,50 en eaux d'été, ce qui donnerait une puissance de 17 000 ch à l'étiage et de 35 000 ch comme moyenne annuelle.

(4) Il y a lieu de réserver un débit de 20 à 30 m³.

(5) Id.

(6) Id.

(7) Id.

(8) L'usine de Jonage établie dans cette section utilise actuellement de 100 à 150 m³.
Il y a lieu de réserver de 20 à 150 m³ (débit de l'Ain).

(9) Dans cette section qui comprend exclusivement la traversée de Lyon aucun aménagement de force hydraulique n'est possible.

Digitized by Google

TABLEAU II. — *Moyen Rhône et Bas Rhône.* (Suite.)

NUMÉRO D'ORDRE DE LA SECTION	INDICATION DES SECTIONS	LONGUEUR EN KILOMÈTRES	HAUTEUR BRUTE EN MÈTRES	DÉBITS CLASSÉS : volume par seconde en m³ : sec	DÉBITS CLASSÉS : fréquence en fractions de l'année	DÉBIT ET CHUTE réellement utilisables en m³ : sec et en m	PUISSANCE brute utilisable (10 q_4) en poncelets	PUISSANCE moyenne pour l'année entière en poncelets	PUISSANCE déjà utilisée en poncelets	APERÇU DES DÉPENSES nécessaires en francs
	II. *Bas-Rhône* (de Lyon à Arles) (283 km).									
1	Entre les confluents de la Saône et de l'Isère (0-103 km).	103	5,2	q_0 — 290 q_1 — 435 q_2 — 830 q_3 — 1 670 Q — 4 000	0,25 0,50 0,25	345 - 14,4 450 - 12,8 450 — 10,2	46 800 57 600 45 900	51 975	0	68 000 000
2	Entre les confluents de l'Isère et de l'Ardèche (103-191 km) (1).	88	67	q_0 — 400 q_1 — 635 q_2 — 1 300 q_3 — 2 100 Q 6 000	Id.	450 — 37 450 — 33 450 — 26,3	166 500 148 500 118 350	145 462	0	116 000 000
3	Entre les confluents de l'Ardèche et de la Durance (191-248 km).	57	29,5	q_0 — 470 q_1 — 790 q_2 — 1 700 q_3 — 3 000 Q — 8 000	Id.	450 — 15,8 450 — 14 450 — 11,2	71 100 63 000 50 400	61 875	0	38 000 000
4	Entre le confluent de la Durance et Arles (origine du Rhône maritime (248-283 km).	35								
	TOTAUX.....							259 312	0	

(1) Dans cette section, une dérivation a été étudiée et a fait l'objet d'une demande en concession de M. Mollard.

prochaine de ces 260 000 poncelets malgré le nombre et la valeur technique des études déjà faites.

La *Durance* vient en seconde ligne avec 431 500 poncelets, soit huit fois environ la puissance déjà utilisée sur la partie domaniale de ce cours d'eau. On sait d'ailleurs que divers projets d'utilisation sont depuis plusieurs années à l'étude et que quelques-uns sont en voie de réalisation. L'un, dit de Serre-Ponçon, étudié par la Société pour la Régularisation de la Durance, prévoit la construction au confluent de l'Ubaye d'un barrage-réservoir permettant d'emmagasiner 580 000 000 m³ d'eau permettant de déverser 50 m³ : sec dans la Durance pendant la période des basses eaux et d'augmenter ainsi de 460 000 000 kw-h la production annuelle d'énergie des usines établies ou à établir à l'aval ; les dépenses prévues au moment de la demande en concession, en novembre 1909, s'élevaient à une centaine de millions. Un autre projet, étudié aussi par la Société pour la Régularisation de la Durance, s'applique à la chute de Curbans, en aval de Serre-Ponçon, qui permettrait d'obtenir une puissance de 17 000 à 60 000 ch. La chute de Le Poet, en aval de l'usine de Ventavon, est actuellement en cours d'aménagement par la Société des Forces motrices de la Durance ; elle donnera de 11 000 à 40 000 ch ; la dépense prévue est de 30 000 000 fr. La chute de Chateau-Arnoux, concédée à la Compagnie d'Alais et de la Camargue le 11 octobre 1909, mais dont l'aménagement n'est pas encore effectué, donnera de 7000 à 18 000 ch. La Société des Forces motrices de la Durance étudie l'installation d'une usine 16 000 à 50 000 ch sur la chute du canal de Manosque, en amont des usines de Brillanne-Villeneuve et du Largue de l'Energie électrique du Littoral méditerranéen, laquelle société étudie l'aménagement en aval de ces usines d'une nouvelle usine de 18 000 à 50 000 ch. Le ministère de l'Armement et le ministère de l'Agriculture projettent le captage d'une puissance de 12 500 à 35 000 ch entre les confluents du Verdon et de la Lèze. Un autre projet, mis au point par la Compagnie générale d'Électricité permettra l'utilisation de 6000 à 30 000 ch en aval, entre Pertuis et Cadenat.

En troisième ligne vient la *Loire* qui, de Vorey où elle devient domaniale à Candes au confluent de la Vienne, permettrait d'obtenir 241 000 poncelets dont 2 400 seulement sont utilisés par les usines établies par la Compagnie électrique de la Loire et du Centre à la chute de Saint Victor-sur-Loire (900 poncelets) et à la chute de la Vourdiat (1 500 poncelets).

L'*Isère* vient ensuite avec 238 000 poncelets sur la partie domaniale de son cours, qui commence au pont d'Aigueblanche. Divers projets d'utilisation sont à l'étude. L'un, présenté par la Société des Forces motrices de Tarentaise, prévoit l'aménagement d'une puissance 12 000 à 40 000 ch (30 000 ch en moyenne) sur les 25 km qui séparent le pont d'Aigueblanche du confluent de l'Arly. Une demande de concession a été faite par

Digitized by Google

TABLEAU III. — *Rivière d'Arve (partie française, 63 km).*

NUMÉRO D'ORDRE DE LA SECTION	INDICATION DES SECTIONS	LONGUEUR EN KILOMÈTRES	HAUTEUR BRUTE EN MÈTRES	DÉBITS CLASSÉS : volume par seconde en m³ : sec	DÉBITS CLASSÉS : fréquence en fractions de l'année	DÉBIT ET CHUTE réellement utilisables en m³ : sec et en m	PUISSANCE brute utilisable (1000 kg/s) en poncelets	PUISSANCE moyenne pour l'année entière en poncelets	PUISSANCE déjà utilisée en poncelets	APERÇU DES DÉPENSES nécessaires en francs
1	Du confluent du Bonnant au ruisseau de Sallanches (0-6 km).	6	34	q_0 — 3 q_1 — 6 q_2 — 16 q_3 — 40 Q > 200	0,25 0,50 0,25	6—27 15—27 30—27	1 600 4 000 8 000	4 500	0	de 800 à 1 200 par ch
2	Entre les ruisseaux de Sallanches et de Flaine (6-14,3 km).	8,3	31	q_0 — 3,3 q_1 — 9 q_2 — 32 q_3 — 40 Q > 300	Id.	8—25 20—25 40—24	2 000 5 000 9 500	5 300	0	»
3	Entre le ruisseau de Flaine et le Foron de Scionzier (14,3-24,9 km).	10,6	36	q_0 — 3,3 q_1 — 10 q_2 — 25 q_3 — 55 Q > 300	Id.	9—29 20—29 40—28	3 500 5 500 11 000	6 000	50	»
4	Entre le Foron de Scionzier et la Giffre (24,9-29,4 km).	4,5	12	q_0 — 3,4 q_1 — 11 q_2 — 30 q_3 — 60 Q > 400	Id.	10—10 25— 9,5 50— 9	1 000 2 300 4 500	2 500	0	»
5	Entre la Giffre et la Borne (29,4-37,7 km).	8,3	16	q_0 — 3,8 q_1 — 17 q_2 — 50 q_3 — 90 Q > 400	Id.	15—13 40—12 60—11	2 000 4 800 6 500	4 500	0	»
6	Entre la Borne et le Foron de la Roche (37,7-41,4 km).	3,7	7	q_0 — 4,1 q_1 — 18 q_2 — 53 q_3 — 92 Q > 700	Id.	16— 6 45— 5 60— 4	1 000 2 200 2 400	1 900	0	»
7	Entre le Foron de la Roche et le Foron de Régnier (41,4-52,6 km).	11,2	21	q_0 — 4,2 q_1 — 19 q_2 — 55 q_3 — 93 Q > 800	0,25 0,50 0,25	16—17 50—16 60—15	2 500 8 000 9 000	6 800	0	»
8	Entre le Foron de Régnier et le Viaison (52,6-55,5 km) (2).	2,9	6,5	q_0 — 4,3 q_1 — 18 q_2 — 58 q_3 — 94 Q > 800	0,25 0,50 0,25	17— 6 50— 5 60— 4,5	1 000 2 500 2 700	2 000	200	»
9	Entre le Viaison et le Ménage (55,5-56,3 km).	0,8	2,5	q_0 — 4,4 q_1 — 19 q_2 — 62 q_3 — 97 Q > 900	Id.	18— 2 55— 1,5 60— 1	360 840 600	500	0	»
10	Entre le Ménage et le Doron de Juvigny (frontière suisse) (56,3-63,3 km).	7	15	q_0 — 4,6 q_1 — 21 q_2 — 63 q_3 — 78 Q > 1000	Id.	20— 12 60—11 60—10	3 400 6 500 6 000	5 000	0	»
	TOTAUX							39 000	250	

(1) Les chiffres donnés ci-contre ne sont qu'approximatifs; il y aura lieu de les modifier à mesure que se préciseront les projets et les possibilités d'utilisation des chutes mentionnées.
Aucune demande d'utilisation des chutes de l'Arve n'a été faite jusqu'à présent.
(2) Dans cette section se trouve l'usine d'Arthas (chemin de fer du Salève) qui utilise une puissance moyenne de 200 ch.

M. Mézen pour la chute du Versoud (4 000 à 8 200 ch, moyenne 6 800 ch) et la chute de Meylan (4 400 à 8 800 ch, moyenne 7 000 ch). Un projet est à l'étude pour l'utilisation de la chute de Beauvoir (12 000 à 30 000 ch,

Digitized by Google

TABLEAU IV. — *Récapitulation sommaire par bassin.*

DÉSIGNATION DES COURS D'EAU	LONGUEUR DES COURS D'EAU en km	PUISSANCE MOYENNE POUR L'ANNÉE ENTIÈRE en poncelets	PUISSANCE DÉJA UTILISÉE en poncelets	PUISSANCE DISPONIBLE en poncelets
I. BASSINS DU VERSANT DE LA MER DU NORD.				
1. Bassin du Rhin.				
Rivière de Moselle	155	1 443	80	1 363
Rivière de Meurthe, affluent de la Moselle	127	449		449
de Vezouse, affluent de la Meurthe	68	150		150
2. Bassin de la Meuse.				
Rivière de Meuse et canal de l'Est (branche nord)	272	17 677	2 846	14 831
de Semoy, affluent de la Meuse	33	1 225		1 225
TOTAUX		20 944	2 926	18 018
II. BASSIN DE LA SEINE.				
Seine, entre les confluents de l'Aube et de l'Yonne	68	2 119	0	2 119
Id. de la Marne et de l'Oise	77	1 550	1 000	550
Id. de l'Oise et de l'Eure	135	11 188	20	11 168
Aube	106	637	180	457
Yonne		2 067	37	2 030
Cure (affluent de l'Yonne)	18	17	0	17
Loing (canal du)		11	0	11
Marne	327	3 760	324	3 436
Oise (en aval du confluent de l'Aisne)	100	6 330	25	6 305
Aisne (affluent de l'Oise)	238	692	76	616
Eure	14	27		27
TOTAUX		28 398	1 662	26 736
III. BASSINS SECONDAIRES DU VERSANT DE LA MANCHE.				
Somme (rivière et canal de la Somme)	156	522		522
Rivière de Touques	29	180		180
de Vire	69	818		818
TOTAUX		1 520		1 520
IV. BASSIN DE LA LOIRE.				
Loire supérieure, de Vorey au confluent de l'Allier	339	14 981	2 400	12 581
moyenne, entre les confluents de l'Allier et de la Vienne	341	226 213		226 213
Rivière d'Aaron	25	75		75
d'Allier	290	8 867		8 867
de Cher	282	6 754	244	6 510
de Vienne	83	5 334		5 334
de Creuse, affluent de la Vienne	111	696	296	400
de Mayenne	125	25 039	3 642	21 379
d'Oudon, affluent de la Mayenne	19	406		406
de Sarthe	134	409		409
TOTAUX		288 774	6 582	282 192
V. BASSINS SECONDAIRES DU VERSANT DE L'ATLANTIQUE.				
Aulne (canal de Nantes à Brest, versant du Finistère)	129	9 176	281	8 895
Blavet (canal de Nantes à Brest, versant du Blavet et canal du Blancy)	129	6 900	1 071	5 829
Rivière d'Oust, affluent de la Vilaine, (canal de Nantes à Brest)	94	4 261	613	3 648
Rivière de Charente	196	1 219	32	1 187
TOTAUX		21 556	1 997	19 559

Digitized by Google

TABLEAU IV. — *Récapitulation sommaire par bassin.* (Suite.)

DÉSIGNATION DES COURS D'EAU	LONGUEUR DES COURS D'EAU en km	PUISSANCE MOYENNE POUR L'ANNÉE ENTIÈRE en poncelets	PUISSANCE DÉJA UTILISÉE en poncelets	PUISSANCE DISPONIBLE en poncelets
VI. BASSIN DE LA GARONNE.				
Garonne, entre la frontière espagnole et le confluent du Salat	85	25 312	552	24 760
entre les confluents du Salat et de l'Ariège	69	21 865	535	21 330
entre les confluents de l'Ariège et du Tarn	90	3 825	1 200	2 625
entre les confluents du Tarn et du Lot	79	17 624	0	17 624
entre les confluents du Lot et de la Dordogne	150	7 900	0	7 900
canal latéral à la Garonne	193	2 310	0	2 310
Rigole alimentaire du canal du Midi dite de la Montagne		1 267	0	1 267
Rivière du Salat	38	3 535		3 535
d'Ariège	38	2 158	28	2 130
de Tarn	147	21 359	7 765	13 594
de Baïse	84	3 593	1 951	1 642
de Lot	76	94 078	6 636	87 442
de Ciron	38	342		342
de Dordogne	414	182 858	24 300	158 558
de Vézère, affluent de la Dordogne	47	880		880
d'Isle, affluent de la Dordogne	143	12 118	820	11 298
TOTAUX		401 024	43 787	357 237
VII. BASSIN DE L'ADOUR.				
Rivière d'Adour	174	277	75	202
Gave de Pau	102	1 110	1 110	
Gave d'Oloron, affluent du Gave de Pau	73	2 096		2 096
TOTAUX		3 483	1 185	2 398
VIII. BASSIN DU RHÔNE.				
Rivière d'Arve	63	39 000	250	38 750
Haut-Rhône (en amont de Lyon)	191	412 690	32 100	388 090
Bas-Rhône (de Lyon à Arles)	283	259 312		259 312
Rivière du Fier	3	1 500	500	1 000
d'Ain	161	34 928	3 464	31 464
du Doubs		10 151	2 159	7 992
de la Loue, affluent du Doubs	34	2 670		2 670
d'Isère	216	238 000		238 000
d'Arly, affluent de l'Isère	11	6 100		6 100
d'Arc, affluent de l'Isère	36	38 500		38 500
du Drac, affluent de l'Isère	11	16 000		16 000
de Bourne, affluent de l'Isère	13	4 000		4 000
de Lyonne, affluent de la Bourne	5	800		800
du Bez, affluent de la Drôme	10	3 000	50	2 950
de Drôme	68	26 500	1 350	25 150
d'Ardèche	35	2 317		2 317
de Durance	256	488 500	57 000	431 500
du Buech, affluent de la Durance	65	17 400	400	17 000
du Petit Buech, affluent du Buech	26	2 600		2 600
TOTAUX		1 603 968	97 273	1 506 695
IX. BASSINS SECONDAIRES DU VERSANT DE LA MÉDITERRANÉE.				
Rivière d'Aude	151	10 985	1 540	9 445
Rivière du Var	24	29 000	6 200	22 800
TOTAUX		39 985	7 740	32 245

moyenne 25000 ch) entre les confluents de la Drévenne et de la Bourne; un autre pour l'utilisation de la chute de Valensole (10000 à 25000 ch, moyenne 20000 ch) entre les confluents de la Bourne et de l'Herbane. La chute de Beaumont-Montreux, entre l'Herbane et le confluent de l'Isère et du Rhône a été concédée à l'Energie électrique de la Basse-Isère, le 25 octobre 1914; l'usine, en voie d'achèvement, donnera 10000 à 28000 ch, soit en moyenne 22000 ch.

En cinquième ligne vient la *Dordogne* avec 183000 pon-

Digitized by Google

TABLEAU V. — *Récapitulation générale.*

NOMS DES BASSINS	PUISSANCE MOYENNE POUR L'ANNÉE ENTIÈRE en poncelets	PUISSANCE DÉJA UTILISÉE en poncelets	PUISSANCE DISPONIBLE en poncelets
I. Bassins du versant de la mer du Nord	20 944	2 926	18 018
II. Bassin de la Seine	28 398	1 662	26 736
III. Bassins secondaires du versant de la Manche	1 520		1 520
IV. Bassin de la Loire	288 774	6 582	282 192
V. Bassins secondaires du versant de l'Atlantique	21 556	1 997	19 559
VI. Bassin de la Garonne	401 024	43 787	357 237
VII. Bassin de l'Adour	3 483	1 185	2 298
VIII. Bassin du Rhône	1 603 968	97 273	1 506 695
IX. Bassins secondaires du versant de la Méditerranée	39 985	7 740	32 245
X. Usines de faible puissance recensées en 1906 et non comprises dans les tableaux	84 600	84 600	
TOTAUX	2 493 252	247 752	2 245 500

celets sur lesquels 2 400 sont utilisés, laissant par suite disponibles 159 000 poncelets. Comme utilisations projetées, il n'en est signalé que deux, dues à l'initiative de l'Energie électrique du Sud-Ouest, déjà concessionnaire de l'importante usine de Tuilière; elles portent sur une puissance globale de 26 000 poncelets, un peu supérieure à celle indiquée pour l'usine de Tuilière (24 300 poncelets).

Un autre affluent de la Garonne, le *Lot*, se présente en belle place avec 94 000 poncelets dont 6600 sont utilisés; aucun projet d'utilisation n'est mentionné.

3. — On voit par cet aperçu combien sont intéressants pour l'avenir de l'industrie hydro-électrique les résultats de l'inventaire dressé par les soins du ministère des Travaux publics. Il convient, d'ailleurs, d'ajouter que ce n'est que la préface d'un travail plus considérable comportant l'étude de plans d'aménagements pour chacun des cours d eau du domaine public, étude qui permettra l'utilisation rationnelle de nos richesses hydrauliques domaniales.

J. R.

Assemblées générales

Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 25 JUIN 1918.

La prolongation de la guerre a rendu la production et la distribution de l'électricité encore plus difficiles et plus coûteuses en 1917 qu'en 1916, 1915 et 1914.

Malgré l'importante réduction de la consommation pour l'éclairage, l'augmentation considérable de la consommation pour la force motrice, dont 80 pour 100 environ est utilisée par les usines travaillant pour la Défense nationale, a mis la Compagnie dans l'obligation de faire travailler à leur limite de puissance toutes ses installations de production et de distribution avec un horaire largement accru.

C'est ainsi : que la puissance maximum a atteint, en 1917, 80240 kw dont 3 000 kw fournis par les accumulateurs, tandis qu'elle était de 68300 kw en 1916;

Que le nombre de kilowatts-heures produits s'est élevé de 176912077 en 1916 à 211634476 en 1917 ;

Que le nombre des kilowatts-heures consommés par les abonnés s'est élevé de 128263631 en 1916 à 161205866 en 1917, dont 125786596 pour la force motrice et 35419270 seulement pour l'éclairage, tandis qu'en 1913 la consommation pour l'éclairage était de 64 millions de kilowatts-heures et celle de la force motrice de 23 millions seulement.

Ce qui était l'accessoire de la Compagnie en est devenu le principal permettant aux industriels qui travaillent pour la guerre d'obtenir à bon marché une force motrice qu'ils n'auraient pu se procurer qu'à des prix très élevés, et que souvent ils n'auraient pu obtenir en raison de la pénurie et de l'augmentation énorme du prix du combustible et des matières.

Le concours des pouvoirs publics a assuré à la Société le combustible nécessaire au fonctionnement de ses usines, mais malgré l'atténuation résultant d'attributions appréciables de charbon français, elle a dû subir, comme elle le prévoyait, la hausse invraisemblable des prix de toutes les fournitures nécessaires à son industrie. C'est une surcharge de plus de 16 millions sur la dépense, cette surcharge n'a pu être compensée jusqu'ici que dans une mesure insuffisante par les indemnités consenties par la clientèle, réduites d'ailleurs de près d'un quart par le prélèvement municipal. D'autre part, la baisse de la qualité a entraîné la mise en marche de près de 25 à 30 pour 100 en plus du nombre des générateurs nécessaires en temps normal et poussé à sa limite l'effort de ce matériel.

Pour desservir de nouveaux abonnés, il devient nécessaire de renforcer les sous-stations, les centres de couplage ainsi que les canalisations primaires, secondaires et de rues. Il faut également ou développer les usines ou recourir à des fournitures de courant extérieur, soit thermique, soit hydro-électrique.

D'après l'article 28 de la Convention du 5 septembre 1907 une partie des travaux sont à la charge du concessionnaire;

Digitized by Google

il résulte de ce fait que les dépenses complémentaires excédant la somme forfaitaire annuelle de 1 700 000 fr sont à la charge de la Ville de Paris. Une controverse est ouverte à ce sujet et des mesures provisoires ou partielles ont été prises en attendant la solution.

La Société a dû également introduire une instance devant les tribunaux administratifs pour obtenir la compensation à laquelle elle a droit.

Les recettes brutes d'exploitation ont atteint 50 236 139,57 fr et les dépenses 32 753 275,11 fr auxquelles il faut ajouter 6 322 255,99 fr de loyer dû à la Ville de Paris.

La recette nette se trouve ramenée à 11 160 808,47 fr, plus les intérêts divers de 753 060,55 fr.

De cette somme il faut déduire l'intérêt des obligations 3 789 931,25 fr, et le compte d'amortissement annuel, 4 891 697,71 fr.

Le solde bénéficiaire net reste à 3 232 240,06 fr dont 5 pour 100 sont versés à la réserve légale.

Le report des exercices antérieurs était de 2 622 092,15 fr, le total disponible est donc de 5 692 720,21 fr. Un dividende de 4 pour 100 est réparti aux actionnaires : 9,50 fr par action nominative et 8,36 fr par action au porteur contre coupon n° 10.

Le solde reporté à nouveau est de 1 692 720,21 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Dépenses de premier établissement	201 278 252,21
Mobilier et installations	1 705 498,69
Prime de remboursement des obligations	2 375 000 »
Caisses et banques	13 243 810,21
Valeurs en portefeuille	8 063 445,15
Cautionnement	2 031 296,10
Approvisionnements	3 239 133,27
Comptes débiteurs	14 710 291,85
Transformation de l'éclairage public	741 295,24
	247 388 022,72

Passif.

	fr
Capital social	100 000 000 »
Obligations en circulation	90 882 500 »
Obligations amorties	9 117 500 »
Réserve pour amortissement des actions	9 292 455,01
Réserve supplémentaire	13 179,58
Réserve légale	769 583,79
Bénéfices reportés des exercices antérieurs	2 622 092,15
Comptes créditeurs	31 458 472,13
Bénéfice de l'exercice	3 232 240,06
	247 388 022,72

Société du Gaz et de l'Electricité de Marseille.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 27 JUIN 1918.

Les résultats de l'exercice ont été moins mauvais que ceux de l'année dernière grâce à un prix moins élevé des charbons, à une amélioration des prix des sous-produits de la distillation et à l'accroissement des bénéfices de l'exploitation de l'électricité.

Pendant cette année il y a eu une diminution des ventes d'électricité, qui de 79 335 067 kw-h en 1916 sont passées à 75 509 979 kw-h. Le fléchissement des consommations sur le réseau de lumière et de petite force est la conséquence des réglementations (avance de l'heure, économies imposées) ; sur le réseau de grosse force motrice il est dû à la marche irrégulière des grandes industries marseillaises, huileries, minoteries, mal alimentées en matières premières.

Malgré la diminution des ventes, l'exploitation de l'électricité, en raison du renouvellement à de meilleures conditions de contrats arrivés à expiration, a apporté un concours plus important aux bénéfices. En 1917 il y a eu 1 185 abonnés nouveaux.

Aucun travail neuf n'a été entrepris au cours de cette année ; seules les dépenses d'installations de branchements indispensables ont été faites. Il a été employé 37 878,46 fr pour le groupe convertisseur de 4 000 kw, 13 985,02 fr pour la nouvelle turbine de 2 000 kw et 18 741,79 fr pour l'équipement de la sous-station de la gare Saint-Charles des Chemins de fer P.-L.-M.

La ville de Marseille a perçu en 1917 une somme de 621 884,29 fr de redevances et droits d'octroi.

Les négociations avec la ville de Marseille pour le relèvement des prix du gaz et de l'électricité sont encore en cours.

Le solde débiteur pour 1917 est de 744 332,92 fr à ajouter au solde débiteur de 1916, 6 044 400,46 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Apports	15 500 000 »
Frais de constitution de la Société	198 775,60
Dépenses afférentes au gaz	18 214 366,11
Dépenses afférentes à l'électricité	21 537 657,19
Immeubles pour les bureaux des services des exploitations, mobilier, etc	942 672,38
Actionnaires	375 »
Caisse, banquiers, portefeuille	1 232 469,78
Cautionnements ville de Marseille	400 000 »
Ville de Marseille (art. 6 de la Convention)	10 505 761,42
Débiteurs divers	4 953 665,83
Approvisionnements	1 738 171,04
Marchandises	35 576,40
Retraites rétroactives	1 025 495,07
Impôts recouvrables	268 517,76
Prime de remboursement et frais d'émission des obligations	1 528 970,30
Solde débiteur au 31 décembre 1916	6 044 400,46
Perte de l'exercice 1917 :	
Charge des obligations	1 587 885,68
Intérêts divers	287 232,24
A déduire : Bénéfice des exploitations	1 130 785 »
	84 871 207,26

Passif.

	fr
Capital :	
57 975 actions de capital	28 987 500 »
5 025 actions de jouissance	2 512 500 »
Obligations :	
46 273 obligations	23 136 500 »
2 727 obligations amorties	1 363 500 »
Réserve statutaire	793 362,68
Reliquat pour amortissement d'actions et d'obligations	401,56
Service du capital (art. 6 de la Convention)	10 505 761,42
Titres et coupons non présentés, intérêts courus sur les obligations	459 598 »
Solde du dividende afférent à l'exercice 1914	737 250 »
Remboursement différé d'obligations	1 534 000 »
Fournisseurs et entrepreneurs	1 039 102,87
Cautionnements, octroi et taxes de redevances	4 083 598,96
Ville de Marseille (avance)	1 000 000 »
Créditeurs divers	8 502 923,96
Bénéfice reporté	216 207,81
	84 871 207,26

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF : Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. TOME IV. — N° 16. 19 OCTOBRE 1918.

Chronique. — Avis. — Le développement des industries électriques et la guerre. — Sur la normalisation des robinets pour tuyauteries d'eau ou de vapeur. — Bibliographie : Télégraphie militaire. — Les conférences sur le « Scientific Management » au Conservatoire national des Arts et Métiers. — Académie des Sciences. — Nécrologie, p. 561-562.

Section scientifique et technique. — Notes sur les essais et mesures relatifs aux lignes électriques, par Louis PUGET, p. 563. — Calcul des circuits en dérivation, par Fernand ERNSTEIN, p. 568. — Revues, analyses et informations : Mesure précise de courants alternatifs, p. 568 ; Courant initial obtenu avec des lampes à incandescence, p. 571 ; Une pile thermo-électrique étalon, p. 573.

Section industrielle. — Considérations techniques sur les fours électriques industriels : classification, choix des appareils, installation, mode d'emploi et conduite, par Jean ESCARD, p. 575. — La reconstitution électrique de la Belgique après la guerre en vue de l'économie du charbon, par J. CARLIER, p. 591. — Revues, analyses et informations : L'équilibre dynamique des pièces tournantes, p. 593. — Notes pratiques : Montage assurant la constance de la tension aux bornes de lampes en essai de durée, p. 594.

Section économique et financière. — Congrès général du Génie civil (*suite*), p. 595.

Avis. — Quelques lecteurs nous ont récemment adressé des demandes ou des observations en signant : « Un de vos lecteurs » ou « Un lecteur assidu ». Nous les informons que, précisément, en raison de notre désir d'entretenir des relations fréquentes et profondes avec nos lecteurs, nous ne pouvons tenir compte des lettres anonymes.

Le développement des industries électriques et la guerre. — Parmi les industries dont le développement s'est affirmé au cours de la guerre actuelle, aussi bien dans les pays belligérants que dans les territoires neutres, les industries électriques tiennent certainement une des premières places.

Il faut reconnaître, en effet, que les ateliers de construction de matériel électrique n'ont pas eu de peine à s'adapter aux fabrications de guerre et qu'ils ont pu augmenter rapidement leur production. Il le fallait car il y a eu, peu après le commencement des hostilités, de fortes demandes de matériel électrique, c'est ainsi qu'aux Etats-Unis rien que l'équipement des trains de laminoir a exigé, en 1916, une quantité de moteurs électriques représentant une puissance de 150000 kw (puissance constituée par des unités de 4500 et même 7500 kw), tandis que de 1905 à 1916, la même industrie n'a réclamé en moteurs électriques que des puissances totales comprises entre 30000 et 50000 kw.

Non seulement les industries électriques des Etats-Unis ont prospéré, mais encore celles de la Suède et de la Suisse. Si l'on examine ce qui s'est passé en France, on constate que les exportations de matériel électrique qui avaient fléchi en 1914 et en 1915, par rapport à ce qu'elles étaient en 1913, ont dépassé en 1916 le chiffre de 1913. Il est vrai de dire que cette élévation subite du chiffre des exportations est justifiée surtout par l'envoi à l'étranger de grandes quantités d'électrodes et d'un certain nombre d'appareils de mesure.

Malgré ces intéressantes constatations, le besoin de matériel électrique ne fera qu'augmenter en France et il sera encore bien plus considérable lorsqu'il s'agira de reconstituer les régions envahies.

Les Américains évaluent au chiffre minimum de 500 millions de francs la valeur des appareils et machines électriques nécessaires pour remettre en état le nord de la France. A ce chiffre, il faut ajouter 250 millions pour la Belgique et comme on espère que notre production annuelle qui était de 221 millions de francs avant la guerre pourra atteindre 300 millions, on voit qu'il sera nécessaire de faire un nouvel et sérieux effort pour répondre aux demandes qui seront considérables.

A. S.

Sur la normalisation des robinets pour tuyauteries d'eau ou de vapeur. — Un de nos lecteurs nous adresse à ce sujet la lettre suivante ; nous ne pouvons qu'approuver la proposition qu'elle renferme.

Au sujet de standardisation — puisqu'on estime nécessaire de faire entrer ce néologisme dans notre langue alors que « normal » et ses dérivés suffisaient si bien à traduire notre pensée — nous croyons devoir attirer l'attention sur les ennuis et les difficultés qu'éprouvent les chefs d'entretien de centrales à vapeur pour le remplacement des robi-

Digitized by Google

nets-vannes des tuyauteries d'eau ou de vapeur du fait de la non-interchangeabilité de ces accessoires.

Chaque constructeur a en effet ses séries spéciales comme longueur entre brides, diamètre des brides, division de perçage, etc., et le même constructeur a une foule de séries différentes suivant le type de ses appareils forts ou légers, à clapet ou à passage direct, etc.

Mais il y a plus fort : les robinets pour vapeur se ferment généralement à droite, ceux pour eaux (de construction française) se ferment à gauche. Le dessinateur des eaux de la Ville de Paris responsable de cette anomalie n'a pas mérité notre reconnaissance, et son geste pèse lourdement sur l'industrie française de la grosse robinetterie qui a dû établir, pour contenter sa clientèle, les deux types à droite et à gauche.

Les usines sont légion où l'on voit ainsi un certain nombre de robinets se fermer à droite et d'autres à gauche.

Une flèche coulée sur le volant indique bien ce sens. Mais cette flèche est-elle toujours suffisamment éclairée et visible, et puis surtout en cas d'urgence ou d'accident ces manœuvres d'ouverture ou de fermeture des vannes doivent être exécutées presque inconsciemment, et de graves avaries sont dues à des erreurs d'ouvriers provoquées par ce mélange des sens de rotation des robinets.

Il est indispensable qu'une commission nommée par les intéressés : chambres syndicales des fondeurs, mécaniciens, chaudronniers; quelques représentants des industriels utilisant ces appareils : compagnies des eaux, gazières, centrales à vapeur, distilleries, etc., se réunisse au plus tôt et détermine les types normaux de robinets, et c'est à nous autres qui les utilisons d'imposer ces types dans nos marchés. Nous faciliterons ainsi la tâche de nos services d'entretien, et surtout nous réduirons la possibilité de fausses manœuvres dans nos exploitations. — L. Conge.

Bibliographie : Télégraphie militaire (1). — Ce volume renferme tous les règlements et instructions militaires destinées aux troupes du Génie affectées au service de la télégraphie militaire. Il est écrit avec la netteté qui caractérise tous les règlements et instructions militaires. Ceux-ci admirablemunt dressés n'ont qu'un défaut, qui est d'être appliqués souvent en dehors de leur esprit par des hommes qui ne les comprennent qu'à moitié. Le volume commence par donner les décrets et lois qui ont organisé le corps des sapeurs-télégraphistes et réglementé son service intérieur et l'instruction technique de ses officiers, sous-officiers et sapeurs. Cette première partie accompagnée de tableaux et modèles annexes est suivie de « l'instruction sur l'organisation et le fonctionnement du service de la télégraphie légère dans les troupes de cavalerie ». Cette instruction contient tous les renseignements nécessaires sur la composition du matériel, sur son transport et sur son entretien. Le livre donne ensuite « la notice provisoire sur la conservation, l'entretien et les visites techniques du matériel de la télégraphie militaire ». Les recommandations de cette notice sur l'entretien des appareils Morse, commutateurs, galvanomètres, appareils de mesures, paratonnerres, sonneries, tableaux annonciateurs, parleurs, microphones, téléphones, piles portatives, etc., pourront être méditées avec profit par beaucoup d'électriciens malgré leur brièveté toute militaire. Cette notice est suivie de « l'instruction sur l'organisation et le fonctionnement des réseaux télégraphiques militaires ». Après avoir classé et exposé le rôle et la constitution des réseaux, l'instruction donne les règles à suivre pour la création, la construction, la modification et l'entretien des réseaux; elle en décrit le fonctionnement en temps de paix et en temps de guerre. Cette instruction est suivie de « l'instruction sur le fonctionnement télégraphique aux armées » où sont étudiés le service télégraphique de groupe d'armées, le service télégraphique d'armée, le service télégraphique dans une division de cavalerie. Une annexe relative à la radiotélégraphie aux armées suit cette instruction. Le livre se termine par « l'instruction sur l'organisation et le fonctionnement des réseaux téléphoniques militaires en Algérie et en Tunisie ». Ce petit volume est le bréviaire de tous les télégraphistes aux armées.

(1) Un volume 21 cm × 13 cm, 529 pages, édité par Henri-Charles Lavauzelle, 124, Boulevard Saint-Germain, Paris.

Les conférences sur le « Scientific Management » au Conservatoire national des Arts et Métiers. — Comme nous l'avions annoncé à nos lecteurs dans notre précédent numéro, la série des trois conférences que doit faire M. Bertrand Thompson au Conservatoire national des Arts et Métiers a été inaugurée le 12 octobre dernier par M. Alexandre Millerand, député, ancien ministre, président du Conseil d'Administration du Conservatoire national des Arts et Métiers. M. Bertrand Thompson qui est un des plus illustres spécialistes américains de l'organisation scientifique a exposé tout d'abord avec une netteté remarquable les principes fondamentaux du système Taylor. Il a examiné ensuite leur application rationnelle à l'organisation du travail dans les usines et montré les résultats merveilleux que ce système a obtenus en Amérique. M. Bertrand Thompson a appuyé son exposé de nombreuses projections qui ont fait voir à ses auditeurs la différence merveilleuse dans l aspect d'un même atelier avant et après taylorisation. Il a fait ensuite une biographie détaillée de Taylor, le célèbre créateur de l'organisation scientifique du travail.

M. A. Millerand a pris ensuite la parole pour montrer la nécessité pour l'Industrie française d'appliquer à son tour les méthodes américaines de travail si elle veut prendre après la guerre le rôle qui lui est dû. Il a annoncé que le gouvernement français avait décidé d'appliquer lui-même ces méthodes dans les usines et ateliers relevant de lui et s'était pour cela attaché l'éminent conférencier, M. Bertrand Thompson, comme ingénieur-conseil auprès de M. Loucheur, ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre. L'alliance de la technique française à l'organisation américaine donnera à notre industrie un essor qu'elle n'avait jamais connu.

Académie des Sciences : Séance du 7 octobre 1918. — Parmi les communications présentées en cette séance à l'Académie des Sciences nous remarquons en particulier : « Sur les grandes vitesses de l'eau dans les conduites » par M. C. Camichel; « Efforts internes développés dans les métaux et alliages par l'effet d'un refroidissement rapide » par M. Portevin; et « La création des plans en radiographie stéréoscopique » par M. Henri Béclère.

Nécrologie. — Au moment de mettre sous presse nous apprenons la triste nouvelle de la mort de M Marcel Deprez, membre de l'Institut, décédé à Vincennes à l'âge de 75 ans. Nous donnerons prochainement une notice biographique concernant cet illustre savant qui a le premier réalisé un transport d'énergie par l'électricité. La mort de M. Marcel Deprez cause un deuil profond à la Science et à l'Industrie française.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Note sur les essais et mesures relatifs aux lignes électriques

Dans la courte note ci-dessous, l'auteur indique deux procédés de mesure des résistances et de localisation des pertes à la terre par des méthodes de comparaison. Ces méthodes, à la portée du personnel ouvrier d'une compagnie de distribution, n'exigent l'emploi que de matériel d'essai courant, milliampèremètre et commutateur. Dans le cas de recherches de défauts d'isolement, elles permettent de se rendre compte immédiatement si le défaut se trouve à l'une ou à l'autre des extrémités de la ligne; si le défaut se trouve en un point intermédiaire, le calcul se réduit à une division.

Les procédés classiques d'essais et de mesures concernant les résistances électriques les plus précis sont basés sur l'emploi du pont de Wheatstone qui présente quelques inconvénients.

1° Le matériel est coûteux et encombrant.

2° Il ne peut être confié qu'à des gens expérimentés.

3° La précision se trouve souvent limitée en même temps que l'intensité du courant de mesure qui doit être tel que l'échauffement des bobines de résistance ne soit pas exagéré.

4° La manipulation des fiches exige un temps appréciable, ce qui peut être gênant dans le cas de forces électromotrices parasites rapidement variables.

Nous occupant en particulier de recherches de dérangements sur les lignes souterraines, nous avons été amené à chercher des méthodes d'essais et mesures ne présentant pas les inconvénients précédents, d'autant plus gênants que nous devions opérer plus souvent en pleine ligne qu'à partir d'un laboratoire. Le système de mesures que nous exposons s'applique d'ailleurs aussi bien aux lignes aériennes qu'aux lignes souterraines.

Mesure d'une résistance. — Nous réalisons successivement les montages (1) et (2) (fig. 1) passant de (1)

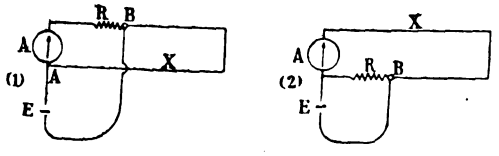


Fig. 1.

à (2) à l'aide d'un commutateur simple. A est un milliampèremètre dont nous préciserons plus loin les constantes, soit g sa résistance, R est une résistance de comparaison, X est la résistance à mesurer, E la force électromotrice de la pile, T sa résistance.

Soient i_1 et i_2 les courants traversant A dans les montages (1) et (2), nous supposons que E n'a pas varié. Nous avons la relation simple

$$X = R\frac{i_1}{i_2}(1+\varepsilon).$$

Dans les conditions que nous allons préciser, ε est négligeable, nous écrirons $X = R\frac{i_1}{i_2}$. Si R est égal à 1 ou 100, X se calcule de suite.

Calcul complet. — Soient I_1 et I_2 les courants totaux traversant le circuit dans les montages (1) et (2)

$$i_1 = I_1\frac{X}{X+R+g} \qquad i_2 = I_2\frac{R}{X+R+g}.$$

La quantité ε a donc pour expression $\varepsilon = \frac{I_2 - I_1}{I_1}$.

Or

$$I_1 = E\frac{X+R+g}{T(X+R+g)+X(R+g)}, \qquad I_2 = E\frac{X+R+g}{T(X+R+)g+R(X+g)},$$

d'où

$$\varepsilon = \frac{g(X-R)}{T(X+R+g)+R(X+g)} < \frac{g(X+R)}{T(X+R+g)}.$$

Dans tous les cas, nous supposerons la valeur de T suffisamment grande pour que, la pile ne se polarisant pas, E reste constant. Nous avons les inégalités

$$\varepsilon < \frac{g}{T} \qquad \varepsilon < \frac{X+R}{T}.$$

Si les résistances X et R sont faibles par rapport à T, quel que soit g, ε est négligeable.

Si les résistances X et R sont grandes par rapport à T, ε sera négligeable à condition d'employer un milliampèremètre de faible résistance.

Dans tous les cas, ε sera négligeable si la résistance du milliampèremètre est faible.

Précision de la méthode. — Nous nous plaçons dans l'hypothèse où ε est négligeable ; dans ces conditions, l'erreur sur la résistance R étant considérée comme nulle

$$\frac{\Delta X}{X} = \frac{\Delta i_1}{i_1} + \frac{\Delta i_2}{i_2}.$$

Digitized by Google

Désignons par Δi la valeur commune maximum de Δi_1 et Δi_2, par I celle de I_1 et I_2.

Premier cas, g est négligeable

$$\frac{\Delta X}{X} = \frac{\Delta i}{I}\left(\frac{X}{R} + \frac{R}{X} + 2\right).$$

L'erreur relative est minimum pour $X = R$, sa valeur est $4\,\frac{\Delta i}{I}$, résultats évidents; dans la pratique, cette erreur peut être très faible.

Deuxième cas, g est grand, mais X et R faibles

$$\frac{\Delta X}{X} = \frac{\Delta i}{I}\, g\left(\frac{1}{X} + \frac{1}{R}\right).$$

Conclusions : 1° si l'intensité I est limitée par la force électromotrice de la pile, à sensibilité égale, un milliampèremètre peu résistant est préférable à un milliampèremètre résistant.

2° Si l'intensité I n'est pas limitée, la précision peut être la même dans les deux cas, elle est maximum pour $X = R$.

En pratique, il sera commode de se servir d'un milliampèremètre à plusieurs sensibilités.

Localisation des pertes à la terre. — Le fil affecté d'une perte à la terre, en P (fig. 2), est bouclé à son extrémité avec un fil sain.

Nous passons du montage (1) au montage (2) à l'aide d'un commutateur, soient i_1 et i_2 les courants notés

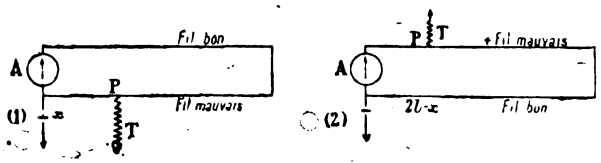


Fig. 2.

dans A, nous désignons par $2l$ la boucle, par x la distance du défaut à l'appareil ($2l$ et x sont évalués en ohms ou en unités métriques), I_1 et I_2 les courants totaux traversant le circuit, T la résistance du circuit pile (comprenant celle de la terre). Le calcul est analogue au précédent.

$$i_1 = I_1 \frac{x}{2l + g},$$

$$i_2 = I_2 \frac{2l - x}{2l + g},$$

$$\frac{i_1}{i_1 + i_2} = \frac{I_1 x}{2lI_2 + (I_1 - I_2)x}, \quad \frac{x}{2l} = \frac{i_1}{i_1 + i_2}(1 + \varepsilon),$$

avec

$$\varepsilon = \frac{I_2 - I_1}{I_1}\left(1 - \frac{x}{2l}\right) < \frac{(I_2 - I_1)}{I_1}.$$

Le calcul complet montre que l'on a la double inégalité

$$\varepsilon < \frac{g}{T} \qquad \varepsilon < \frac{2l}{T}.$$

Nous supposons que l'une au moins des quantités $\frac{g}{T}$ ou $\frac{2l}{T}$ est négligeable.

Précision de la mesure. — Si Δi est l'erreur maximum dans la lecture des intensités i_1 et i_2, l'erreur relative $\frac{\Delta x}{x}$ est inférieure à $\frac{\Delta i}{i_1 + i_2}$. Dans l'hypothèse où I_1 est sensiblement égal à I_2, on a

$$i_1 + i_2 = \frac{2l}{2l + g} I_1.$$

Cas d'un milliampèremètre résistant. A-t-on intérêt à le shunter. Soit n le rapport des résistances du milliampèremètre et de l'ensemble shunt milliampèremètre,

$$i_1 + i_2 = \frac{I_1}{n} \frac{2l}{2l + \frac{g}{n}} = \frac{2l}{2ln + g} I_1,$$

cette formule montre qu'au point de vue précision, il n'y a pas intérêt à shunter un milliampèremètre donné.

Exemple. — Plaçons-nous dans le cas d'une *ligne courte*.

$$i_1 + i_2 = \frac{2l}{g} I_1, \qquad I_1 = \frac{E}{T},$$

$$i_1 + i_2 = \frac{2lE}{gT}.$$

Soit

$$\frac{2l}{g} = \frac{1}{10} \quad (g = 100 \text{ ohms}, \quad l = 5 \text{ ohms}).$$

Nous supposons appréciable le $\frac{1}{4}$ de division : $\Delta i = \frac{1}{4}$. Si donc, nous désirons une précision de 1 pour 100, $i_1 + i_2$ devra correspondre à 25 divisions, c'est-à-dire à 25.10^{-n} A,

d'où

$$gT = \frac{E}{25}\, 10^{n+1} \begin{cases} \text{si } E = 25 \text{ v}, \\ T = 10^{n-1} \text{ ohms}, \end{cases}$$

Avec un appareil donnant le microampère par division, il sera possible à 1 pour 100 près de localiser une perte de 10^5 ohms, avec une pile de 25 v et une ligne de 5 ohms, la méthode semble donc très suffisante.

Cas d'une ligne longue. — Soit

$$l = 100 \text{ ohms}, \quad g = 100 \text{ ohms}, \quad E = 25 \text{ ohms},$$

$$i_1 + i_2 = \frac{4}{5}\frac{E}{T}, \qquad T = \frac{4}{5}\, 10^n,$$

Digitized by Google

Avec le même appareil que précédemment, il serait possible, ce qui n'a d'ailleurs qu'un intérêt théorique, de localiser une perte voisine du mégohm. (Ceci suppose un fil de retour d'un isolement parfait.)

Si nous ne disposons que d'appareils de modèle tout à fait courant donnant, par exemple, une division par $\frac{1}{10}$ de milliampère, nous localiserons des pertes voisines de 10000 ohms, ce qui est encore très satisfaisant.

En pratique, il suffira de disposer d'un appareil de sensibilité et résistance moyennes, cette résistance pouvant être shuntée, soit pour limiter l'intensité — un courant traversant l'appareil — soit pour rester dans les limites d'approximation.

Remarque I. — Un calcul grossièrement approché donne immédiatement la relation fondamentale.

Montage (1), nous mesurons le courant total I, le milliampèremètre étant shunté par la résistance x.

Montage (2), le milliampèremètre est shunté par la résistance $2l - x$.

Le rapport des shunts est égal au rapport des déviations,

d'où

$$\frac{x}{2l-x} = \frac{i_1}{i_2}, \quad \frac{x}{2l} = \frac{i_1}{i_1+i_2}.$$

Remarque 2. — Deux cas particuliers sont intéressants :

Premier cas : $i_1 = 0$, $x = 0$.

Si la déviation i_1 est nulle, i_2 ayant une valeur appréciable, le dérangement se trouve au poste de mesures.

Deuxième cas : $i_1 = i_2$, $x = l$.

Si la déviation ne change pas quand on manœuvre le commutateur, le défaut se trouve à l'extrémité de la ligne.

Si l'on ne désire que ces indications approchées, la source de courant peut être une magnéto à courant redressé.

Remarque 3. — Les formules seront rigoureusement exactes, à condition de substituer aux quantités i_1 et i_2 les rapports $\frac{i_1}{I_1}$ et $\frac{i_2}{I_2}$; cela sera possible si l'on ajoute dans le circuit général un milliampèremètre donnant les valeurs de I_1 et de I_2, et si, dans chacun des montages, on lit simultanément les valeurs de i et de I.

Il est vrai que l'appareillage et le calcul s'en trouvent compliqués inutilement dans la plupart des cas.

Conclusion. — Il est possible de réaliser un dispositif de poids et dimensions très réduits permettant les essais et mesures suivants :

Essai d'isolement d'un fil. Localisation d'une perte à la terre.
Essai du mélange de 2 fils. Mesure d'une résistance.

Louis PUGET,
Ingénieur des Télégraphes.

Calcul des circuits inductifs en dérivation

Dans cette étude, l'auteur montre qu'il est possible de traiter, par la méthode des imaginaires et sans trop longs calculs, le cas général des « n » circuits inductifs en dérivation et s'influençant mutuellement.

Dans son article du 22 juin, M. Pécheux (1) a traité par la méthode victorielle le calcul des circuits inductifs en dérivation dans les cas les plus simples. Je voudrais appliquer la méthode des imaginaires et étendre ces calculs à un cas un peu plus général, lorsqu'on ne néglige pas l'induction mutuelle entre les circuits. L'application de ceci peut être particulièrement intéressante au calcul, par exemple, des antennes constituées par une série de fils disposés soit parallèlement, soit de toute autre façon.

1° Cas de deux circuits inductifs en parallèle. — Soient (fig. 1) :

r_1 et r_2 les résistances de chaque branche
l_1 et l_2 les coefficients de self-induction ;
m l'induction mutuelle ;
R la résistance de l'ensemble ;

(1) H. PÉCHEUX. Calcul des circuits inductifs en dérivation ; *R. G. E.*, 22 juin 1918, t. III, p. 891-894.

$\mathcal{L}$ le coefficient de self-induction de l'ensemble ;

i_1 et i_2 l'intensité instantanée du courant dans chaque branche ;

i l'intensité instantanée du courant dans la branche principale.

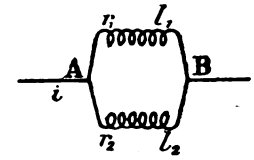


Fig. 1.

On

$$i = i_1 + i_2,$$

et la tension instantanée entre A et B

$$\begin{aligned} u &= r_1 i_1 + j\omega l_1 i_1 + j\omega m i_2, \\ &= r_2 i_2 + j\omega l_2 i_2 + j\omega m i_1, \\ &= Ri + j\omega \mathcal{L} i = Ri_1 + Ri_2 + j\omega \mathcal{L} i_1 + j\omega \mathcal{L} i_2, \end{aligned}$$

d'où on tire

$$(1) \quad \begin{cases} [(R - r_1) + j\omega(\mathcal{L} - l_1)]i_1 + [R + j\omega(\mathcal{L} - m)]i_2 = 0, \\ [R + j\omega(\mathcal{L} - m)]i_1 + [(R - r_2) + j\omega(\mathcal{L} - l_2)]i_2 = 0, \end{cases}$$

Digitized by Google

et

$$(2)\quad \begin{vmatrix} (R+j\omega\mathcal{L})-(r_1+j\omega l_1) & (R+j\omega\mathcal{L})-j\omega m \\ (R+j\omega\mathcal{L})-j\omega m & (R+j\omega\mathcal{L})-(r_2+j\omega l_2) \end{vmatrix} = 0.$$

Posons

$$\Delta = \begin{vmatrix} r_1+j\omega l_1 & j\omega m \\ j\omega m & r_2+j\omega l_2 \end{vmatrix} = P + jQ,$$

et

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 1 & j\omega m \\ 1 & r_2+j\omega l_2 \end{vmatrix} \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} r_1+j\omega l_1 & 1 \\ j\omega m_1 & 1 \end{vmatrix}.$$

On trouve alors pour le déterminant (2)

$$(3)\qquad \Delta - (R+j\omega\mathcal{L})(\Delta_1+\Delta_2) = 0.$$

On aura

$$\Delta_1+\Delta_2 = \rho + j\omega\lambda,$$

P, Q, ρ et λ auront pour valeur tout calcul fait

$$(4)\quad \begin{cases} P = r_1r_2 - \omega^2(l_1l_2 - m^2), & \rho = r_1+r_2, \\ Q = r_1l_2 + r_2l_1, & \lambda = l_1+l_2-2m. \end{cases}$$

L'équation (3) donne

$$P + j\omega Q - (R+j\omega\mathcal{L})(\rho+j\omega\lambda) = 0,$$

et en séparant les quantités réelles et imaginaires

$$(5)\quad \begin{cases} P - \rho R + \omega^2\lambda\mathcal{L} = 0, \\ Q - \lambda R - \rho\mathcal{L} = 0. \end{cases}$$

On tire de là

$$(6)\qquad R = \frac{\rho P + \omega^2\lambda Q}{\rho^2+\omega^2\lambda^2}, \quad \mathcal{L} = \frac{\rho Q - \lambda P}{\rho^2+\omega^2\lambda^2}.$$

Si Φ est le déphasage de i sur u, on a

$$(7)\qquad \operatorname{tg}\Phi = \frac{\omega\mathcal{L}}{R} = \frac{\omega(\rho Q - \lambda P)}{\rho P + \omega^2\lambda Q}.$$

CAS PARTICULIERS AVEC m NÉGLIGEABLE. — Les équations (4) deviennent

$$(4')\quad \begin{cases} P = r_1r_2 - \omega^2 l_1l_2, & \rho = r_1+r_2, \\ Q = r_1l_2 + r_2l_1, & \lambda = l_1+l_2. \end{cases}$$

a) *Constantes du temps des deux circuits égales.* — On a

$$\frac{l_1}{r_1} = \frac{l_2}{r_2} = \frac{l_1+l_2}{r_1+r_2} = \frac{\lambda}{\rho} = k,$$

$$\rho^2+\omega^2\lambda^2 = \rho^2(1+\omega^2k^2),$$

$$\rho P + \omega^2\lambda Q = \rho[P+\omega^2kQ]$$

$$= \rho[r_1r_2 - \omega^2l_1l_2 + \omega^2k(r_1l_2+r_2l_1)]$$

$$= \rho \times r_1r_2\left[1 - \omega^2\frac{l_1}{r_1}\times\frac{l_2}{r_2} + \omega^2k\left(\frac{l_2}{r_2}+\frac{l_1}{r_1}\right)\right]$$

$$= \rho \times r_1r_2(1+\omega^2k^2),$$

En substituant ces valeurs dans R de l'équation (6), on trouve

$$R = \frac{\rho \times r_1r_2(1+\omega^2k^2)}{\rho^2(1+\omega^2k^2)} = \frac{r_1r_2}{\rho}$$

$$= \frac{r_1r_2}{r_1+r_2}.$$

On voit qu'en effet, dans ce cas, les résistances se calculent comme dans le cas du courant continu.

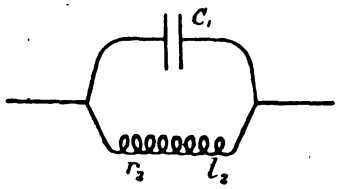


Fig. 2.

b) *Cas d'un condensateur et self-induction* (fig. 2). — Il suffit de remplacer

$$l_1 = -\frac{1}{C_1\omega^2}, \quad r_1 = 0.$$

Les valeurs des équations (4) deviennent

$$(4'')\quad \begin{cases} P = \dfrac{l_2}{C_1}, & \rho = r_2, \\ Q = -\dfrac{r_2}{C_1\omega^2}, & \lambda = l_2 - \dfrac{1}{C_1\omega^2}, \end{cases}$$

d'où les équations (6) donnent

$$(6'')\quad \begin{cases} R = \dfrac{\dfrac{r_1l_2}{C_1} - \dfrac{\lambda r_2}{C_1}}{\rho^2+\omega^2\lambda^2} = \dfrac{r_2}{C_1^2}\dfrac{1}{\rho^2+\omega^2\lambda^2}, \\ \mathcal{L} = \dfrac{-\dfrac{\lambda l_2}{C_1} + \dfrac{r_2^2}{C_1\omega^2}}{\rho^2+\omega^2\lambda^2} = \dfrac{1}{C_1\omega^2}\dfrac{-(r_2^2+\omega^2l_2^2)+\dfrac{l_2}{C_1}}{\rho^2+\omega^2\lambda^2}. \end{cases}$$

c) *Cas de deux condensateurs en dérivation* (fig. 3). — On a alors dans les formules précédentes

$$r_1 = r_2 = 0,$$

$$l_1 = -\frac{1}{C_1\omega^2},$$

$$l^2 = -\frac{1}{C_2\omega^2},$$

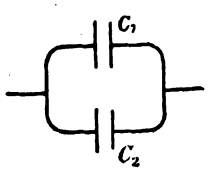


Fig. 3.

d'où

$$(4''')\quad \begin{cases} \rho = 0, & \lambda = -\dfrac{1}{\omega^2}\left(\dfrac{1}{C_1}+\dfrac{1}{C_2}\right), \\ Q = 0, & P = -\dfrac{1}{\omega^2}\dfrac{1}{C_1C_2}, \end{cases}$$

Digitized by Google

et les équations (6) deviennent

$$(6''') \quad \begin{cases} R = 0, \\ \mathcal{L} = -\dfrac{\lambda P}{\omega^2\lambda^2} = -\dfrac{P}{\omega^2\lambda} = -\dfrac{1}{\omega^2(C_1+C_2)}. \end{cases}$$

D'ailleurs, tous ces cas particuliers peuvent être trouvés immédiatement par les formules données par M. Janet dans « Les Leçons d'Électrotechnique générale », tome II, p. 84,

$$r = \frac{\sum \dfrac{r_1}{r_1^2+s_1^2}}{\left(\sum \dfrac{r_1}{r_1^2+s_1^2}\right)^2 + \left(\sum \dfrac{s_1}{r_1^2+s_1^2}\right)^2},$$

$$s = \frac{\sum \dfrac{s_1}{r_1^2+s_1^2}}{\left(\sum \dfrac{r_1}{r_1^2+s_1^2}\right)^2 + \left(\sum \dfrac{s_1}{r_1^2+s_1^2}\right)^2},$$

$r_1, r_2 \ldots$ étant les résistances de chaque branche;
$s_1, s_2, \ldots$ id. réactances id.
r étant la résistance de l'ensemble
s id. réactance id.
qui donnent la solution immédiatement pour ces cas simples.

2° Cas de trois circuits en dérivation. — Avant de donner la méthode dans le cas général, appliquons-la au cas de trois circuits en dérivation disposés d'une façon quelconque.

Numérotons les circuits (fig. 4) ; les valeurs qui correspondent à chacun de ceux-ci porteront en indice son

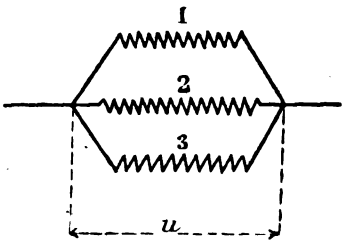


Fig. 4

numéro. Soient R et L la résistance et le coefficient de self-induction du circuit unique équivalent.

On a

$$\begin{aligned} u &= r_1 i_1 + j\omega l_1 i_1 + j\omega m_{21} i_2 + j\omega m_{31} i_3, \\ u &= r_2 i_2 + j\omega l_2 i_2 + j\omega m_{12} i_1 + j\omega m_{32} i_3, \\ u &= r_3 i_3 + j\omega l_3 i_3 + j\omega m_{13} i_1 + j\omega m_{23} i_2, \\ u &= R(i_1 + i_2 + i_3) + j\omega\mathcal{L}(i_1 + i_2 + i_3), \end{aligned}$$

d'où on tire

$$(8) \quad \begin{cases} [(R + j\omega\mathcal{L}) - (r_1 + j\omega l_1)]\, i_1 + [(R + j\omega\mathcal{L}) - \\ \quad - j\omega m_{21}]\, i_2 + [(R + j\omega\mathcal{L}) - j\omega m_{31}]\, i_3 = 0, \\ [(R + j\omega\mathcal{L}) - j\omega m_{12}] i_1 + [R + j\omega\mathcal{L}) - (r_2 + \\ \quad + j\omega l_2)]\, i_2 + [(R + j\omega\mathcal{L}) - j\omega m_{32}]\, i_3 = 0, \\ [(R + j\omega\mathcal{L}) - j\omega m_{13}] i_1 + [(R + j\omega\mathcal{L}) - j\omega m_{13}] i \\ \quad + [(R + j\omega\mathcal{L}) - (r_3 + j\omega l_3)]\, i_3 = 0. \end{cases}$$

Posons

$$(9) \quad \begin{cases} m_{21} = m_{12} = p, \\ m_{13} = m_{31} = q, \\ m_{32} = m_{13} = r. \end{cases}$$

Les équations (8) donnent

$$(10) \quad \begin{vmatrix} (R + j\omega\mathcal{L}) - (r_1 + j\omega l_1) & (R + j\omega\mathcal{L}) - j\omega p & (R + j\omega\mathcal{L}) - j\omega q \\ (R + j\omega\mathcal{L}) - j\omega p & (R + j\omega\mathcal{L}) - (r_2 + j\omega l_2) & (R + j\omega\mathcal{L}) - j\omega r \\ (R + j\omega\mathcal{L}) - j\omega q & (R + j\omega\mathcal{L}) - j\omega r & (R + j\omega\mathcal{L}) - (r_3 + j\omega l_3) \end{vmatrix} = 0.$$

Posons

$$\Delta = \begin{vmatrix} r_1 + j\omega l_1 & j\omega p & j\omega q \\ j\omega p & r_2 + j\omega l_2 & j\omega r \\ j\omega q & j\omega r & r_3 + j\omega l_3 \end{vmatrix} = P + jQ.$$

$\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ seront les déterminants où l'on remplacera successivement chaque colonne du déterminant Δ par des unités.

Posons

$$\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = \rho + j\omega\lambda.$$

L'équation (10) peut alors s'écrire

$$(11) \quad P + jQ - (R + j\omega\lambda)(\rho + j\omega\mathcal{L}) = 0.$$

En séparant les quantités réelles et imaginaires on trouve des équations analogues à (6)

$$(12) \quad R = \frac{\rho P + \omega^2\lambda Q}{\rho^2 + \omega^2\lambda^2}, \qquad \mathcal{L} = \frac{\rho Q - \lambda P}{\rho^2 + \omega^2\lambda^2}.$$

Si l'on développe les déterminants Δ, Δ_1, Δ_2, Δ_3, on trouve facilement que

$$(13) \quad \begin{cases} P = r_1 r_2 r_3 - \omega^2(r_1 l_2 l_3 + r_2 l_1 l_3 + r_3 l_1 l_2) \\ \quad + \omega^2(r_1 r^2 + r_2 q^2 + r_3 p^2), \\ Q = l_1 r_2 r_3 + (l_2 r_1 r_3 + l_3 r_1 r_2) - \omega^2 l_1 l_2 l_3 \\ \quad + \omega^2(l_1 r^2 + l_2 q^2 + l_3 r^2) - 2\omega^2 p q r, \\ \rho = (r_1 r_2 + r_2 r_3 + r_1 r_3) - \omega^2(l_1 l_2 + l_2 l_3 + l_1 l_3) \\ \quad + (p^2 + q^2 + r^2) - 2(pq + pr + qr) + 2(l_1 r + l_2 q + l_3 p) \\ \lambda = (l_1 r_2 + l_2 r_3 + l_3 r_1 + l_1 r_3 + l_2 r_1 + l_3 r_2) \\ \quad - 2(r r_1 + q r_2 + p r_3). \end{cases}$$

Digitized by Google

3° **Cas général de *n* circuits en dérivation.** — On voit que, dans le cas général, il suffira d'écrire le déterminant Δ qui aura autant de colonnes qu'il y a de circuits; remplacer ensuite successivement chaque colonne dans le déterminant Δ par 1, ce qui donnera Δ_1, Δ_2,... Développer Δ: la partie réelle donnera P, la partie imaginaire Q. Développer Δ_1, Δ_2,... faire leur somme; la partie réelle de cette somme donnera ρ et la partie imaginaire λ.

Avec P, Q, ρ, λ la formule (12) donne alors les valeurs de la résistance et du coefficient de self-induction de l'ensemble.

A première vue il semble que les calculs sont très longs, mais dans la pratique il y a des simplifications et ces calculs peuvent être faits rapidement.

Application. — Comme exemple, nous calculerons le coefficient de self-induction de l'ensemble formé de quatre fils identiques parallèles, disposés symétriquement et dont on néglige les résistances.

On a alors

$$r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = 0,$$
$$l_1 = l_2 = l_3 = l_4 = l.$$

On voit que, d'après la disposition des fils et par raison de symétrie, on peut poser

$$\begin{cases} m_{12} = m_{21} = m_{23} = m_{32} = m_{34} = m_{43} = p, \\ m_{13} = m_{31} = m_{24} = m_{42} = q, \\ m_{14} = m_{41} = r. \end{cases}$$

Formons le déterminant

$$(14) \qquad \Delta = \begin{vmatrix} j\omega l & j\omega p & j\omega q & j\omega r, \\ j\omega p & j\omega l & j\omega p & j\omega q, \\ j\omega q & j\omega p & j\omega l & j\omega p, \\ j\omega r & j\omega q & j\omega p & j\omega l. \end{vmatrix}$$

On aura

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 1 & j\omega p & j\omega q & j\omega r \\ 1 & j\omega l & j\omega p & j\omega q \\ 1 & j\omega p & j\omega l & j\omega p \\ 1 & j\omega q & j\omega p & j\omega l \end{vmatrix}, \quad \Delta_2 \ldots\ldots$$

Les développements de Δ, Δ_1, Δ_2,... donnent immédiatement

$$(15) \begin{cases} P = \omega^4[(l+r),(l+p)-(p+q)^2]\,[(l-p)\,(l-r)-(p-q)^2], \\ Q = 0, \\ \rho = 0, \\ \lambda = -2\omega^2(2l-p-2q+r)\,[(l-p)\,(l-r)-(p-q)^2]. \end{cases}$$

En substituant ces valeurs dans l'équation (12), la résistance R et le coefficient de self-induction de l'ensemble L auront pour valeur

$$(16) \begin{cases} R = 0, \\ \mathcal{L} = -\dfrac{\lambda P}{\omega^2\lambda^2} = -\dfrac{P}{\omega^2\lambda} = \dfrac{(l+r)\,(l+p)-(p+q)^2}{2l-p-2q+r}. \end{cases}$$

l, p, q et r peuvent être calculés à l'aide des formules de M. Blondel.

Fernand Ernstein,
Ingénieur E. S. E.

Revues, analyses et informations

Mesure précise de courants alternatifs (1).

Voici en un mot en quoi consiste le dispositif : deux électrodynamomètres identiques ont leurs deux bobines (fixe et mobile) insérées dans les bras d'un pont de Wheatstone, de telle manière que, si l'on fait passer du courant alternatif dans les bobines, sa valeur peut être connue par la mesure du courant continu nécessaire, dans les mêmes bobines, pour produire un couple nul. En d'autres termes, les conditions sont réglées de façon qu'il n'y ait aucune déviation, et la valeur du courant alternatif se détermine par la mesure du courant continu au potentiomètre.

Théorie. — Considérons le pont f b g d (fig. 1). Désignons par A et a respectivement les bobines fixe et mobile de l'un des électrodynamomètres, et par C et c les bobines d'un appareil exactement semblable. Soit R la résistance, L la self-induction et M l'induction mutuelle, ces lettres portant les indices convenables correspondant aux quatre bras du pont, et supposons que les relations électriques suivantes soient satisfaites :

$$R_A = R_C = R_a = R_c \text{ ohms}, \quad (1)$$
$$L_A = L_C, \quad L_a = L_c \text{ henrys}, \quad (2)$$
$$M_{Aa} = M_{Cc} \text{ henrys}. \quad (3)$$

(1) G.-O. Gibbon. *Electrical World*, 11 mai 1918, t. LXXI$_2$ p. 979-981.

(R_A comprend, bien entendu, la résistance totale de la branche f b, etc.).

Si, aux sommets b et d, on applique une différence de potentiel continue au moyen d'une batterie commandée par l'interrupteur S_c, un courant continu I_c va parcourir le cir-

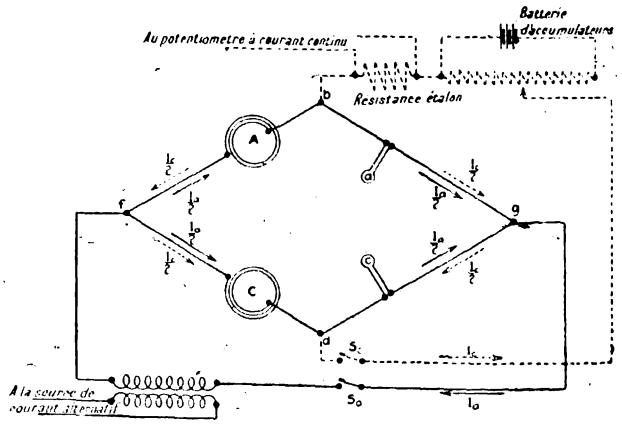


Fig. 1. — Forme simplifiée du pont.

Digitized by Google

cuit extérieur $bS_c d$. Étant données les conditions ci-dessus, ce courant va se diviser en deux parties égales dans les deux côtés du pont, $\frac{I_a}{2}$ ampères parcourant le côté b g d, et $\frac{I_c}{2}$ ampères parcourant le côté b f d. Puisque les résistances des bras sont égales, la différence de potentiel entre f et g, produite par le courant continu, est nulle; donc f et g peuvent être connectés par un fil et toutes conditions qu'on veut peuvent être imposées au circuit extérieur $fS_a g$, sans que cela atteigne le régime en courant continu dans les bras du pont, ou affecte le circuit extérieur $bS_c d$. Inversement, toute variation dans le circuit $b\,S_c\,d$ n'affectera en rien le circuit $fS_a g$.

De même, si on applique une différence de potentiel alternative aux bornes f et g en fermant la clé S_a, un courant alternatif de valeur efficace I_a ampères circulera dans le circuit extérieur $fS_a g$; étant données les conditions écrites plus haut, ce courant se divisera aussi entre les deux côtés du pont, $\frac{I_a}{2}$ ampères parcourant le côté f b g, et $\frac{I_a}{2}$ ampères parcourant le côté f d g. Entre b et d on n'aura pas de différence de potentiel. Donc b et d pourront être connectés par un fil et toute condition imposée au circuit $b\,S_c\,d$ n'apportera aucun trouble dans la circulation du courant alternatif dans les bras du pont, ou n'affectera pas le circuit $fS_a g$. Inversement, toute variation dans $fS_a g$ n'affectera pas $b\,S_c\,d$ ni les bras du pont.

De tout ceci, il est évident qu'on peut appliquer une force électromotrice continue entre b et d simultanément avec une force électromotrice alternative entre f et g sans que les courants résultants n'interfèrent l'un avec l'autre au delà des extrémités du circuit du pont. A l'intérieur du pont, cependant, les courants alternatif et continu seront superposés dans les bobines de chacun des électrodynamomètres A,a et C,c.

Couple résultant. — Considérons l'instrument A a seul, et soit i la valeur instantanée du courant complexe, de valeur efficace I_a, qui traverse l'instrument. Alors

$$i = \sqrt{2}\,[I_1 \sin \omega t + I_2 \sin (2\omega t + \beta_1) + I_3 \sin (3\omega t + \beta_3) + \ldots] \text{ en valeurs instantanées,} \quad (4)$$

et, comme on le démontrerait aisément,

$$I_a^2 = I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + \ldots \text{ en valeurs efficaces.} \quad (5)$$

Les autres harmoniques sont généralement négligeables. Pendant une moitié d'une période, le courant parcourant la bobine fixe A (fig. 1) est $\left(\frac{I_c}{2} - \frac{i}{2}\right)$ ampères, et le courant dans la bobine mobile a est $\left(\frac{I_c}{2} + \frac{i}{2}\right)$ ampères, ce courant prenant les directions positives des courants continus ainsi que le représentent les flèches pointillées. Pendant l'autre moitié de la période, la bobine fixe reçoit $\left(\frac{I_c}{2} + \frac{i}{2}\right)$ ampères et la bobine mobile $\left(\frac{I_c}{2} - \frac{i}{2}\right)$ ampères.

Le couple instantané développé par un électrodynamomètre étant proportionnel au produit des courants instantanés dans les deux bobines, il est égal à chaque instant à

$$T' = \frac{k}{4}(I_c + i)(I_c - i) \text{ dynes,} \quad (6)$$

où k est une constante dépendant de la construction et du réglage de l'instrument et est choisie de telle façon que T' est le couple, en dynes, appliqué perpendiculairement à un rayon de 1 cm, développé par un courant de 1 ampère traversant les deux bobines. Alors

$$T' = \frac{k}{4}(I_c^2 - i^2), \text{ dynes.} \quad (7)$$

Le couple moyen résultant T pendant une période de fréquence fondamentale est

$$T = \frac{k}{4} \times \frac{1}{2\pi} \int_{\omega t=0}^{\omega t=2\pi} (I_c^2 - i^2)\, d(\omega t),$$

$$= \frac{k}{4} \times \frac{1}{2\pi} \left[\int_{\omega t=0}^{\omega t=2\pi} I_c^2 d(\omega t) - \int_{\omega t=0}^{\omega t=2\pi} i^2 d(\omega t) \right] \text{ dynes,} \quad (8)$$

$$= \frac{k}{4} I_c^2 - \frac{k}{4} \times \frac{1}{2\pi} \int_{\omega t=0}^{\omega t=2\pi} 2\,[I_1 \sin \omega t + I_2 \sin (2\omega t + \beta_2) + \ldots]^2\, d(\omega t), \quad (9)$$

$$= \frac{k}{4}[I_c^2 - (I_1^2 + I_2^2 + \ldots)] = \frac{k}{4}(I_c^2 - I_a^2) =$$

$$= k\left[\left(\frac{I_c}{2}\right)^2 - \left(\frac{I_a}{2}\right)^2\right] \text{ dynes.} \quad (10)$$

La première intégrale, dans l'expression (8), est le couple constant qui serait produit par un courant continu de $\frac{I_c}{2}$ ampères traversant les deux bobines et agissant seul. La seconde intégrale est le couple résultant moyen qui serait produit par le courant alternatif passant dans les deux bobines et agissant seul.

Le couple résultant T doit donc s'évanouir quand le courant alternatif est assez intense pour que son couple soit juste égal au couple produit par le courant continu. D'après (10) cela se produira quand la valeur efficace du courant alternatif I_a dans le circuit $fS_a g$ sera numériquement égale à la valeur constante du courant continu I_c dans le circuit $bS_c d$. On arriverait à la même conclusion si on considérait l'appareil C,c (fig. 1).

Donc, on peut appliquer une force électromotrice alternative entre g et f; le courant I_c, réglé avec un rhéostat jusqu'à ce que la déviation de A,a soit nulle, peut être déterminé avec la précision voulue au moyen d'un potentiomètre à courant continu; la valeur efficace de I_a sera alors numériquement égale à la valeur trouvée pour I_c.

Simplification possible. — Puisque seul l'appareil A,a sert à l'observation, l'appareil C,c qui agit seulement comme impédance pour équilibrer les impédances de A,a peut n'être pas un dynamomètre. Cependant, pour mieux satisfaire aux conditions données plus haut, il est judicieux d'employer un appareil dans lequel la bobine mobile, au lieu d'être suspendue, peut être réglée de façon à occuper toute position voulue relativement à la bobine fixe. En réglant l'appareil A,a, de façon que la position de zéro de a soit perpendiculaire à A, et en réglant les bobines de l'autre appareil de façon qu'elles soient mutuellement perpendiculaires, on arrive à annuler sensiblement tout flux de fuite entre les deux appareils s'ils sont suffisamment écartés. L'induction mutuelle est éliminée et

$$M_{Ac} = M_{Aa} = M_{Ca} = M_{Cc} = 0. \quad (11)$$

Digitized by Google

Dispositif expérimental. — On prend deux galvanomètres de laboratoire identiques excepté que la bobine mobile de l'appareil C,c est montée dans un cadre en bois de façon à

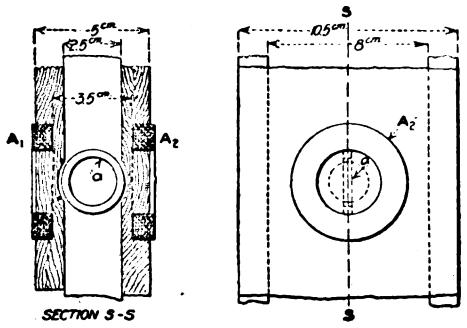


Fig. 2. — Forme et dimensions essentielles de l'un des électrodynamomètres après transformation.

Toutes les bobines sont en cuivre étamé. Les deux bobines fixes A_1 et A_2 ont une résistance composée d'environ 116 ohms à 25° et une inductance d'environ 0,15 henry. Chacune d'elles a 1 390 tours d'un fil de diamètre 0,255 mm nu, et environ 0,274 mm étamé. La bobine mobile a 676 tours d'un fil de diamètre 0,101 mm nu, et 0,112 mm étamé. Elle a une résistance d'environ 115 ohms à 25° C et une inductance de 14,5 millihenrys.

pouvoir être placée dans une position donnée par rapport aux bobines fixes.

Il n'est pas pratiquement facile de construire deux appareils exactement identiques qui satisferont avec précision aux équations (1) et (2). Pour obtenir l'équilibre exact du circuit du pont, il peut être nécessaire d'ajouter de petites résistances et inductances réglables extérieurement aux appareils (fig. 4).

Pour rendre l'appareil actif A, a, indépendant du champ terrestre, on peut placer un électro-compensateur de telle sorte que, lorsque la bobine mobile est excitée seule avec

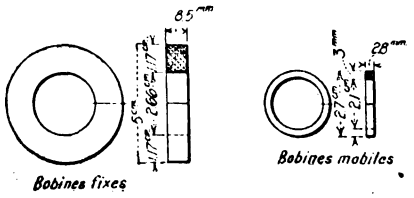


Fig. 3. — Dimensions des bobines d'un des électrodynamomètres.

du courant continu, en ouvrant m et h et en fermant la clé w, aucune déviation ne se produise. La déviation de la bobine mobile s'observe, comme d'habitude, au moyen d'un miroir et d'un rayon lumineux réfléchi dans une lunette. Le mouvement de la bobine mobile est amorti au moyen d'un disque trempant dans l'huile.

Méthode d'équilibrage et résultats obtenus. — Le courant continu employé pour équilibrer le courant alternatif est fourni par une batterie d'accumulateurs, tandis que les courants alternatifs à mesurer furent fournis, dans les travaux de l'auteur, par un transformateur alimenté par un alternateur à 60 p : sec ; il disposait deux bobines de self-induction Z et t sur le parcours du courant alternatif. Comme l'indique la figure 4, les courants alternatif et continu, après avoir été équilibrés à l'électrodynamomètre différentiel, furent mesurés l'un après l'autre au potentiomètre Drysdale pour courants alternatifs et continus. Le dynamomètre était équilibré en ajustant la résistance r jusqu'à ce que l'on n'obtienne plus de déviation, que la clé m soit ouverte ou fermée. Les chutes de tension alternative et continue dans les résistances non inductives R et R' furent mesurées au potentiomètre.

Un courant sinusoïdal est essentiel pour ce contrôle, car le galvanomètre à résonance employé avec le potentiomètre à courants alternatifs agit pour la fréquence fondamentale et indique l'équilibre pour le terme I_1 seulement de l'équation (5). Néanmoins, l'électrodynamomètre différentiel équilibre le courant I_a – voir l'équation (5) — pour n'importe quelle forme de la courbe de courant, à moins que quelque harmonique de fréquence relativement élevée ne soit présent. Dans ce cas, une erreur pourrait être introduite. L'effet d'une telle erreur sur la valeur efficace résultant peut être cependant regardée comme insignifiante.

Les expériences de l'auteur ont montré que la différence moyenne entre les valeurs des courants alternatif et continu, au-dessus de 10 milliampères, est de 0,125 pour 100. Une étude plus approfondie du fonctionnement conduirait probablement à une précision plus grande et s'étendant sur une plus large échelle.

La figure 4 représente le schéma complet du montage. Le circuit extérieur à courant alternatif est représenté en lignes

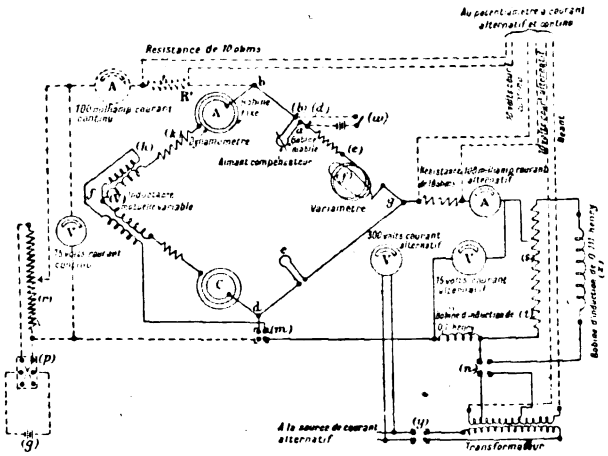


Fig. 4. — Circuit d'essai complet.

pleines et le circuit extérieur à courant continu en lignes pointillées. Ces deux circuits sont soigneusement isolés l'un de l'autre. Une double clé m permet de fermer ou d'ouvrir simultanément ces deux circuits. Le pont est d'abord réglé au point de vue des résistances pour satisfaire à l'équation (1), au moyen des trois résistances réglables e, g et k. Ces résistances, étant non inductives, peuvent être modifiées sans changer l'inductance des bras. L'inductance mutuelle variable (type Campbell) V et le variomètre f permettent le réglage inductif sans altérer l'équilibre ohmique ; ce qui satisfait à l'équation (2). Chaque bras est équilibré avec le bras correspondant en continu et en alternatif. L'induction mutuelle entre les bobines fixes et mobiles s'élimine comme il a été indiqué dans le paragraphe précédant immédiatement l'équation (11).

P. V.

Digitized by Google

Courant initial obtenu avec des lampes à incandescence (1).

Quand on met en circuit des lampes à filament de tungstène, il y a une impulsion de courant ou surintensité provenant de ce que la résistance du filament de la lampe à froid est faible comparée à celle du filament incandescent. L'auteur s'est proposé d'étudier la valeur et la durée de ce phénomène. Les principaux facteurs dont il dépend sont la résistance du filament de la lampe, la résistance et la réactance de la ligne et les conditions de fonctionnement de la source d'énergie.

Résistance du filament. — La résistance du filament d'une lampe au tungstène prend, quand la lampe est allumée, une valeur qui est plusieurs fois celle de la lampe froide; autrement dit, le coefficient de température du filament est positif. Pour les anciens modèles de lampes, à filament de carbone ordinaire, la résistance diminue quand la température du filament augmente.

Les lampes utilisées pour ce travail sont les lampes à filament de tungstène et atmosphère gazeuse, les lampes à tungstène à ampoule où l'on a fait le vide et les lampes à filament de carbone non métallisé. Les lampes sont du type 105 v, 125 v et ont toutes les puissances entre 75 w et 1000 w. On a utilisé comme source d'alimentation : une dynamo à courant coutinu (7,5 kw, 120 v), une batterie d'accumulateurs (80 a-h, 120 v), et un circuit d'éclairage à 115 v et 60 p : sec.

En négligeant les phénomènes de réactance et supposant constante la tension aux bornes de la lampe, on voit que le courant initial au moment de la mise en circuit de la lampe doit varier en raison inverse de la résistance du filament. Le courant initial doit être, théoriquement, le produit du courant normal par le rapport de la résistance du filament chaud à celle du filament froid.

Résistance de la ligne et réactance. — En réalité, la tension ne reste pas constante aux bornes de la lampe à cause des effets d'induction se produisant sur la ligne et de l'accroissement de la chute ohmique. La tension aux bornes est égale à la tension normale de la ligne diminuée de l'accroissement de chute ohmique et de la chute due à la réactance. Quand le courant augmente, la pente de la courbe du courant devient de moins en moins rapide, ce qui rend plus faibles les inductions successives et, par suite, tend à établir la tension de la ligne, tandis que, dans ces conditions la chute ohmique augmente dans le circuit, mais toutefois pas assez pour empêcher la tension aux bornes de la lampe de s'élever à sa valeur de fonctionnement normal. Le courant ne croît d'ailleurs que pendant un court intervalle de temps et diminue ensuite, car le filament de la lampe s'échauffe très rapidement. et sa résistance devient brusquement très considérable jusqu'à ce que soit finalement atteint un point au delà duquel le courant n'augmente plus. Ce maximum se produit quand la résistance de la lampe commence à augmenter plus vite que la tension aux bornes de la lampe et il s'obtient en retranchant la chute ohmique et la chute de réactance du circuit de la force électromotrice du générateur. Ce courant maximum s'obtient en un temps très court, allant de 4.10^{-4} à 3.10^{-3} sec. Le courant, après avoir atteint sa valeur maximum, tend immédiatement à reprendre sa valeur de fonctionnement normal et celle-ci est atteinte, comme le montrent les oscillogrammes au bout de 0,1 à 0,2 sec (v. tableau III.)

Réglage de la tension et réactance de la ligne. — La machine utilisée pour les essais était une dynamo à courant continu de 7,5 kw. Avec cette puissance, il semble probable que le réglage de la machine a un effet important sur le réglage de la tension initiale, tandis que si la génératrice était de faible puissance, on devrait s'attendre à un réglage instantané médiocre. La réaction d'induit et les effets de réactance, aussi bien que la résistance de l'induit, produiront une variation de la tension. Aussitôt que la lampe est mise en circuit, la tension du générateur diminuera légèrement par suite de cette « surintensité » initiale du courant. Si on utilisait, pour alimenter les lampes, un générateur de faible puissance, l'impulsion initiale du courant ne serait pas aussi forte qu'avec un générateur suffisamment puissant pour supporter la charge sans présenter de diminution de tension.

Afin d'avoir quelques indications sur la réactance du circuit particulier utilisé dans ces essais, on a répété les expériences en branchant sur la ligne une résistance non inductive à la place de la lampe. On a relevé sur l'oscillogramme une chute immédiate de la tension en circuit ouvert sur la ligne, suivie d'une augmentation progressive de la tension et du courant. Dans ce cas, la tension et le courant arrivent en phase à leur valeur normale et atteignent en même temps leur valeur maximum.

La chute initiale de la tension peut s'expliquer par différentes causes : la résistance, la réactance et la création du générateur; la résistance et la réactance de la ligne. On peut supposer que la résistance du circuit demeure constante; par suite, en négligeant sa réactance, la tension en circuit ouvert devrait prendre immédiatement sa valeur normale, de même que le courant. Il y a cependant un effet de réactance inductive dans le circuit qui fait tomber la tension à une valeur faible, à partir de laquelle elle reprend graduellement sa valeur normale. Cet effet de réactance inductive peut être attribué à la réactance de la ligne et non à une action quelconque du générateur.

Comme les fils de la ligne utilisée ont environ 45 m de longueur et qu'ils sont mis sous conduite, le coefficient de self-induction est relativement faible. Cependant, la vitesse de variation du courant par rapport au temps est grande et détermine la production d'une force électromotrice inverse notable. La plupart des lignes ont pratiquement un coefficient de self-induction plus élevé, ce qui tend à empêcher le courant de prendre une valeur initiale très élevée.

Tableau I. — *Rapport de la résistance du filament chaud à celle du filament froid dans les lampes à incandescence.*

	Rapport de la résistance à chaud à la résistance à froid.
Filament de carbone ordinaire	0,5
Filament de carbone métallisé.....	1,5
Filament de tantale	6,5
Filament de tungstène dans le vide....	11,5
Filament de tungstène dans une atmosphère gazeuse.....	14,6

Bien que le rapport de la résistance à chaud à la résistance à froid pour une lampe à atmosphère gazeuse soit 14,6 (v. tableau I), sur aucun des oscillogrammes enregistrés le courant initial ne s'élève à 14,6 fois le courant normal (v. tableau II). La valeur la plus rapprochée de celle-ci est égale à 12 et est fournie par les lampes de 75 w. Le rapport du courant maximum initial au courant de

(1) J. Berry. *Electrical World*, 2 mars 1918, t. LXXI, 459-462, 4200 mots, 2 fig., 4 tab.

Digitized by Google

TABLEAU II. — *Rapport du courant maximum initial au courant normal (lampes à filament de tungstène et atmosphère gazeuse).*

Puissance de la lampe en watts.	Rapport du courant initial maximum au courant normal.	Rapport du courant initial efficace au courant normal.
75	12	...
100	11	1,5
200	10	...
300	10	...
400	10	...
500	9	1,9
750	8	...
1 000	7	2,5

régime diminue à mesure qu'augmente la dimension des lampes. Par suite de la faible résistance initiale du filament des lampes, le courant s'établit rapidement (v. tableau III) et ceci produit une chute de réactance dans la ligne qui, ajoutée à l'accroissement de chute ohmique de la ligne amène la tension efficace aux bornes de la lampe à une faible valeur pour quelques-unes des lampes de plus forte puissance.

TABLEAU III. — *Temps qu'il faut au courant pour atteindre sa valeur maximum et la valeur constante.*

Puissance de la lampe en watts.	Temps pour atteindre la valeur maximum en secondes.	Temps pour atteindre la valeur normale en secondes.	Temps pour atteindre une valeur double de la valeur normale en sec. (1)
75	0,0004	0,07	0,01
100	0,0007	0,10	0,02
200	0,0008	0,10	0,03
300	0,0011	0,13	0,03
400	0,0012	0,13	0,03
500	0,0014	0,15	0,03
750	0,0021	0,17	0,04
1 000	0,0031	0,23	0,07

Il est à noter que la diminution de tension lue sur les oscillogrammes est beaucoup plus forte que la chute ohmique calculée d'après le maximum du courant qui traverse la ligne. Comme cette forte chute de tension aux bornes de la lampe ne peut s'expliquer par l'accroissement de chute ohmique de la ligne, elle doit être produite soit par une chute de tension provenant de la réactance inductive de la ligne, soit par l'action régulatrice provenant du générateur électrique qui alimente la ligne.

TABLEAU IV. — *Diminution de la tension initiale de court-circuit quand on met la lampe en circuit.*

Puissance de la lampe en watts.	Courant maximum en ampères.	Chute ohmique calculée pour le courant maximum en volts.	Diminution de la tension en circuit ouvert (déduite des oscillogrammes) en volts.
75	7,2	1,4	29,9
100	9,0	1,8	35,1
200	17.2	3,4	42,5
300	26,2	5,2	61,4
400	36,6	7,3	61,7
500	45,7	9,1	71,6
750	51,7	10,3	86,0
1 000	65,2	13,0	92,6

La diminution de tension en circuit ouvert varie entre 27 pour 100 et 78 pour 100 de la tension (v. tableau IV). La diminution de tension révélée dans chaque cas par les oscillogrammes est plusieurs fois supérieure à celle qu'indiquerait la seule chute ohmique sur la ligne. Naturellement, le fonctionnement du générateur n'est pas sans influence sur cette chute de tension, mais comme le courant à pleine charge que fournit cette génératrice est approximativement 65 A, il ne semble pas probable que le générateur montre une diminution très marquée de la tension aux bornes ou, en d'autres termes, un mauvais réglage instantané.

La chute initiale qui se produit dans la tension quand la lampe est mise en circuit, a été également mesurée dans le cas où l'on utilise pour alimenter la ligne une batterie d'accumulateurs au lieu d'une dynamo. La tension reprend moins vite sa valeur normale, ce qu'on peut attribuer à la variation de la résistance interne de la batterie et peut-être à un retard par rapport au temps dans l'action de la batterie.

Le courant s'élève à sa valeur maximum en un temps très court, allant approximativement de 0,0004 sec à 0,003 sec. La force électromotrice inverse de self-induction qui en résulte doit être la principale cause de la chute excessive de la tension initiale aux bornes de la lampe.

Des relations compliquées se produisent durant cette phase initiale et si on voulait en donner une théorie mathématique, il faudrait connaître les constantes du circuit tout entier et faire entrer en ligne de compte la tension variable aux bornes de la lampe due à la réactance de la ligne, les conditions de fonctionnement du générateur, la chute ohmique variable du circuit et la variation de résistance du filament produite par une variation rapide du courant, ce qui nécessiterait une connaissance approchée de la capacité calorifique ou du retard de la température dans le cas d'un courant instantané. De plus, à cause de la variation rapide du courant, il faudrait sans doute tenir compte de l'effet Kelvin (*skin effect*) dans le filament de la lampe aussi bien que de la conduction calorifique et de la convection par les gaz dans l'ampoule à partir du filament de tungstène, et aussi du refroidissement des électrodes d'arrivée.

L'auteur se contente d'établir, dans cet article, que l'impulsion du courant ne se produit pas dans le rapport de la résistance à chaud à la résistance à froid. Plus forte est la puissance de la lampe et moindre est la surintensité du courant exprimée en pourcentage (v. tableau II). Le courant, dans le cas d'une lampe de 75 w atteint 1 200 pour 100 du courant normal, tandis qu'avec une lampe de 1 000 w il n'atteint que 700 pour 100 du courant normal. Il doit exister dans tous les circuits un facteur de régulation qui empêche le courant d'atteindre la valeur théorique, 1 460 pour 100 de la valeur normale du courant.

ACTION SUR UN COURANT ALTERNATIF. — L'auteur a enregistré quelques oscillogrammes relatifs à l'introduction d'une lampe à tungstène et atmosphère gazeuse dans un circuit parcouru par un courant alternatif de 60 p : sec. Les expériences ont été faites dans le but de déterminer l'effet de la mise en circuit de la lampe au moment où la tension passe par une valeur nulle et au moment où elle prend sa valeur maximum. La puissance de cette lampe était de 1 000 w. Les oscillogrammes montrent que le temps nécessaire pour que le courant alternatif prenne sa valeur normale est identique à celui que met un courant continu à atteindre sa valeur de régime. On peut s'attendre cependant à ce que les alternances du courant entraînent quelque action refroidissante sur le filament et qu'il faille au courant plus de temps pour atteindre sa valeur normale de fonctionnement. La surintensité produite, quand la lampe de 1 000 w est mise en circuit au moment où l'onde de tension passe par un maximum, est 600 pour 100 ; elle n'est que de 500 pour 100 quand la lampe est introduite au moment où s'annule la tension. Rappelons qu'en courant

(1) Sur la partie descendante de la courbe de courant.

Digitized by Google

continu, la surintensité pour cette lampe est d'environ 700 pour 100.

L'onde du courant n'est pas une onde sinusoïdale comme celle de la tension. Il semble s'être produit une certaine distorsion. Il y a un déplacement apparent du sommet de l'onde de courant par rapport au sommet de l'onde de tension. L'onde du courant est d'abord raide, elle atteint un maximum et tombe ensuite plus lentement. Ceci est dû à la variation de résistance du filament de la lampe. Quand le courant part de zéro jusqu'à son maximum, le filament est dans son état le plus froid, il passe à son état le plus chaud, ce qui entraîne la production du phénomène de surintensité. Quand la tension diminue, le courant ne prend pas, à égalité de tension, une intensité aussi forte que du côté des tensions croissantes. Autrement dit, si l'on envisage deux tensions égales, l'une dans la portion croissante de l'onde, l'autre dans la partie décroissante, le courant est plus intense pour la première valeur de la tension que pour la seconde, par suite du fait que le filament est plus froid dans le premier cas que dans le second. Le courant commence à diminuer avant que la tension atteigne son maximum, ce qu'on peut attribuer au fait que la variation de résistance est plus rapide que la variation de tension. Si l'on prend deux points d'égale tension des deux côtés du maximum de l'onde de tension sur la portion ascendante de cette onde, la résistance du filament est plus faible que sur la partie descendante : le courant sera donc moindre au second point. Il en résulte une distorsion de l'onde du courant. Comme le courant atteint son maximum avant le maximum de la tension, la surintensité maximum se produit quand la lampe est mise en circuit un peu avant que l'onde de tension ne passe par sa valeur maximum.

La valeur maximum du courant initial dépend quelque peu de l'état d'aimantation du transformateur au moment où l'on ferme l'interrupteur, et cet état magnétique dépend lui-même du point où se trouvait l'onde de courant lors de la dernière rupture du courant.

Filament de tungstène dans le vide. — Théoriquement la surintensité du courant initial ne devrait pas être aussi forte dans le cas des lampes à filament de tungstène dans le vide que dans le cas des lampes à filament de tungstène et atmosphère gazeuse. Le rapport de la résistance à chaud à la résistance à froid dans les lampes à vide n'est pas aussi grand que dans le cas des lampes à atmosphère gazeuse ; en outre, l'effet refroidissant du gaz dans les lampes à atmosphère gazeuse maintient froid le filament pendant un temps plus long. Cependant, la différence est faible et n'est que difficilement perceptible sur les oscillogrammes.

Quelques essais ont été effectués par l'emploi d'une méthode potentiométrique pour la détermination de la tension et du courant afin de mesurer avec une grande précision combien de temps il faut au courant pour atteindre une valeur constante dans le cas des lampes à atmosphère gazeuse. Les résultats obtenus indiquent que ce temps varie de une demi-minute à 2 minutes quand on passe des lampes de 100 w aux lampes de 1 000 w.

Il n'y a pas à craindre la fusion des coupe-circuits ou l'ouverture des disjoncteurs quand on met une lampe en circuit pourvu que les fusibles aient la grosseur voulue pour la charge normale envisagée et que les disjoncteurs soient convenablement installés. Le courant efficace durant la courte période de 0,1 à 0,2 sec. n'est que de 100 pour 100 supérieur à la normale. Avec cette surcharge les fusibles ou les disjoncteurs ordinaires n'interrompent pas le circuit à cause de l'élément temps qui intervient dans leur fonctionnement.

Mise en circuit d'une série de lampes. — Pratiquement, on met généralement en circuit plus d'une lampe à la fois. L'effet observé est sensiblement le même que celui que donnerait une seule lampe dont la puissance serait égale à la somme des puissances individuelles des lampes mises en circuit. Si les lampes ne sont pas groupées ensemble sur la ligne, il pourrait y avoir une légère différence dans les modes d'action provenant des différences d'intensité du courant aux diverses portions d'une ligne multiple.

Quand on remplace une installation de lampes à filament de tungstène dans le vide par une installation de lampes à atmosphère gazeuse, il n'y a qu'une très légère différence dans la valeur de la surintensité, pourvu que la puissance totale reste la même dans chaque cas.

Il ne faut pas oublier que les résultats des essais précédents ont été obtenus avec une source d'énergie et un circuit électrique déterminés. On pourrait avoir des résultats légèrement différents sous des conditions de circuits différentes. Les circuits habituels auraient une plus forte réactance, en sorte que la surintensité initiale du courant serait moindre que celle indiquée par les essais que nous venons de rapporter.

A. B.

Une pile thermo-électrique étalon (1).

Les piles étalons Clark et Weston ont des limites d'emploi bien connues. Elles ne fonctionnent pas aux températures de congélation et d'ébullition de l'eau, et s'altèrent facilement si on leur fait débiter un courant notable, comme par un court-circuit. La pile thermique qu'on va décrire est à l'abri de ces inconvénients ; ce n'est d'ailleurs pas un étalon primaire comme le Clark et le Weston, mais un étalon secondaire. Elle constitue en plus un étalon d'intensité aussi bien que de force électromotrice, car c'est une combinaison formée d'une résistance, d'une soudure et d'un fil de chauffage disposés de telle sorte qu'une certaine intensité bien définie est nécessaire pour obtenir le fonctionnement voulu. On obtient un étalon de force électromotrice en prenant la chute de tension aux bornes d'une résistance convenable placée dans le circuit.

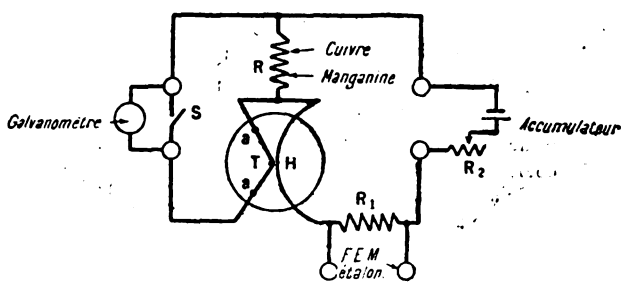


Fig. 1. — T, soudure chaude ; H, filament de chauffage ; a, extrémité froide ; R, résistance d'équilibrage ; R_1, résistance à chute de tension ; R_2, rhéostat ; S, interrupteur de mise en court-circuit du galvanomètre.

Dans son état actuel, la pile thermique étalon comprend une ampoule de verre contenant une soudure T (fig. 1), un

(1) C.-A. Hoxie. *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, février 1918, t. xxxvii, p. 57-64, 2 500 mots, 5 fig., 1 tab.

Digitized by Google

filament de chauffage H qui n'est pas en contact avec la soudure, la résistance d'équilibrage R et la résistance de chute de potentiel R_1. Si l'on monte un accumulateur et un galvanomètre comme l'indique la figure 1, et si l'on règle le courant à une valeur déterminée, le galvanomètre indiquera l'équilibre. La raison en est indiquée par la figure 2, où la

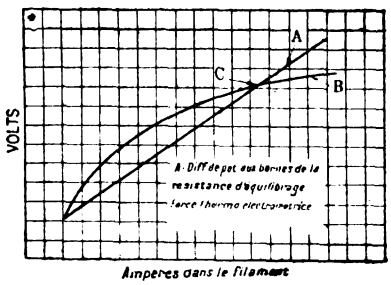


Fig. 2. — Courbes des différences de potentiel aux bornes de R et R_1 en fonction de l'intensité du courant dans le filament.

courbe A représente la chute de potentiel dans la résistance d'équilibrage R en fonction de l'intensité dans le fil de chauffage H; la courbe B représente les variations de la force électromotrice de la soudure en fonction de cette même intensité. On voit que la force électromotrice varie à peu près comme le carré de l'intensité dans le fil de chauffage, tandis que la chute dans la résistance R varie proportionnellement à cette intensité. Le point d'intersection C de ces deux courbes est le point où la force électromotrice de la soudure est égale à la chute de potentiel dans la résistance d'équilibrage. Donc, en réglant l'intensité dans le fil de chauffage à cette valeur critique, on peut obtenir une chute de potentiel déterminée aux bornes de la résistance R_1. Pour obtenir une force thermo-électromotrice élevée, il est recommandable de porter à une haute température le fil de chauffage. L'intensité maximum qu'on peut employer sans affecter la constance de l'élément est celle qui amène le fil au rouge sombre à peine visible. Dans les conditions de fonctionnement normales, on maintient ordinairement l'intensité dans le filament un peu au-dessous de cette valeur pour qu'un accroissement de courant accidentel n'endommage pas le couple. On emploie comme source de courant un seul élément d'accumulateur et on règle l'intensité à la valeur critique au moyen d'un rhéostat.

Coefficient de température. — L'élément n'a aucun coefficient de température s'il est réglé de telle sorte que le courant d'équilibre amène le filament au rouge sombre; s'il est réglé pour une valeur plus faible du courant d'équilibre, il a un coefficient de température négatif. Cela vient de ce que, jusqu'à un certain point, une élévation de la température ambiante accroît la force thermo-électrique du couple pour une différence de température donnée entre les soudures chaude et froide; le point critique paraît être atteint quand le filament est porté au rouge sombre. Pour compenser le coefficient de température positif de la force thermo-électrique, on constitue une fraction convenable de la résistance d'équilibrage par un métal ayant un coefficient de température positif; l'accroissement de force thermo-électrique est alors compensé par l'accroissement de la chute de tension dans la résistance d'équilibrage.

Voici quelques détails sur la construction de l'appareil : Le filament de chauffage doit être d'un faible diamètre, avoir une résistance élevée et pouvoir supporter une forte traction tandis qu'il est chauffé au rouge cerise. Ce fil est en effet, ainsi que ceux qui constituent le couple, tendu continuellement par des ressorts pour que sa distance à la soudure reste à peu près constante. On a d'ailleurs observé que de petites variations de cette distance n'influaient pas sur la force électromotrice. On a constaté qu'un fil de tungstène de 0,07 mm de diamètre remplissait bien ces conditions et donnait la température voulue avec un courant de 40 milliampères environ. Ce filament a environ 1 cm de longueur et une résistance de 12 ohms.

Pour que la transmission de la chaleur du filament de chauffage au couple se fasse facilement, et sans toutefois qu'une trop forte partie de la chaleur se perde par convection, il faut qu'il n'y ait dans l'ampoule ni un vide élevé, ni un gaz sous pression considérable. De l'azote à une pression de 2 cm de mercure environ a donné de bons résultats.

Caractéristiques de l'appareil. — La force électromotrice que peut donner l'élément n'est pas déterminée comme dans les autres types. La résistance à chute de tension R_1 peut être réglée de façon que la différence de potentiel à ses bornes ait toute valeur voulue, ordinairement 1 v. Comme il a été dit, le coefficient de température peut être réduit à zéro.

La température ambiante peut varier de 0° à plus de 100° C sans endommager aucunement l'appareil. Cela tient à ce qu'aucun liquide n'entre dans sa construction.

Quand ces éléments sont convenablement construits, aucun court-circuit entre les connexions extérieures ne peut les endommager.

Une intensité excessive dans le filament de chauffage peut changer la valeur d'étalonnage de la force électromotrice, mais ne met pas nécessairement l'instrument hors d'usage.

La position de l'élément n'affecte pas la valeur de la force électromotrice d'étalonnage.

Les éléments sont très portatifs et peu sensibles aux chocs.

Comme on emploie une méthode de zéro pour faire l'équilibrage de l'élément, l'erreur d'observation est réduite au minimum. Les principales causes d'erreur sont le coefficient de température de l'élément et les forces thermo-électromotrices autres que celle qui est engendrée à la soudure. L'erreur due aux forces thermo-électromotrices existant dans le circuit du galvanomètre peut être réduite au minimum en fermant ce circuit sur lui-même : le galvanomètre indique alors le vrai zéro qu'on doit adopter pour la mesure.

Un étalon thermo-électrique convenablement construit et manipulé doit rester constant à 5 pour 10 000 près au moins. Des essais effectués périodiquement sur un grand nombre de ces étalons, pendant une période de deux ans environ, ont montré qu'il en est bien ainsi.

Les caractéristiques de la pile étalon thermo-électrique paraissent donc justifier son emploi dans bien des mesures où des piles étalons sont nécessaires. Cet élément a été employé avec succès pour des potentiomètres destinés à la mesure des températures par couples thermo-électriques. Plusieurs de ces potentiomètres ont été pendant cette dernière année en usage constant, et entre des mains inexpérimentées. Aucun trouble ne s'est produit qui pût être attribué à la pile étalon.

P. L.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Considérations techniques sur les fours électriques industriels : classification, choix des appareils, installation, mode d'emploi et conduite.

L'électrothermie à haute température s'est considérablement développée depuis une quinzaine d'années; elle a sa principale application dans la métallurgie (aciers, ferro-alliages, alliages spéciaux, etc.), mais le four électrique a aussi de nombreux emplois dans les productions de la chimie minérale, dans le traitement des métaux (trempe, etc.) et dans certaines fabrications spéciales (abrasifs, produits réfractaires, verre, quartz, etc.) Dans ce travail, M. Escard établit la classification des principaux types de fours électriques actuellement utilisés dans l'industrie, d'après leur mode de fonctionnement; il en donne une description sommaire et indique les règles d'ensemble qui président à leur installation, leur montage et leur conduite.

But et avantages des fours électriques. — Les fours électriques transforment l'énergie électrique en énergie calorifique et utilisent à cet effet des dispositifs très variés. Ils sont appliqués, d'une façon générale, à deux sortes d'opérations :

1° A la production pure et simple de *températures élevées* qu'on ne peut réaliser avec les fours ordinaires, pour fondre, vaporiser ou changer l'état physique des composés métalliques ou autres : fabrication des alliages peu fusibles par union des éléments, transformation du carbone amorphe en graphite, de l'alumine amorphe en corindon, etc.

2° A la production de *réactions chimiques* (combinaisons, réductions, etc.) seulement ou plus aisément réalisables à la température du four électrique : union de l'azote et de l'oxygène pour la fabrication des oxydes d'azote et de l'acide nitrique, réduction des oxydes métalliques (alumine, chromite, etc.) pour la préparation des métaux et de leurs alliages (aluminium, ferrochrome, etc.).

Les avantages qu'ils présentent sur les appareils ordinaires chauffés à la houille ou au gaz sont les suivants :

1° On peut *doser*, pour ainsi dire, les matières premières devant figurer dans le produit définitif : alliages devant contenir un pourcentage déterminé d'éléments additionnels (silicium, chrome, tungstène, etc.), aciers spéciaux, etc. La formation de ces composés s'effectue ainsi dans des conditions idéales et fixes.

2° On obtient un *rendement* supérieur à celui des méthodes ordinaires, une grande partie de la chaleur fournie par le charbon, dans ces dernières, étant perdue par rayonnement, conductibilité ou imperfections matérielles. Dans le four électrique, au contraire, une quantité relativement considérable d'énergie est mise en jeu dans un espace restreint et les pertes sont ainsi très réduites.

3° On peut, dans le four électrique, réaliser un milieu soit complètement *neutre*, soit au contraire *oxydant* ou *réducteur* et faire réagir sur les produits fondus des gaz déterminés (azote, oxygène, etc.). On réalise la possibilité d'avoir, selon les besoins, une scorie acide, basique ou neutre, de composition bien plus élastique que dans les autres modes de fusion.

4° Il est très facile de régler la *température* en vue d'une réaction déterminée et de la faire osciller entre des limites très étendues, soit de 500° à 3000° environ. Toutes les opérations d'électrolyse thermique et la fusion des produits les plus réfractaires y sont ainsi possibles. La constance du degré de chaleur peut être obtenue aussi longtemps qu'on le désire dans l'atmosphère exigée par le genre d'opération effectuée.

5° Les fours électriques occupent généralement un emplacement réduit, sont d'un maniement très simple et ont une mise en marche rapide; le contrôle des opérations à l'aide des appareils de mesure est des plus faciles et permet d'établir en peu de temps le coût et le rendement des fabrications.

Par contre, la nécessité d'employer des électrodes en charbon ou en métal oblige à des précautions spéciales pour mettre ces électrodes à l'abri d'une combustion, d'une oxydation ou d'une fusion trop rapides. C'est parfois une gêne, car les oxydations jouent dans la métallurgie et spécialement dans les opérations d'affinage un rôle très important. On y remédie, autant qu'il est possible, par différents dispositifs que nous indiquons plus loin.

On classe généralement les fours électriques industriels en trois grandes classes : les fours à *arc*, les fours à *résistance* et les fours à *induction*. Il existe aussi des types de fours mixtes, c'est-à-dire rentrant à la fois dans deux catégories; tels sont ceux à arc et résistance, les modèles spéciaux pour fusion, etc.

Digitized by Google

I. — **Fours à arc.** — La chaleur est produite par le passage du courant à travers l'espace séparant les extrémités de deux ou d'un plus grand nombre d'électrodes et formant ainsi un ou plusieurs *arcs* électriques. En franchissant cet espace, le courant crée un passage conducteur en vaporisant la substance des électrodes comme dans une lampe d'éclairage à arc. Par suite, l'arc consiste en une vapeur portée à l'incandescence. Sa température est regardée par les uns comme invariable pour une même substance d'électrodes (charbon, cuivre, etc.), puisqu'elle est limitée par la température d'ébullition de ladite substance, par les autres comme dépendant en partie de l'intensité du courant, l'arc devant être considéré comme une résistance.

C'est entre les électrodes de charbon qu'on obtient les arcs à la plus haute température (3500 à 3600°); ce sont aussi les plus employées. Il en résulte que la température des fours à arc est généralement plus que suffisante pour toutes les applications électrothermiques. Ces températures élevées sont obtenues presque instantanément dès que l'arc prend naissance. L'arc est indépendant de la résistance et du volume de la matière traitée. Une particularité commune à tous les fours à arc est que la plus grande partie, et parfois même la totalité de la chaleur ainsi produite, se trouve transmise par radiation à la matière chauffée : substance à fondre ou creuset à chauffer.

D'après la forme de leur arc, les fours électriques industriels peuvent, quels que soient les détails de leur construction, être divisés en six catégories : étincelle ou arc de faible durée, arc horizontal ou arc normal dit voltaïque, arc vertical rectiligne ou hélicoïdal, arc en éventail, arc en disque, arc rotatif.

Fours a étincelles ou arcs de courte durée. — Ce dispositif est très peu employé actuellement, il a cependant été la base du procédé Bradley exploité dans les usines de l'Atmospheric Products Co, à Niagara Falls. Les arcs sont produits par des électrodes mobiles formées de pointes métalliques; les unes sont disposées sur un tambour, les autres à l'intérieur d'un cylindre entourant concentriquement le tambour. Par la rotation de celui-ci, le contact de deux électrodes de polarité différente amorce une étincelle qui s'allonge jusqu'à une certaine longueur, suivant la tension, puis se trouve coupée. Un nouveau contact amorce une nouvelle étincelle et ainsi de suite. En donnant au tambour une vitesse de rotation de 500 t:min et le jeu d'électrodes comprenant, par exemple, 36 séries de 23 pointes, on peut produire par minute plus de 400000 étincelles.

Fours a arcs horizontaux. — On sait que l'arc ordinaire dit « voltaïque » est celui produit entre deux électrodes de charbon placées horizontalement. Il affecte la forme d'un arc due au mouvement d'air chaud ascendant qui soulève la flamme et qui lui a valu son nom. Il est utilisé sous cette forme dans un grand nombre d'appareils : fours Stassano (acier), Girard et Street (graphite), Billon-Daguerre (quartz), four pour la préparation du monox (fig. 1), etc.

Fours a arcs verticaux hélicoïdaux. — Si l'on fait jaillir l'arc électrique entre deux électrodes verticales placées dans le prolongement l'une de l'autre, il affecte une forme sensiblement rectiligne et peut être utilisé dans cet état. Si les électrodes sont éloignées l'une de l'autre et si la tension est suffisante, il présente

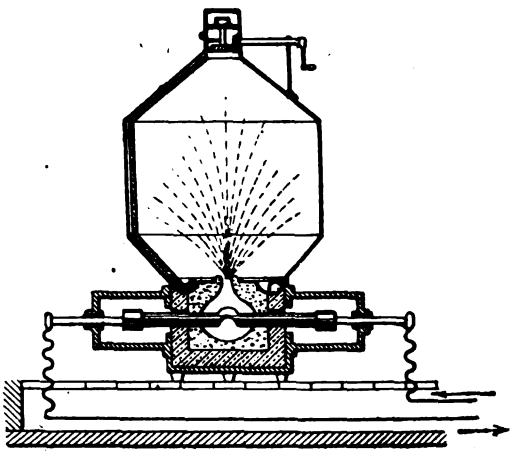


Fig. 1. — Four à arc type (préparation industrielle du monox, Si O).

l'aspect d'une colonne lumineuse; en faisant arriver à la base d'un tel arc un courant gazeux (air, oxygène, etc.) au moyen d'une buse dont l'axe est légèrement incliné, l'arc est animé d'un mouvement hélicoïdal qui facilite son contact avec le gaz entraîné. Ce dispositif est utilisé, dans le four Schönherr, pour la fabrication de l'acide nitrique.

Fours a arcs en éventail. — Ils sont très employés pour la production des réactions gazeuses à haute température et reposent sur le même principe que les parafoudres à cornes. Si l'on fait jaillir un arc entre deux électrodes écartées l'une de l'autre à la façon des deux branches d'un V, cet arc à peine amorcé monte à la partie supérieure des deux électrodes en s'allongeant, puis finit par se rompre et s'éteindre si la tension est insuffisante. Il continue, au contraire, à s'épanouir lorsque la tension le permet. Si à la partie inférieure de l'arc, on souffle de l'air dans le plan des électrodes, l'arc s'allonge en hauteur jusqu'à s'éteindre également après avoir atteint la limite en rapport avec la tension employée. Les fours Guye et Pauling, pour la fabrication des oxydes d'azote et dérivés, utilisent des dispositifs de ce genre. La flamme de l'arc dépasse plusieurs mètres de longueur, chaque four comprenant plusieurs arcs.

Fours a arcs en disque. — Quand un arc jaillit dans un milieu traversé par un champ magnétique formé par un fort électro-aimant, il se déforme, il est soufflé suivant l'expression habituelle. Avec le courant *continu* et

Digitized by Google

des électrodes disposées dans un plan perpendiculaire au champ magnétique, l'arc produit entre les pôles d'aimant prend la forme d'un demi-disque, il s'étale entre les électrodes dans le plan normal à la direction des lignes de force du champ magnétique. Si l'on renverse le sens du courant, le disque est également déplacé et vient prendre une position symétrique de la première. Avec le courant *alternatif*, l'arc présente l'apparence d'un disque complet formé de deux séries de demi-disques dont le nombre par seconde correspond à la fréquence du courant utilisé. Ce dispositif, très ingénieux, permet d'utiliser des arcs de grande puissance; il est employé sur une grande échelle pour la production synthétique des oxydes d'azote et de l'acide nitrique à l'aide des procédés Birkeland-Eyde. Les électrodes sont en cuivre et refroidies intérieurement par une circulation d'eau.

Fours a arcs rotatifs. — En plaçant deux électrodes cylindriques *coaxiales*, de manière que leur axe commun soit dans le même sens que celui des lignes de force d'un champ magnétique, l'arc qu'on fait jaillit entre elles prend un mouvement de rotation. Sa vitesse peut être réglée en même temps que le champ dont elle dépend. Ce dispositif, appliqué dans les fours Moscicki et, sous une forme modifiée, dans certains fours Ferranti, permet de réaliser un très bon contact entre l'arc et le courant gazeux circulant entre les deux électrodes; le gaz ne peut, en effet, s'élever à travers le four qu'en traversant de part en part la flamme de l'arc. L'électrode centrale est généralement refroidie par un courant d'eau.

Inconvénients des fours a arc. — Les fours à arc présentent, dans leur ensemble, certains inconvénients. On leur reproche parfois de n'avoir, en général, qu'une action superficielle, l'arc n'atteignant que la matière lui faisant face; il en résulte que la chaleur de l'arc, dans les bains fondus, ne peut se transmettre à leur partie inférieure que par conduction, d'où un fonctionnement assez lent de ce genre d'appareils et un rendement peu économique.

Cette difficulté de transmission de la chaleur du haut vers le bas à travers la charge est encore augmentée par la présence de la couche d'impuretés ou de scories formées à la surface du bain et qui constituent un véritable écran. Fréquemment, on est ainsi obligé d'employer un arc plus puissant que ne l'exige le point de fusion ou de réduction des matières traitées.

En outre, dans tous les fours à arc, celui-ci doit être amorcé, ce qui nécessite un mouvement plus ou moins rapide des électrodes et occasionne une charge momentanée excessive de la génératrice de courant. Les électrodes devant être rapprochées continuellement et aussi vite qu'elles se consument, il faut réaliser cette opération au moyen d'un dispositif automatique ou par les soins d'un ouvrier se livrant à une surveillance continue. Enfin l'arc peut s'éteindre bien que dans les fours clos cet accident se produise plus difficilement que dans les fours ouverts avec arc jaillissant à l'air libre.

Dans les fours à arc jaillissant entre deux électrodes verticales, on observe souvent, pendant la période de fusion, de grandes variations de courant dues aux courts-circuits : ces derniers sont occasionnés par le tassement de la charge au moment de l'allumage et de l'extinction brusque de l'arc. Ce défaut n'existe presque pas dans les fours où la sole sert d'électrode; il peut être grave quand le courant alimentant le four constitue une forte proportion de la production totale de l'usine, en raison des brusques variations de charge des groupes générateurs, à moins que les machines soient construites pour les supporter sans danger.

Au point de vue du rendement, un autre inconvénient commun à la plupart des fours à arc consiste en ce qu'une partie de l'énergie électrique est nécessairement dépensée pour vaporiser la substance constituant l'électrode. Cette chaleur ne redevient disponible, c'est-à-dire n'est retrouvée, qu'au moment où cette vapeur se condense à nouveau, si elle n'est pas consumée par combustion. Dans le cas d'électrodes en carbone, cette condensation est encore un inconvénient, car la matière traitée dans le four, soumise à cette action à une température élevée, peut se carburer.

II. **Fours à résistance.** — Dans ce genre de fours, la chaleur est produite par le passage du courant à travers une matière ou un mélange de matières, de telle sorte que c'est, soit la matière chauffante, soit le produit chauffé qui est traversé par le courant. De là les différents genres d'appareils utilisés comme fours à résistance.

Résistance constituée par la matière a traiter. — Le modèle le plus simple (fig. 2) possède deux électrodes fixes ou mobiles amenant le courant à la matière à traiter. Celle-ci est fréquemment traversée par un mélange conducteur ou semi-conducteur (coke) unissant les deux électrodes et facilitant la mise en marche (fours à carborundum). Quand le milieu à traiter est suffisamment conducteur (alliages ou métaux), on peut se dispenser de cette complication. Le four représenté par la figure 2 est utilisé pour la fabrication du graphite et du carborundum, la transformation de la

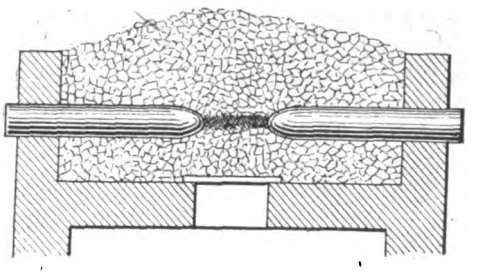


Fig. 2.— Four à résistance type (préparation du carborundum, de l'émeri artificiel, du graphite, etc.).

Digitized by Google

bauxite et de l'émeri naturel en corindon artificiel, la préparation de certains alliages d'aluminium (cupro et ferro-aluminium), etc. C'est la matière traitée qui constitue la résistance.

Dans certains types de fours à acier, le métal à traiter est renfermé dans une sorte de canal de grande longueur et de faible section; il est terminé par deux électrodes fixes, refroidies par une circulation d'eau pour éviter leur fusion au contact du métal liquide. On peut comparer ce dispositif au filament d'une lampe à incandescence portée, par le courant, à une haute température; le filament est remplacé ici par un ruisseau de métal fondu, mais le phénomène est identique au point de vue électrique.

Dans le four indiqué figure 3, les électrodes a et b sont fixes également; la charge occupe l'intérieur de

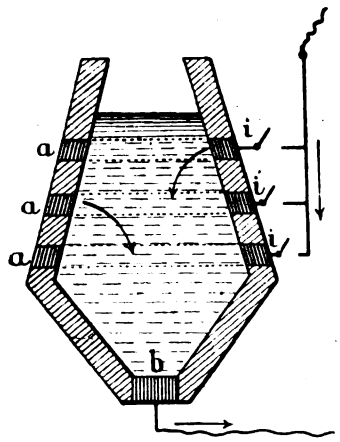


Fig. 3. — Four à résistance à électrodes fixes.
(La résistance est constituée par la matière fondue.)

l'appareil; les électrodes a, de même polarité, sont réparties à différentes hauteurs et sont constituées par des couronnes conductrices en charbon, magnésie, fer doux ou acier coulé mélangés, tandis que le reste du garnissage est en silice, bauxite ou carborundum amorphe. Suivant le genre d'opérations et la puissance électrique nécessaire, on peut mettre en circuit une, deux ou trois des électrodes a, l'intensité du courant étant fonction de la distance qui sépare l'électrode b, c'est-à-dire la sole, de la couronne mise en circuit; on peut donc l'augmenter progressivement par le dispositif indiqué. Ce four très ingénieux, dû à Ch. Louis, est surtout employé comme appareil de fusion et de réduction.

Résistance constituée par une substance intermédiaire. — Dans le four Tone (fig. 4), utilisé pour la fabrication du silicium, la résistance de chauffe est, non pas la matière à traiter, mais une colonne formée par une superposition de disques de graphite séparés par une matière semi-conductrice; cette colonne est placée dans l'axe du four et est ainsi entourée par le produit ou le mélange de produits à chauffer A.

Dans la plupart des fours-creusets (fig. 5), le courant chauffe ces derniers par l'intermédiaire d'un mélange semi-conducteur m (granules), formé par exemple de graphite et carborundum ou de graphite et magnésie ou encore de carbone amorphe, magnésie et carborundum;

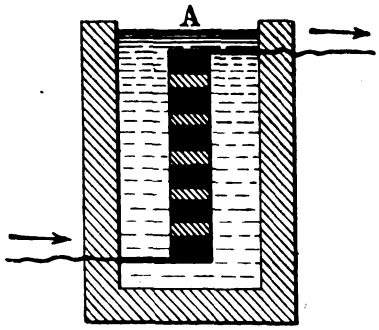


Fig. 4. — Four Tone à résistance placée à l'intérieur de la matière à traiter (préparation du silicium).

parfois on ajoute au mélange des grenailles ou poudres de métaux réfractaires tel que le chrome. Ce semi-conducteur m est divisé en deux demi-cylindres reliés chacun à une des électrodes d'amenée du courant. Ce dispositif, qui permet d'atteindre des températures assez élevées, présente en outre l'avantage de rendre l'intensité du courant indépendante de la matière à traiter contenue dans le creuset, que cette matière soit conductrice ou non.

Les fours à creuset chauffés par une spirale de métal

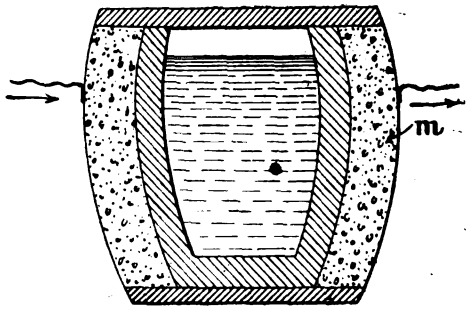


Fig. 5. — Four à résistance constituée par des semi-conducteurs (alliages).

entourant le creuset peuvent rentrer dans cette catégorie; ils ne sont guère utilisés dans l'industrie que pour les opérations de fusion des métaux et alliages peu fusibles.

Résistance chauffant par radiation. — Le four représenté par la figure 6 appartient à cette catégorie. La résistance consiste en une voûte formée d'éléments juxtaposés en graphite. Ces sortes de briquettes sont courbes à leur base de façon à augmenter la surface radiante; deux blocs de charbon b, b' servent d'électrodes. Par son emplacement et sa forme en voûte, la résistance portée à l'incandescence par le passage du

Digitized by Google

courant échauffe le bain placé au-dessous. Pour éviter des pertes de chaleur, cette résistance est recouverte de dalles ou d'un ciment réfractaire t.

Suivant le but de l'appareil, la résistance peut occuper, soit la partie supérieure du four comme le représente la figure 6, soit la sole, soit les parois. On emploie ce genre de four à des fins diverses : pour la *trempe*, la fusion du *quartz* et du *verre*, l'extraction du *zinc*, la

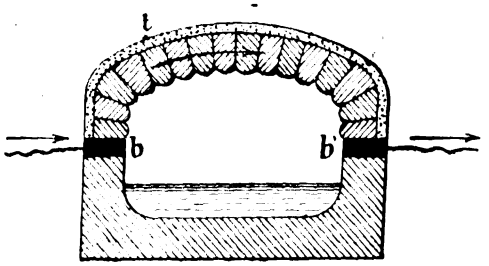


Fig. 6. — Four à résistance chauffant par radiation (quartz, zinc, alliages).

fusion des métaux (cuivre, laiton, aluminium). Pour éviter la combustion des briquettes constituant la résistance, notamment pour les opérations de fusion, on maintient dans l'atmosphère du four un gaz inerte, si possible à une pression un peu supérieure à la pression atmosphérique ; on obtient ce résultat en laissant tomber goutte à goutte dans le logement de la résistance du pétrole qui se gazéifie et empêche toute rentrée d'air ; un long tube de fer percé de trous et muni d'un graisseur à gouttes convient très bien pour cela.

La température atteinte dans ce genre de four varie avec les dimensions de la résistance, le nombre de briquettes et l'isolement calorifique de l'ensemble. On peut arriver à 2 000° environ, avec un rendement de 75 à 90 pour 100.

Avantages et inconvénients des fours a résistance. — Les fours à résistance du type de ceux représentés par les figures 2 et 3, c'est-à-dire ceux dans lesquels la matière traitée constitue la résistance, présentent l'avantage de pouvoir atteindre des températures très élevées. Comme la chaleur produite est due à la propre résistance de cette matière, elle se dépense avec un rendement maximum que ne peuvent jamais atteindre les fours à arc. Ils nécessitent cependant des dispositions particulières pour réaliser, à l'intérieur de la masse en fusion, une agitation régulière et continuelle. On leur reproche parfois la complication qu'ils entraînent par la nécessité d'une réfrigération constante des électrodes, cette opération enlevant des calories au four et compliquant, en outre, les dispositifs d'amenée du courant à l'appareil.

Les fours à résistance, par leur principe même, entraînent la dépendance entre le courant et la résistivité de la matière traitée, résistivité qui varie dans d'assez grandes limites suivant la température. Il y a de même souvent des relations très étroites entre le courant et le volume de la matière traitée, volume qui change également, au cours d'une même opération, par la fusion d'une plus ou moins grande proportion de mélange.

Au point de vue de la température maximum pouvant être atteinte par ces fours, il semble en théorie que l'élévation de température n'est limitée que par la volatilisation de la résistance elle-même (cas des fours à radiation fig. 6), ou par la difficulté d'avoir un récipient restant infusible à la température requise (cas de résistances liquides, fig. 4 et 5). Sous ces deux réserves, on serait donc tenté d'admettre que, pour élever indéfiniment la température, on n'ait qu'à augmenter l'intensité du courant ou, pour mieux dire, le nombre de watts, c'est-à-dire la puissance absorbée par unité de volume. C'est ce qui distingue les fours électriques des fours à combustion où il existe une limite théorique à l'élévation de température et c'est la possibilité d'obtention de hautes températures qui, dans la plupart des cas, détermine le choix en faveur des premiers.

Phénomène de pincement. — Pratiquement cependant, on rencontre à l'obtention de températures de plus en plus élevées diverses difficultés dont la principale est connue sous le nom de *phénomène de pincement* ; il se produit dans les fours où la résistance est constituée par la matière à traiter elle-même, lorsque cette matière est amenée à l'état fondu. La colonne liquide tend à se diviser et à rompre ainsi le circuit par suite (1) d'actions électromagnétiques et électrodynamiques particulières. Ce phénomène constitue une limite de température et entraîne une vitesse d'échauffement en rapport avec l'importance de rétrécissement du bain, c'est-à-dire avec l'intensité du courant. Celle-ci, qui devrait élever la température, produit donc à partir d'une certaine limite un effet qui s'oppose à cette augmentation de degrés en donnant naissance à des actions gênantes pour le bon fonctionnement des fours.

Si l'on considère un conducteur liquide placé dans une rigole ouverte et traversé dans toute sa longueur par un courant électrique, il s'échauffe de plus en plus, comme on sait, au fur et à mesure qu'on augmente la densité du courant. Si l'on pousse cette densité au delà d'une certaine limite, on voit la section du conducteur liquide subir une diminution très nette, comme sous l'influence d'une force considérable. S'il se trouve un endroit où la rigole soit particulièrement obstruée, un point où, pour une raison quelconque, sa section soit déjà préalablement réduite, le phénomène tendra à se manifester sous forme de pincement, d'étranglement ou de serrage.

La figure 7 représente le schéma de l'effet résultant de cette action. E_1, E' sont les électrodes froides du four, C

(1) Cette rupture du circuit, dans certains cas, amène la formation d'un arc et volatilise la matière fondue. M. Bary a tiré parti de ce phénomène en l'utilisant à la préparation des poudres métalliques par volatilisation et condensation successives. Une colonne de mercure traversée par un courant de forte intensité *s'étrangle* en un point, puis se rompt et forme un arc, constituant ainsi un véritable interrupteur automatique de courant.

Digitized by Google

la colonne de liquide (acier) formant résistance et p la dépression correspondant à une section étranglée. Des deux côtés de cette dépression, le liquide s'élève de telle sorte que la coupe longitudinale de l'ensemble a, en ce point, l'aspect d'un V; aa' et bb', représentent le niveau normal et la surface du bain avant et après l'apparition du phénomène de pincement. Cette position du liquide paraît être un état stable et, bien que lisses, les surfaces inclinées donnent l'impression que le bain est le siège d'une agitation importante; on le dirait soumis en per-

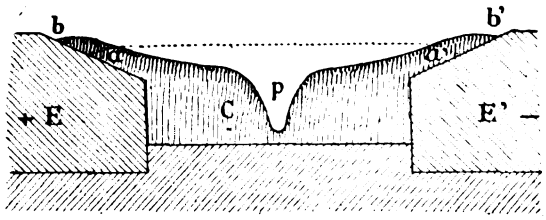


Fig. 7. — Phénomène de « pincement » dans les fours à résistance.

manence à un double mouvement de chute et de rapide soulèvement.

Lorsque ce régime est établi, si l'on augmente la densité de courant, la dépression s'accentue et finit par atteindre le fond de la rigole. A ce moment, le circuit se rompt, les deux portions du liquide retombent et rétablissent le courant, se séparent de nouveau brusquement et ainsi de suite. Si l'on ne s'arrange pas de façon que le niveau primitif soit atteint, il finit par se produire un refroidissement tel que la masse peut se solidifier, d'où la difficulté de procéder à une nouvelle mise en marche.

Il y a donc là un facteur important à faire entrer en ligne de compte quand on établit un projet de four à résistance de ce genre, puisque le phénomène en question limite pratiquement l'intensité du courant, c'est-à-dire la température, dans le bain liquide. Certaines précautions permettent cependant de retarder et même parfois de supprimer ce phénomène. C'est ce qui arrive, par exemple, lorsqu'on utilise un canal à section très régulière. Dans ce but on emploie un fondant aussi fluide que possible pour dissoudre ou entraîner les corps étrangers solides dont la présence aide au pincement. Le mieux est de disposer le canal de façon que sa largeur et sa profondeur soient assez fortes, mais sa longueur plutôt faible. On est en somme conduit à éviter les fours de petite capacité et à employer des courants intenses à basse tension.

D'après C. Hering, qui a étudié ce phénomène en détail, on peut se donner une idée des forces mises en jeu lors de sa production par l'exemple suivant : dans du fer en fusion, la dépression a atteint au cours d'opérations 152 mm en contre-bas du niveau normal, produisant ainsi une rupture complète de la masse suivie d'un refroidissement et d'une solidification de celle-ci qui nécessita le démontage du four.

L'origine de ce phénomène semble devoir être attribuée à l'action des lignes de forces magnétiques que le passage du courant crée tout autour du conducteur; ces lignes, qui sont circulaires pour un conducteur cylindrique, tendent à se contracter comme une bague de caoutchouc distendue exerçant sur le conducteur une pression de la périphérie vers le centre analogue à celle de ladite bague de caoutchouc sur l'objet qu'elle embrasse. Cette sorte d'étranglement du conducteur par les lignes de force, pour une même intensité de courant, est d'autant plus énergique que le conducteur a une faible section. Par conséquent, si dans le bain fondu supposé uniforme une cause accidentelle vient momentanément diminuer sa section en un point quelconque de la longueur, la contraction de section ainsi amorcée s'accentuera jusqu'à ce que les forces hydrostatiques fassent équilibre à celles provoquant la dénivellation. Comme le montre la figure 7, le liquide chassé de la zone contractée p se trouve refoulé de part et d'autre, vers b et b', dans le reste du canal qui le contient (1).

III. — **Fours à induction.** — Ces fours, dont l'emploi industriel ne remonte guère à plus d'une quinzaine d'années, sont de véritables transformateurs à courants alternatifs dans lesquels le circuit secondaire consiste en une spire unique fermée sur elle-même en court-circuit. Cette spire est formée par le bain métallique que l'on veut traiter dans le four. On travaille avec des courants tels que l'intensité obtenue dans ce bain y produise un échauffement suffisant pour le maintenir à l'état liquide. L'isolement habituel du bobinage est remplacé ici par la matière réfractaire formant le creuset. Les fours à induction sont donc, en somme, de véritables fours à résistance chauffés par induction au lieu d'être chauffés directement.

La figure 8 représente les éléments essentiels d'un four à induction : N est le noyau du transformateur ainsi constitué; il est en tôle de fer feuilletée; A est la bobine primaire reliée au circuit extérieur d'alimentation; B, le creuset annulaire, réfractaire, recevant la matière à traiter et constituant le circuit secondaire. Le passage du courant électrique dans la bobine primaire A provoque dans l'anneau de fer doux N un flux magnétique d'intensité et de direction continuellement changeantes. Ces variations de flux produisent à leur tour dans le circuit secondaire constitué par l'anneau de métal fondu des courants induits alternatifs. Ces courants atteignent une très forte intensité (plus de 10000 A) sous une très faible tension (quelques dizaines de volts). Le circuit secondaire étant constitué par une seule spire l'intensité y est à peu près égale à celle du circuit pri-

(1) Ce phénomène ne doit pas être confondu avec celui observé dans les fours à induction et résultant de la tendance que possède tout conducteur flexible traversé par un courant d'embrasser une surface maximum et à prendre une forme circulaire; le liquide semble soumis à l'action d'une force centrifuge dont l'effet est parfois assez fort pour que le métal refoulé contre les parois du canal laisse apercevoir une partie du fond.

Digitized by Google

maire multipliée par le nombre de spires de la bobine inductrice primaire. On peut donc alimenter les fours à induction avec du courant alternatif à haute tension, ce qui réalise une économie sur les conducteurs employés et sur les pertes d'énergie produites dans ces conducteurs.

Au point de vue de la bonne utilisation de l'énergie, c'est-à-dire du rendement, le four à induction est un appareil fort bien compris et précieux lorsqu'on a en vue une fusion simple telle qu'on la pratique dans les fours à creusets ordinaires ; en effet, la transformation d'énergie électrique en énergie thermique s'y fait au sein même du milieu à chauffer.

Quand le creuset annulaire B est vide, le four fonctionne comme un transformateur à circuit secondaire ouvert ; il n'absorbe que du courant magnétisant, et les pertes dans le noyau magnétique N et le circuit inducteur A sont faibles. Le chauffage de la matière du creuset ne se produit pas, puisqu'il est en matière isolante, en pisé de magnésie généralement, et que la chaleur ne peut se dégager que dans le métal à chauffer. Aussi, pour mettre l'appareil en marche, doit-on introduire d'abord dans le creuset B un peu de la matière à fondre de façon à en constituer un anneau métallique fermé ; on emploie généralement, dans le cas de l'acier, une certaine quantité de métal liquide (amorçage à chaud) ou un simple anneau métallique soudé (amorçage à froid). L'emploi de riblons en simple contact les uns avec les autres convient mal à cause de la trop forte résistance électrique offerte ainsi au passage du courant.

Comme on ne dispose pas toujours de métal fondu pour l'amorçage, on peut laisser dans le four à la fin de chaque opération, avant la coulée, une certaine quantité de métal destiné à la mise en marche de la charge suivante.

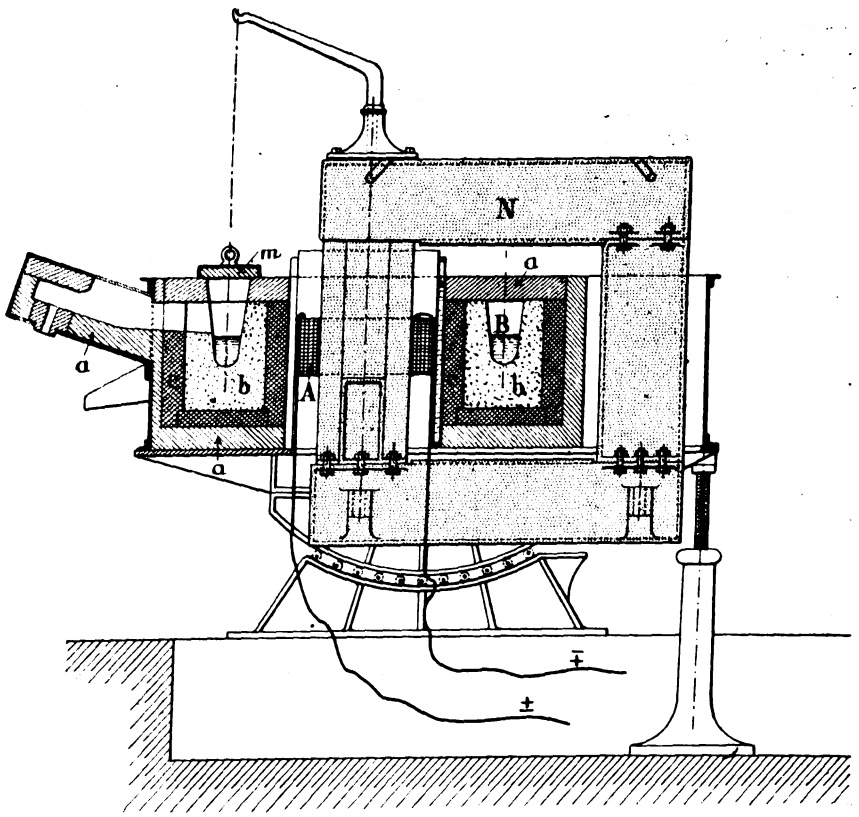


Fig. 8. — Four à induction type.

Principaux dispositifs. — Les figures 9 à 11 représentent les trois modes d'enroulement les plus simples

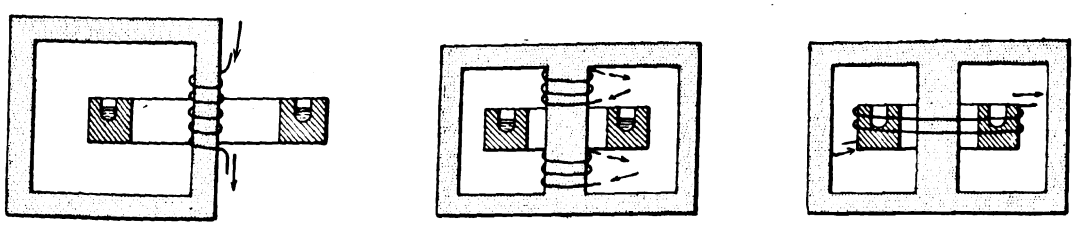


Fig. 9, 10 et 11. — Modes divers d'enroulements du circuit inducteur ou primaire dans les fours à induction.

du circuit primaire dans ce genre de fours. On peut utiliser une ou plusieurs bobines et placer le creuset annulaire de façons fort diverses par rapport au noyau.

Dans le four représenté par la figure 12 on atténue la déperdition des lignes de force en donnant aux bobines primaires une disposition telle que les ampères-tours ne soient pas concentrés dans la même bobine. Dans ce but, on emploie quatre bobines a et a', dont deux a entourent en haut et deux a' en bas le noyau N. Le secondaire est, comme toujours, constitué par le bain de métal BB' renfermé dans un creuset ménagé entre les bobines inductrices primaires aa'. D'après la théorie,

Digitized by Google

les pertes magnétiques, avec ce dispositif, sont quatre fois moindres que dans les fours à induction à une seule bobine. Les bobines inférieures a' sont refroidies par une circulation d'air dans des canaux ménagés dans la maçonnerie du four. Ce refroidissement, en diminuant la résistance électrique des bobines, augmente l'intensité du courant, et, par suite, la puissance du four. Comme le travail pourrait être rendu difficile par la présence des bobines supérieures, on les dispose de façon qu'elles ne recouvrent pas la partie médiane du bain B.

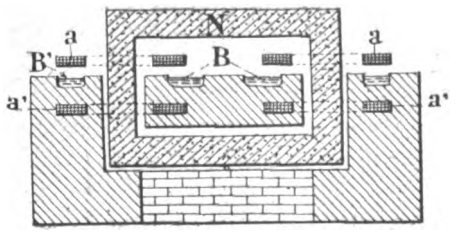


Fig. 12 — Four à induction à quatre bobines primaires.

Dans le four Hiorth, dont il est question plus loin, le primaire consiste aussi en quatre bobines montées en série et entourant le noyau magnétique au-dessus et au-dessous du bain. Celui-ci forme double canal et a grossièrement la forme d'un 8 couché; il entoure les bobines contrairement aux dispositifs précédents. Les bobines inférieures sont formées de tuyaux de cuivre refroidis par une circulation d'eau et sont enrobées dans un garnissage en magnésie à 40 cm environ au-dessous du canal. Les bobines supérieures sont faites de barres de cuivre enroulées en spirale. Ce four est spécialement destiné à la fabrication de l'acier.

Le four Saladin-Schneider (fig. 13) facilite la circulation du métal fondu en donnant au creuset la forme

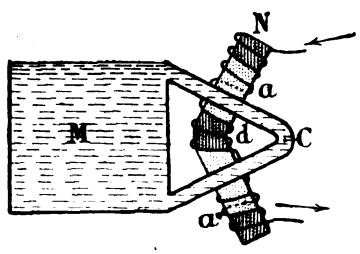


Fig. 13. — Four à induction à canaux de chauffage. (Type Saladin-Schneider.)

d'un récipient à canal. Ce canal comprend deux branches C entourées du noyau N dont les bobines a, d, a' constituent l'enroulement primaire. De même que dans un réservoir d'eau non chauffé directement, l'eau peut être maintenue à une température élevée par un tube de circulation chauffé, de même dans un four électrique la matière contenue dans le récipient M peut être maintenue à l'état fondu si l'on porte à une température suffisante le métal renfermé dans les canaux C. Au début, le métal fond dans ces derniers, puis par conduction dans le récipient M. La chaleur de C se transmet ensuite à M par la circulation du métal résultant des différences de température entre le canal et le récipient. Ce dispositif, très ingénieux, permet de fabriquer de l'acier de très bonne qualité et d'effectuer dans le creuset M toutes les additions nécessaires à l'obtention du produit final.

Avantages des fours a induction. — Les fours à induction présentent sur les fours à arc et à résistance l'avantage de supprimer tous les ennuis dus à la rupture des électrodes et à l'incertitude dans la carburation qui en résulte. En outre, ils évitent, dans le bain, les points où la température est excessive, comme l'acier au contact de l'arc.

Un reproche qu'on fait aux fours à induction est qu'ils n'arrivent pas à fondre complètement leur laitier; la chaleur s'y produit dans le métal, qui doit à son tour échauffer le laitier; il en résulte que celui-ci est toujours moins chaud que le bain de métal au lieu de l'être davantage. Le décrassage est difficile dans les fours à induction dont le canal est très étroit, ce qui rend certains de ces appareils assez impropres à l'épuration. Le prix d'installation de ces fours et les dépenses d'entretien sont assez élevées; par contre, la consommation d'énergie et la surveillance sont moindres qu'avec les fours à arc.

Dans les fours à induction, un phénomène important produit au cours du travail est le mouvement rapide de rotation du métal fondu sous l'influence du courant. Le rôle de ce mouvement dans la séparation des matières en suspension du laitier d'avec le métal fondu dépend, sans doute, de la fluidité plus ou moins grande de ces matières. Si elles sont sèches, c'est-à-dire non visqueuses, et sans cohésion, leur séparation se produit en leur permettant d'arriver lentement à surnager le bain métallique sous la simple action de la pesanteur; mais cette séparation lente est forcément gênée par le mouvement du métal s'il est trop rapide. Cette action est analogue à celle produite au sein d'un liquide quelconque renfermant des poussières et qu'on agite d'une façon continue. Lorsque, par contre, la matière en suspension peut s'agglutiner, le mouvement favorise, au lieu de l'entraver, sa séparation du bain de métal en l'aidant à s'agglomérer, de même que, dans un corps gras, le barattage hâte l'isolement à la surface des particules réunies par son action. On peut arriver à ce résultat, dans les fours à induction, en donnant à la matière en suspension une composition telle qu'elle s'agglutine aisément; la circulation du métal aide alors à l'agglomération des particules et les porte à la surface du bain; on peut aussi laisser le four au repos à la fin de l'opération afin de permettre à ces mêmes particules agglomérées de s'élever à la surface du métal.

Inconvénients. — Par leur principe même, les fours à induction sont sujets à des pertes plus ou moins importantes qui absorbent ainsi en pure perte une fraction variable d'énergie. Ces pertes tiennent d'abord aux *courants induits proprement dits*; ces derniers se déve-

Digitized by Google

loppent dans les circuits parallèles du circuit principal, entièrement fermés sur eux-mêmes dans les fours à induction; ces courants se forment principalement dans les pièces métalliques entourant le bain, les masses d'acier plus ou moins importantes constituant le four lui-même et les supports, etc. Il faut ensuite signaler les *courants de Foucault* qui résultent, comme on le sait, des courants induits produits dans les masses métalliques placées dans le voisinage des conducteurs traversés par des courants alternatifs; ils sont surtout à redouter dans les pièces massives en substances magnétiques qui se trouvent soumises à un champ magnétique alternatif produit par le courant électrique. C'est le cas des anneaux massifs de fonte et d'acier à travers lesquels passe l'un ou l'autre des conducteurs du four, comme cela a lieu pour la plupart des boîtes de refroidissement des bobines primaires. On sait qu'on combat ces courants en remplaçant les masses métalliques par des empilages de tôles très minces soigneusement isolées les unes des autres. Il faut enfin signaler les pertes dues à l'*aimantation alternative* provenant de circuits magnétiques fermés autour de l'un des conducteurs ; cette aimantation alternative exige une certaine quantité d'énergie absorbée et dissipée par l'hystérésis du circuit magnétique.

Caractéristiques d'un four a induction. — Les deux principales caractéristiques d'un four à induction sont le *facteur de puissance* et l'*énergie* nécessaire pour porter la charge à la température voulue.

Le *facteur de puissance* dépend surtout de la disposition du four et de la fréquence du courant fourni. A une résistance donnée du bain correspond une intensité bien déterminée pour porter le bain, c'est-à-dire la charge, à la température voulue. Or, cette intensité est égale à l'intensité du circuit primaire multipliée par le nombre de tours. La tension doit être suffisante pour vaincre, d'une part, la résistance ohmique et, d'autre part, la réactance. Ces deux éléments déterminent le facteur de puissance du four.

Avec une inductance donnée, le facteur de puissance croît avec la résistance; avec une résistance donnée, il décroît tandis que l'inductance augmente.

La *résistance* totale comprend : 1° la résistance primaire; 2° la perte dans le circuit de fer, qui est très faible; 3° la résistance secondaire ou résistance du bain de métal, qui est la résistance utile; cette dernière dépend surtout des dimensions du bain, elle est proportionnelle à sa longueur et inversement proportionnelle à sa section.

La fréquence étant donnée, l'*inductance* dépend de deux facteurs : 1° de la résistance magnétique ou réluctance du noyau métallique; 2° de la perte magnétique entre le circuit primaire (inducteur) et le circuit secondaire (bain). La *réluctance* peut être négligée, le flux magnétique étant très petit quand le four n'est pas chargé. La *perte magnétique* entre les deux circuits dépend du flux total qui s'échappe dans l'espace annulaire qui les sépare; si le diamètre total du bain et du circuit primaire reste le même, le flux est pratiquement proportionnel à la surface totale de l'espace compris entre le circuit et le bain; si la distance entre ces deux parties du four est faible, le flux est proportionnel au périmètre du bain. Par suite, l'inductance croît avec le diamètre du circuit primaire. Si, en même temps, on augmente l'épaisseur de la couronne formée par le bain, l'inductance est légèrement réduite.

En somme, l'inductance est proportionnelle à la fréquence et peut être diminuée en e mpoyant du courant alternatif à fréquence faible.

Calcul d'un four a induction. — Bien que constituant un transformateur à circuit fermé, le calcul d'un four à induction ne s'effectue pas de la même façon qu'un transformateur ordinaire. Les principaux éléments à connaître sont le *diamètre du creuset*, la *puissance* nécessaire pour l'alimentation du four, le nombre de spires ou plutôt d'*ampères-tours*, la section du *noyau* inducteur. Ces divers éléments peuvent être aisément déterminés par les formules de Louis que nous donnons ci-après :

a) Pour déterminer le *diamètre du creuset*, c'est-à-dire la capacité utile du four, il faut admettre un creuset à section circulaire. Comme cette section n'est pas facilement réalisable en pratique, on la remplace par une section ayant la forme cylindrique ou cylindro-conique (fig. 14). Pour calculer le diamètre moyen du creuset

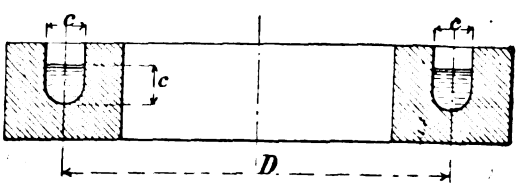


Fig. 14. — Calcul d'un four à induction.

annulaire correspondant, on suppose le métal à fondre réparti dans le creuset suivant un anneau de section carrée tel qu'on ait, entre le côté C de cette section fictive et le diamètre moyen D, en mètres, du creuset, la relation suivante :

$$C = \frac{D}{10} \quad \text{ou} \quad \frac{D}{8}. \qquad (1)$$

Si l'on appelle P la capacité totale du four en tonnes, d la densité du métal traité, on a, en prenant $C = \frac{D}{10}$ dans la formule (1),

$$D = \sqrt{\frac{100\,P}{\pi d}}. \qquad (2)$$

b) Pour déterminer la *puissance du four*, il faut connaître la rapidité avec laquelle on veut faire les coulées et la quantité, c'est-à-dire le poids de métal à produire par coulée. Généralement, c'est le poids qui constitue la donnée fondamentale du problème. La puissance du four

Digitized by Google

découle, dans ces conditions, du temps séparant les coulées consécutives. Appelons t le nombre d'heures correspondant à ce temps, M le poids de chaque coulée en tonnes, k l'énergie en kilowatts-heures nécessaires à la production d'une tonne de métal et W la puissance du four cherchée en kilowatts. On a

$$W = \frac{Mk}{t}. \qquad (3)$$

c) Le calcul de l'inducteur concerne surtout la détermination de la *section utile du noyau feuilleté*, en décimètres carrés. Il nécessite la connaissance du facteur de puissance, qui tient compte du déphasage pour la détermination de la force électromotrice, en volts efficaces, du circuit secondaire. En prenant, pour ce facteur de puissance, un chiffre compris entre 0,7 et 0,75, on est très rapproché de la vérité pour les cas habituels. En appelant S la section utile, en décimètres carrés, du noyau, ω la fréquence du courant admise, en périodes par seconde, $\mathcal{B}$ l'induction maximum admise, en gauss et E la force électromotrice induite dans le bain, en volts efficaces, on a la formule

$$S = \frac{25 \times 10\,000}{1{,}1 \times 0{,}7} \times \frac{E}{\omega \mathcal{B}} = 325\,000 \times \frac{E}{\omega \mathcal{B}}. \qquad (4)$$

Le nombre de spires primaires se détermine par la relation classique

$$n = \frac{E_1 \cos \varphi}{E_2}. \qquad (5)$$

IV. — Types divers de fours industriels. — Fours pour la production de poudres et de dépôts métalliques. — Ces fours permettent, non seulement de fabriquer de la poudre de métal, mais au besoin d'effectuer des dépôts métalliques à l'aide d'un creuset renfermant le métal en fusion et de l'air comprimé.

L'appareil le plus simple (fig. 15) comprend un creuset A en charbon ou graphite renfermant le métal à pulvériser M. Il est enfermé dans un récipient en quartz B, lui-même entouré d'une résistance C composée d'un mélange semi-conducteur (charbon et chromite, grenaille de chrome, kryptol, etc.), en relation avec les électrodes lui amenant le courant. Le revêtement extérieur e est en fer. Un robinet à quatre voies R, adapté à une conduite de refoulement d'air comprimé t, permet d'envoyer celui-ci dans un ou plusieurs des tubes u, m, v et s ou dans deux simultanément en obstruant les deux autres.

Au début de l'opération, le tube u communique avec t. Dans ces conditions, l'air comprimé presse sur le métal M contenu dans le creuset et maintenu à l'état de fusion à l'aide du courant qui porte la résistance C à la température nécessaire. Comme l'air comprimé arrive aussi dans le tube v et sort par l'injecteur i, le métal fondu évacué en f est pulvérisé au fur et à mesure de son écoulement et se répand sur la surface à métalliser E.

Lorsque le robinet R est disposé de telle sorte que les tubes t et s soient en communication, de même que u et v, l'écoulement de l'air comprimé par l'injecteur g aspire l'air par les conduits u et v et, par suite, engendre un vide dans le creuset A; cela a pour effet d'empêcher le métal liquide de sortir du creuset. Bien entendu, les fours de ce genre sont munis de manomètres et soupapes de retenue agissant aussi comme soupapes réductrices de pression de manière à rendre le fonctionnement souple et régulier.

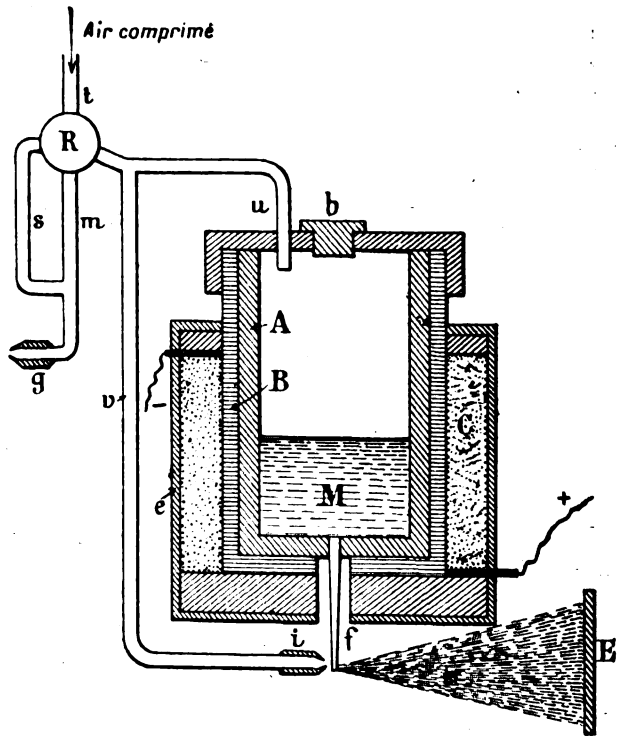


Fig. 15. — Four pour la production de poudres et dépôts métalliques.

Fours a haute pression. — Ces appareils, expérimentés et mis en pratique depuis quelques années, permettent d'effectuer des opérations électrométallurgiques et électrothermiques intéressantes. Ils peuvent également servir pour les réactions nécessitant le vide. Le four Petavel consiste en une armature très forte en acier avec forts boulons pouvant supporter intérieurement une pression de 2 000 à 3 000 kg : cm². Grâce au dispositif adopté, l'étanchéité est telle que l'accroissement de pression intérieure l'augmente au lieu de la diminuer.

Les porte-électrodes pénètrent dans le four par ses deux extrémités inférieure et supérieure; ils sont isolés du corps de l'appareil par des revêtements en mica et des presse-étoupes garnis d'amiante et étanches aux gaz. Un orifice central permet d'insuffler et de prélever du gaz au centre même de l'arc.

Pour la fermeture des joints, on emploie de la pâte ou des cordons d'amiante imprégnés d'un mélange de

Digitized by Google

suif et de graphite avec interposition de rondelles. Pour les communications et l'arrivée des gaz, les tubes en acier étiré donnent les meilleurs résultats. Grâce à ces précautions, il est facile de maintenir dans le four, pendant de très longues périodes, des pressions oscillant entre 2 000 et 2 500 kg : cm².

Fours électrothermiques et aluminothermiques combinés. — On sait que l'aluminothermie consiste dans l'emploi de l'aluminium en poudre pour réduire les oxydes réfractaires ; ce métal, allumé par une cartouche de bioxyde de baryum, brûle et se transforme en alumine en mettant en liberté le métal de l'oxyde : préparation du chrome, du manganèse, des ferro-alliages, etc. Cependant, la poudre d'aluminium est d'un prix plus élevé que le métal et le procédé en question nécessite aussi la pulvérisation des minerais à réduire. On arrive à des résultats aussi satisfaisants et plus économiques en combinant cette méthode avec le four électrique.

Dans ce but, on se sert d'aluminium en lingots ; outre son prix plus faible, il contient moins d'impuretés et

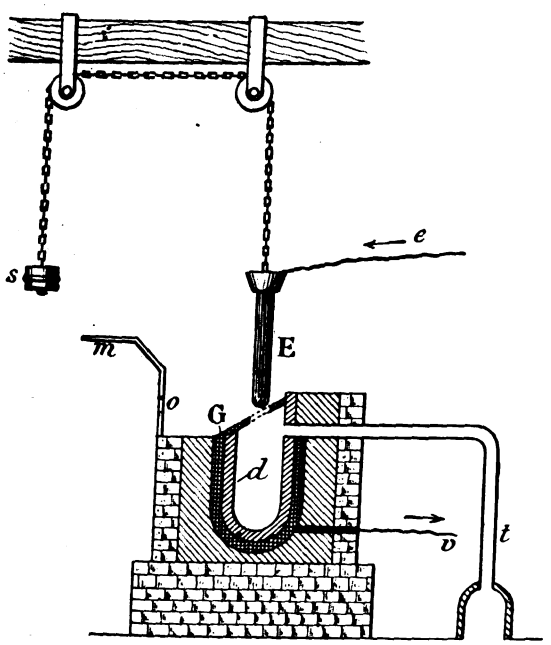
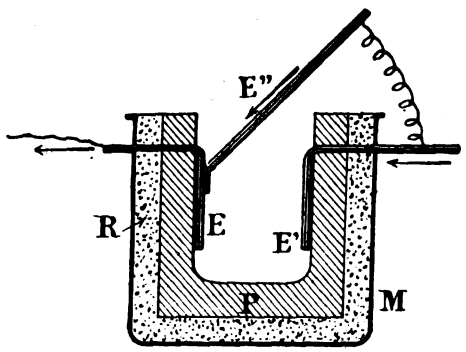


Fig. 16. — Four électrothermique et aluminothermique combiné.

fond d'une façon plus régulière. On l'introduit dans le four et, lorsqu'il est complètement fondu, on ajoute peu à peu la charge de minerai, celui-ci étant grossièrement concassé. La réduction s'opère rapidement et, par suite, la dépense d'énergie électrique est très réduite. Il y a en même temps économie de main-d'œuvre, vu la simplicité de marche du four. Enfin, malgré l'intervention de l'aluminium, le procédé est économique par ce fait qu'il permet d'obtenir des métaux et alliages sans carbone dont le prix de vente est toujours très supérieur à celui de ceux renfermant un pourcentage plus ou moins élevé de cet élément.

L'appareil le plus généralement employé consiste (fig. 16) en un four électrique à électrode mobile E et à creuset de graphite avec brasque en magnésie et reliés respectivement aux deux bornes e et v du circuit. Le dégagement des poussières, fumées et gaz produits au cours de la réaction s'effectue à l'aide d'une conduite t engagée dans une souche de cheminée. Pour protéger l'opérateur contre la chaleur intense dégagée, un masque formé d'une tôle de fer est placé devant le four ; une petite ouverture, pratiquée dans cette tôle, lui permet de suivre la réaction sans être incommodé par la lumière très vive qu'elle produit et sans être atteint par les projections possibles de la matière fondue. Le contrepoids s permet d'élever ou d'abaisser l'électrode E suivant les besoins.

Fours de trempe. — Dans les fours à bain de sels fondus (fig. 17), la chaleur est produite par le passage du courant à travers une masse de sels en fusion.



Fig, 17. — Four électrique à bain de sels fondus.

Comme la conductibilité électrique de ces substances est à peu près nulle à froid, on détermine la fusion au moyen d'une électrode de secours E" (fig. 17), en l'appliquant contre une des électrodes fixes E, et en la déplaçant jusqu'à son contact contre l'autre électrode E'. On forme ainsi une rigole de sel fondu, conductrice du courant ; la fusion, une fois amorcée, se propage de proche en proche.

On comprend que le réglage de ces fours soit très précis par l'emploi de résistances placées dans le circuit. On peut du reste utiliser des sels ou des mélanges de sels variés ; mais, pour supprimer les effets d'électrolyse et obtenir la basse tension nécessaire, ils doivent fonctionner avec le courant alternatif et nécessitent l'emploi de transformateurs. Le four P (fig. 17) est en matière réfractaire ; il est entouré d'amiante R et d'un protecteur en fer M. Les électrodes E, E', sont en fer.

La composition des bains varie suivant la nature du travail à effectuer et la température à obtenir, comme le montre le tableau I.

Les nitrates de sodium et de potassium peuvent attaquer le fer et se transformer graduellement en nitrites. Les chlorures sont sans action, excepté à la surface en contact avec l'air. Le sel le plus usité est le chlorure de baryum.

Digitized by Google

Tableau I.

NATURE DU TRAVAIL A EFFECTUER	TEMPÉRATURE	SELS A EMPLOYER
Recuire l'acier.....	200 à 580°	Azotates de sodium et de potassium mélangés.
Désécrouir les alliages de cuivre.....	650 à 990	Chlorure de sodium ou chlorure de sodium et chlorure de potassium mélangés.
Tremper les aciers au carbone.....	750 à 1 100	Chlorures de potassium et de baryum mélangés.
Tremper les aciers complexes.....	1 050 à 1 350 1 500 à 1 000	Chlorure de baryum. Fluorure de calcium ou de magnésium.

Dans la pratique, les objets sont, soit directement introduits dans le bain, soit préalablement chauffés dans un four à coke. Quand ils sont plongés dans le bain, la température s'abaisse d'abord considérablement, le niveau du sel fondu s'élève, sa résistance diminue; par suite, la température et l'intensité du courant se règlent peu à peu jusqu'à une certaine limite. Le contrôle de la température s'effectue simplement à l'aide d'un ampèremètre.

Une fois l'opération terminée, les pièces traitées sont plongées dans l'eau ou d'autres liquides, ou nettoyées pour enlever la couche de sel adhérente.

Le four Lake (fig. 18) est à section carrée. Il est muni d'une enveloppe E et d'un creuset B placé à l'intérieur

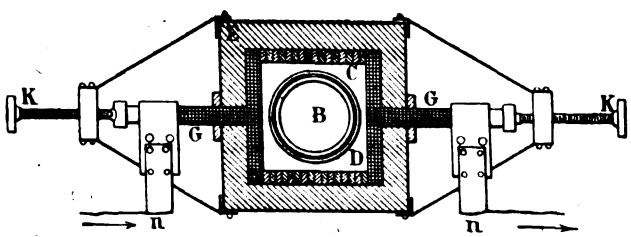


Fig. 18. — Four de trempe à résistance de chauffage (four Lake).

de résistances en charbon C et de pièces en graphite D. L'épaisseur des résistances C varie entre 5 et 50 millimètres suivant la température qu'on désire obtenir. Le creuset B peut être fermé par un couvercle R pendant les opérations. En dévissant les vis K, on desserre les blocs de charbon G et les résistances C; on peut ainsi, de cette manière, les remplacer après usure ou détérioration; toutes les pièces du four peuvent du reste être changées aisément.

La température de la chambre de chauffe est proportionnelle à l'intensité du courant; le réglage s'obtient à l'aide de la vis K qui, suivant qu'elle serre plus ou moins les blocs de charbon G et D, détermine une plus ou moins grande résistance au passage du courant.

Ce four permet d'atteindre facilement 2 000° C; il n'utilise cependant que le courant alternatif; un transformateur est relié directement à ses bornes afin que l'opérateur n'ait à régler que des courants à faible tension. La température à l'intérieur du creuset B ou de l'enceinte comprise entre C et D se détermine à l'aide d'un pyromètre thermo-électrique chrome-nickel.

V. — Installation et conduite des fours électriques.

— Dispositif d'amenée du courant. — Montages. — Suivant la nature du courant continu ou alternatif, et le but des appareils, on emploie des dispositifs assez variés pour la répartition de l'énergie dans les fours et au sein des matières traitées. Nous indiquerons les principales.

La manière dont s'effectue cette répartition du courant à partir des électrodes est en effet de la plus haute importance, car c'est d'elle que dépendent à la fois le rendement des fours et la qualité des produits élaborés. Pour les opérations de fusion et de réduction, en particulier, il est nécessaire que toute la matière contenue dans la cuve soit soumise à l'action du courant. Il faut, de plus, éviter les pertes d'énergie par résistance. Un chauffage irrégulier, dû à une mauvaise répartition de la chaleur, diminue la durée utile du four par une usure très inégale des diverses parties de la voûte, du revêtement et des électrodes.

Fours à courant continu. — Dans les fours à courant continu, un des modes de connexion les plus répandus est celui représenté par la figure 19 qui concerne un four à une électrode verticale mobile et une électrode-sole; le courant suit la direction indiquée par les flèches. Ce mode de connexion est utilisé dans les opérations d'électrolyse ignée de sels fondus. On l'emploie aussi sans modifications avec le courant alternatif, c'est-à-dire dans les opérations où il faut, au contraire, éviter les phénomènes de décomposition électrolytique (ferro-alliages, carbure de calcium).

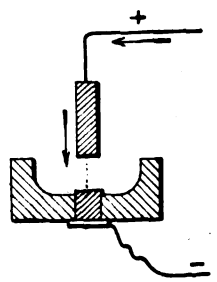


Fig. 19 — Four continu à une électrode mobile et sole conductrice.

Dans le mode d'alimentation sans sole conductrice, représenté par la figure 20, le courant passe directement d'une électrode à l'autre sous forme d'arc pour l'amorçage. Puis, le four étant en marche et les électrodes baissées, il jaillit un double arc entre lesdites électrodes et le bain, à moins que le four soit utilisé comme four à résistance; dans ce cas, les deux électrodes plongent dans le bain.

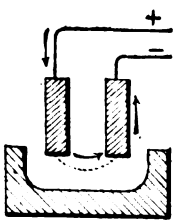


Fig. 20. — Four continu à deux électrodes mobiles.

Lorsqu'on fait usage, pour les très fortes intensités, d'électrodes verticales multiples faisant pôle unique et d'une électrode-sole, on utilise le dispositif représenté par la figure 21, qui ne diffère pas

Digitized by Google

comme principe de celui de la figure 19. Il est mis en pratique dans diverses fabrications et notamment pour la préparation industrielle de l'aluminium.

Fours à courant alternatif. — Avec les fours fonctionnant sur l'alternatif, on se sert aussi bien de monophasé que de biphasé et de triphasé. La figure 22 montre le mode d'alimentation par courant monophasé, c'est-à-dire par courant alternatif simple. Dans les fours à une électrode verticale mobile et électrode-sole semblables à celui représenté par la figure 19 mais alimentés par du courant alternatif, on a remarqué que souvent l'arc jaillissait du même côté de l'électrode au lieu de se répartir régulièrement, c'est-à-dire circulairement, au-dessous d'elle entre son extrémité et le bain. Cela entraîne un chauffage irrégulier et une usure du revêtement interne toujours au même point. On a réussi à éviter l'obliquité de l'arc en réunissant électriquement l'enveloppe en tôle constituant la paroi extérieure du four à l'électrode-sole. Ce dispositif engendre sans doute une action électromagnétique sur l'arc qui se produit alors sous l'électrode normalement au bain et provoque en conséquence un mouvement rapide de celui-ci et du laitier. Cela a une grande influence sur la rapidité et la régularité des réactions qui ont lieu entre le bain et le laitier, et, par suite, sur la durée de l'opération. De plus, les électrodes, la voûte et les revêtements s'usent régulièrement et résistent plus longtemps; enfin le produit fabriqué étant chauffé uniformément a une constitution plus homogène.

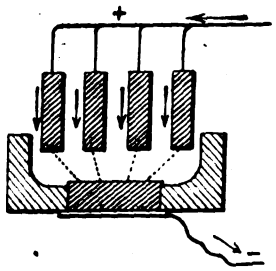


Fig. 21. — Four continu à plusieurs électrodes mobiles formant pôle unique et à sole conductrice.

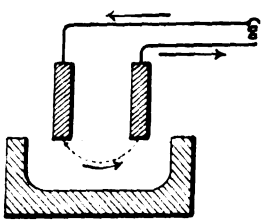


Fig. 22. — Four monophasé à deux électrodes mobiles.

La figure 23 montre le dispositif d'alimentation d'un four diphasé. Chaque phase correspond à l'une des deux électrodes horizontales a et b; un câble de retour réunit le point commun o des deux phases à l'électrode verticale c. Les courants entrent par les électrodes a et b, mais l'action du courant de retour dans l'électrode c engendre un flux de force qui dévie les arcs vers le bain lui donnant ainsi la forme d'une fleur de lys. Ce dispositif, qui est assez nouveau, est appliqué dans le four Rennerfeld; il permet à la chaleur produite par les arcs de se concentrer vers le bain quoique les électrodes ne viennent pas en contact avec lui.

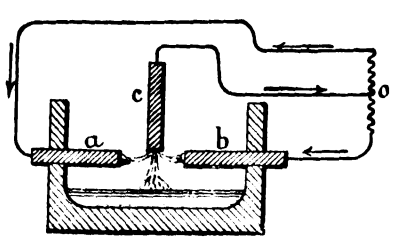


Fig. 23. — Four diphasé à trois électrodes.

Les systèmes à courants triphasés, très peu employés autrefois, tendent à se répandre de plus en plus par suite de l'économie qu'ils réalisent dans la dépense d'énergie électrique. La figure 24 représente un dispositif d'alimentation, avec montage en triangle, d'un four à deux électrodes mobiles et électrode-sole: chaque phase est réunie à l'une des électrodes a, b, c, du four. Ce dispositif, dû à Ch. Louis, est employé dans certains fours à ferro-alliages.

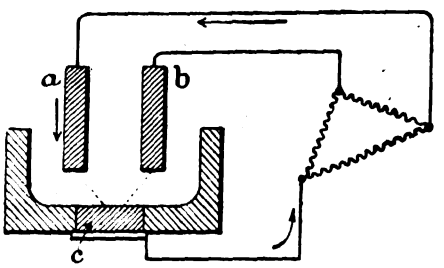


Fig. 24. — Four triphasé. Montage en triangle (deux électrodes mobiles et une électrode-sole).

Dans les fours à trois électrodes verticales mobiles, celles-ci sont réunies (fig 25) chacune à une phase; les trois électrodes inférieure fixes sont formées de bouts d'électrodes et reposent sur un larget en fer, constituant ainsi un pôle unique réuni au point neutre n.

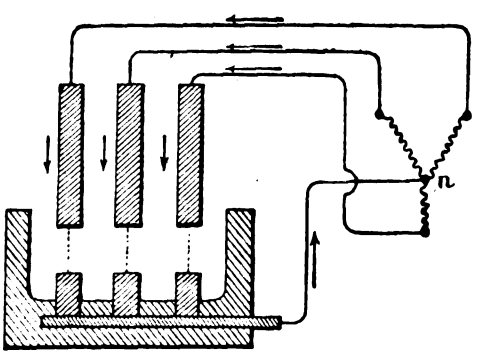


Fig. 25. — Four triphasé à électrodes verticales et électrode-sole formant sole unique. Montage en étoile.

On peut cependant supprimer le conducteur de retour relié au point neutre du circuit d'alimentation en utilisant le dispositif représenté par la figure 26; ce mode de montage se rapporte à un four triphasé à sole indépendante.

Dans le four Nathusius, utilisé pour la fabrication de l'acier, le point neutre de la distribution triphasée est

Digitized by Google

pour ainsi dire décomposé, c'est-à-dire que les trois circuits s, v, u (fig. 27) sont séparés. Le point neutre se trouve ainsi transporté dans le four, c'est-à-dire dans la charge elle-même. Les trois électrodes inférieures

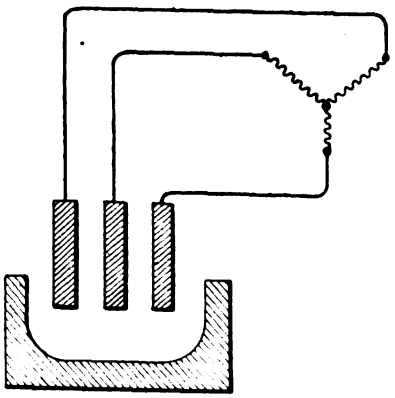


Fig. 26. — Four triphasé à sole indépendante.

a', b', c' sont ainsi obligatoirement traversées par le courant; de plus, la polarité des électrodes de surface a, b, c, et des électrodes de sole a', b', c', alternant grâce à ce dispositif, le courant relie entre elles deux à deux les électrodes de surface a, b, c et les électrodes de sole a', b', c' ainsi que séparément chaque électrode de surface, a par exemple, à chaque électrode de sole, soit a'. Il s'établit donc à travers toute la charge une circulation de courants très rapide; ces courants, au

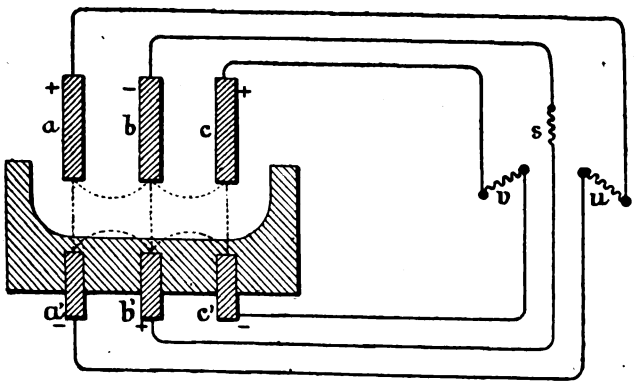


Fig. 27. — Four triphasé à trois électrodes mobiles, trois électrodes-soles et point neutre décomposé.

lieu d'être uniquement superficiels ou transversaux, se meuvent en tous sens, ce qui est très avantageux au point de vue de la distribution de la chaleur et du rendement.

Installations. — *Emplacement.* — Suivant leur emplacement, les usines électrométallurgiques sont alimentées, soit par des turbo-générateurs mis en marche par de l'énergie hydraulique, soit par des stations centrales thermo-électriques plus ou moins rapprochées. D'une façon générale, elles comprennent un magasin pour les matières premières, l'usine de fabrication proprement dite avec ses installations électriques (transformateurs, dynamos et fours), une salle de concassage et de triage des produits fabriqués, une salle de ventilateurs aspirant les fumées et gaz des fours, un magasin général, un hall de magasinage et d'expédition des produits, un atelier de réparations.

Le magasin des matières premières comprend les minerais nécessaires à la fabrication des métaux, alliages et substances diverses entrant dans les opérations, fondants, chaux, fluorine, tournure et déchets de fer, sables silicieux, quartzites, charbon, utilisés dans la préparation des ferro-alliages, etc. Un endroit spécial est réservé au dosage et à la préparation des mélanges constituant les charges des fours.

L'usine de fabrication proprement dite comprend la salle des fours, généralement accolée à celle des machines. Les fours sont presque toujours placés parallèlement; chaque appareil est placé dans un compartiment muni d'une porte à l'avant permettant d'entrer ou de sortir le four et d'effectuer les coulées; à la partie supérieure est une ouverture destinée au passage de l'électrode et à l'introduction des charges; des fenêtres latérales permettent de ringarder le contenu des fours. Dans les usines modernes, un transbordeur électrique cheminant sur rail suspendu permet les manutentions dans les halls et transporte les charges à proximité immédiate des fours; les travées sont en outre desservies par des ponts-roulants, qui permettent notamment d'effectuer les manœuvres de changement d'électrodes.

Les transformateurs sont généralement placés à l'étage supérieur et munis de refroidisseurs; les barres transportant le courant à haute tension (10 000 à 20 000 v) et les interrupteurs des transformateurs sont placés hors de toute atteinte pour éviter les accidents d'électrocution.

Cette disposition d'ensemble permet aussi de capter plus aisément les fumées plus ou moins abondantes des fours, de mettre le personnel à l'abri de la chaleur, de réduire au minimum la main-d'œuvre et d'avoir les installations électriques pratiquement séparées des services de fabrication laissant à ceux-ci toute l'aisance nécessaire.

Fumées. — Les fumées des fours, dues à la volatilisation et à l'oxydation d'une partie des éléments de celui-ci (silicium, etc.) ne sont généralement pas nuisibles. Cependant, comme une production intense de fumées dénote un mauvais rendement, il vaut mieux chercher à les diminuer en améliorant les fours plutôt qu'à les absorber. Malgré cela, les pouvoirs publics peuvent exiger une installation d'absorption des fumées; celles-ci, recueillies au-dessus des appareils par des hottes, sont soit aspirées par un ventilateur, soit condensées par des injections de vapeur d'eau; dans ce dernier cas, elles se déposent dans de grandes chambres à poussières remplies de brindilles de bois.

Réglage des fours et entretien. — La distance entre les fours et les génératrices est très réduite de façon à

Digitized by Google

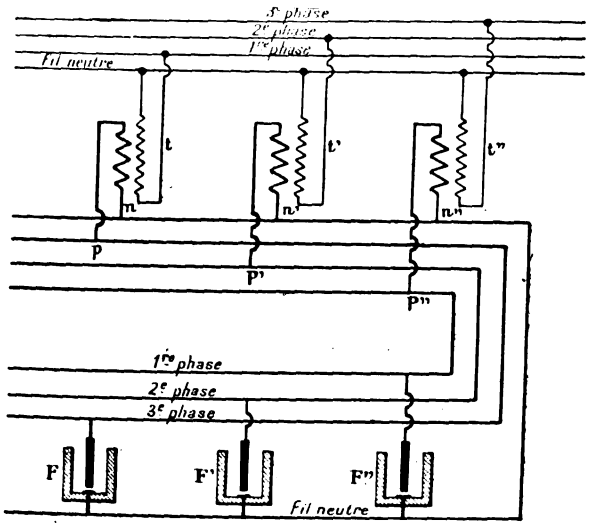
entraîner le minimum de frais d'installation et de pertes en ligne dans les canalisations secondaires à basse tension. Cette dernière varie entre 40 et 70 v suivant la nature plus ou moins réfractaire du minerai à traiter, suivant aussi la volatilisation plus ou moins grande du métal à haute température. L'intensité est proportionnelle à l'énergie dépensée dans le four. Ces constantes, tension et intensité, définissent le régime du four, c'est-à-dire du courant qui l'alimente. Le réglage de celui-ci se fait du reste en suivant les indications du voltmètre et de l'ampèremètre.

Dans le cas d'alimentation par groupes turbine-générateur, on cherche à maintenir la tension constante, la puissance étant fonction de celle débitée par la turbine ; dans le cas d'alimentation par transformateurs branchés sur un réseau de distribution la tension étant fixe, le réglage maintient l'intensité constante, donc une puissance déterminée.

Le réglage du four est très important, une surcharge amenant la détérioration du garnissage intérieur, et une trop faible charge occasionnant une mauvaise utilisation de l'énergie des oscillations continuelles du courant sont l'indice d'une sortie irrégulière de gaz et montrent en général qu'il faut effectuer la coulée. L'intervalle des coulées, très variable, dépend de la richesse des alliages fabriqués et de la grandeur des fours. On a presque toujours avantage à faire le moins de coulées possible.

Les coulées se font presque toujours en lingotières placées en avant des fours ; leur poids excède rarement 100 kg, elles sont cassées, enlevées à bras d'homme et conduites aux salles de concassage et de triage.

Dans les fours à arc ou à arc-résistance, la constance du régime est obtenue par le réglage de la distance entre l'électrode supérieure et le bain. On arrête un four en levant l'électrode et on écarte un peu la matière pour agrandir le trou en vue d'un réamorçage ; si on prévoit un arrêt assez long, on peut enfoncer des barres de fer qui forment liaison entre la sole conductrice et l'électrode. Celle-ci doit être bien surveillée au cours des opérations. L'ouvrier chargé du four doit surveiller les dispositifs d'amenée du courant aux électrodes; pour éviter tout accident tel que pinces brûlées, chutes d'électrodes, etc., il est en outre nécessaire de resserrer de temps en temps les boulons des vis de serrage dilatées par la chaleur, de vérifier les contacts, etc.



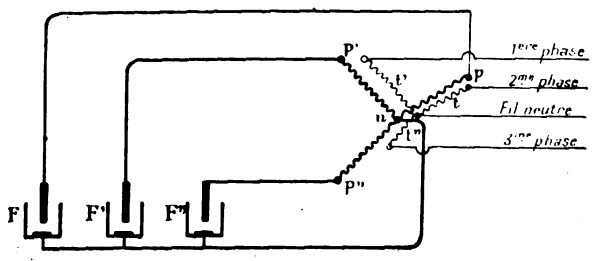


Fig. 28 et 29. — Montage réel et schématique de trois fours à électrode-sole en parallèle sur un réseau triphasé (montage étoile).

L'atelier d'entretien sert aux réparations courantes des boulons, prises de courant, vis de serrage, porte-électrodes, concasseurs et élévateurs. C'est là aussi que s'effectuent les réparations et agencements des fours, la préparation de leurs revêtements et les manutentions entre les divers ateliers. Les machines-outils indispensables sont un tour à plateau, une raboteuse, une ou deux machines à aléser, une machine à émoulage, une forge, plusieurs étaux, des pierres à affûter, etc.

Connexions. — Le genre de courant utilisé varie suivant qu'on fabrique soi-même l'énergie électrique nécessaire, qu'on utilise une installation existante ou qu'on branche les fours, par l'intermédiaire de transformateurs, sur une distribution à haute tension d'une station génératrice.

La figure 28 montre de quelle façon s'établissent les connexions pour le montage en parallèle de trois, six ou neuf fours sur une distribution triphasée en étoile. La figure 29 donne le schéma théorique de cette installation. Les fours étant à électrodes-soles, on réunit ces dernières au pôle commun ou neutre n. Les électrodes verticales des fours F, F', F'' sont réunies chacune à l'une des phases p, p', p'' du circuit secondaire à basse tension de la distribution triphasée. Chaque phase du primaire du courant à haute tension comporte un transformateur t.

On reproche à ce dispositif d'avoir un équilibrage inconstant des phases, une chute de potentiel se produisant dans le conducteur reliant la sole des fours au point neutre n des transformateurs. Cet inconvénient n'existe pas avec le mode de connexion représentée par les figures 30 et 31, qui concerne des fours à sole indépendante montés sur réseau triphasé en triangle. Chaque phase du circuit secondaire des transformateurs t, t', t'' est dédoublée et alimente isolément chacun des fours F, F', F''; le point neutre n'existe pas.

Pour les circuits secondaires, on emploie, soit des

Digitized by Google

barres de cuivre ou d'aluminium, soit des câbles en gros fils de diamètre croissant avec l'intensité du courant; les parties souples des conducteurs sont faites en câbles composés de fils très fins. L'emploi de feuillards en cuivre ne présente aucun avantage sérieux.

Mise en marche des fours. — D'une façon générale, pour assurer le bon fonctionnement des fours et pour éviter notamment des ruptures ou dislocations en cours d'opérations, on les *sèche* avant leur première mise en marche.

Dans les fours à carbure, en particulier, on constate parfois la rupture des charbons placés horizontalement; entre les deux fragments en résultant passe alors une quantité de carbure qui détruit peu à peu le briquetage et perce les tôles constituant le fond. Dans le but d'éviter ces ennuis, on perce les tôles latérales formant la paroi du four et en contact intérieurement avec la maçonnerie afin de permettre que le séchage s'effectue aisément et sans ruptures.

Ce séchage demande à être bien conduit et mené progressivement si l'on veut précisément éviter les dislocations ou fissures provenant du retrait des matériaux de garnissage. On commence par allumer un feu de bois avec des brindilles, des copeaux, etc., on ajoute ensuite peu à peu de gros morceaux de bois. Ce séchage préliminaire dure plusieurs jours. Lorsque le four est à peu près sec, on fait un feu de coke.

Le refroidissement doit s'effectuer très lentement aussi. On procède ensuite au nettoyage complet du four, puis on l'essaie en débutant par une très faible intensité pour arriver progressivement jusqu'aux deux tiers environ de la valeur que l'intensité doit atteindre en pleine marche. On introduit au début de faibles charges et, on le considère comme bon à fabrication lorsqu'il a satisfait, après essai, aux diverses conditions de rendement et de fonctionnement : usure normale des électrodes, absence de dérivations de courant et d'arcs secondaires, etc.

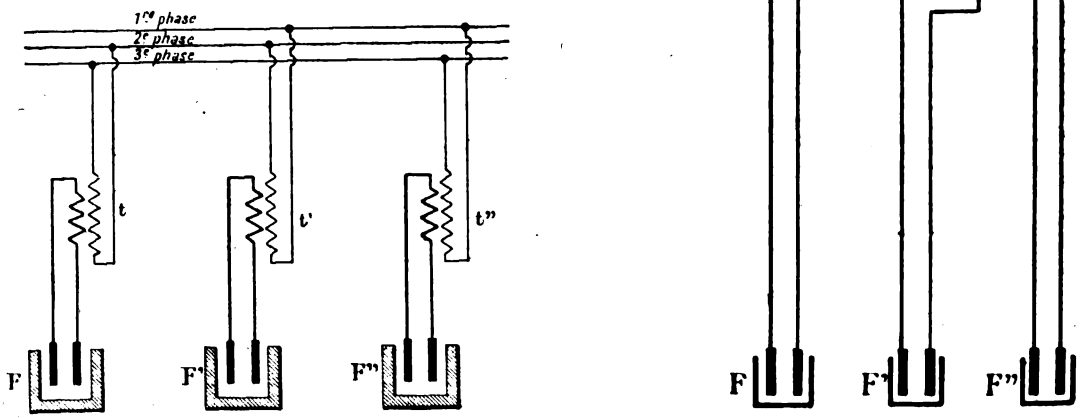


Fig. 30 et 31. — Montage de trois fours monophasés à sole indépendante sur un réseau triphasé en triangle.

Forme extérieure des appareils. — La forme extérieure des fours varie suivant leur but et leurs dimensions; il en existe de circulaires, de carrés, de rectangulaires, d'hexagonaux, etc. Au point de vue de la main-d'œuvre, les grands fours sont plus économiques que les petits ; avec ces derniers, il faut un homme par four pour la charge et le travail, et, en plus, deux manœuvres par série de six fours pour faire les coulées et apporter les mélanges ; avec un grand four de 2 000 à 3 000 kw, cinq hommes suffisent pour assurer tout le service. On a donc peu à peu renoncé à l'emploi des fours de petites dimensions, désavantageux à beaucoup de points de vue, sauf pour certaines applications spéciales (fusions simples) et pour les essais; les modèles de grande capacité permettent à la fois d'utiliser des quantités d'énergie plus considérables et d'avoir un régime plus régulier et plus économique.

Garnissage des fours. — L'enveloppe extérieure des fours électriques varie suivant leur forme, leurs dimensions et leur emploi. Généralement, l'*armature* est en fonte recouverte intérieurement de sable, amiante ou autre calorifuge; parfois elle est en tôle avec briques sous-jacentes : dans certains fours enfin elle est en acier rivé.

Le *garnissage* proprement dit est encore plus varié, bien qu'il ne puisse être composé que de matériaux réfractaires et isolants. A ce titre, la chromite, la dolomie, la silice, la magnésie, le siloxicon, certains pisés conviennent parfaitement.

La *chromite*, qui est un oxyde de fer et de chrome naturel, est très réfractaire et, de plus, résiste aux variations brusques de température qui se produisent dans les fours à marche intermittente. On en fait des recouvrements à l'état de pâte qui durcit ensuite comme du ciment. On l'emploie aussi à l'état de briques, de même que la *silice* qu'on utilise sous forme de pâte cuite ou à l'état de quartz fondu.

Le *siloxicon*, qui est un dérivé du carborundum, possède à la fois un point de fusion très élevé et une grande plasticité ; en outre, c'est comme la chromite, un corps

Digitized by Google

indifférent, c'est-à-dire ni acide, ni basique, l'acide fluorhydrique seul l'altère et encore avec une extrême lenteur ; les gaz des foyers ni les métaux fondus ne l'attaquent. Il est, malgré cela, oxydable à haute température ; mais la décomposition qui en résulte (silice et oxyde de carbone) est superficielle et provoque la formation d'une sorte de vernis qui le protège en profondeur. On l'emploie avec ou sans agglomérant pour la doublure des fours, moufles, creusets, moules de coulée. Son prix est peu élevé.

La *dolomie* (carbonate de magnésium) et la *magnésie* sont employées, soit seules, soit comme second revêtement, en couches alternées avec du graphite, soit encore à l'état de pisés semiconducteurs, c'est-à-dire sous forme de mélanges avec du charbon et du goudron.

La *zircone* (oxyde de zirconium) est employée dans certains fours d'essai ; elle présente le double avantage d'être réfractaire et d'avoir une dilatation très faible ; cette dernière propriété évite les craquelures et les fendillements.

L'*alundum* est de l'alumine fondue électriquement par la fusion de la bauxite ; il ne fond que vers 2000°, est inattaquable aux vapeurs acides ou alcalines et résiste aux efforts mécaniques.

Dans un grand nombre de fours, le revêtement principal se compose de briques ordinaires garnies, vers l'intérieur, de briques de silice, le tout armé solidement par un réseau de fers horizontaux et verticaux. Un tel four doit être extrêmement robuste et de construction soignée afin d'éviter que, sous l'influence de la chaleur, les rivets et boulons ne cassent par suite de la dilatation inégale des diverses parties constituant la cuve ; aussi est-il bon d'entourer les parties supérieures et inférieures d'une armature métallique s'opposant à l'ouverture du four par rupture. La sole peut être constituée aussi par une lame métallique à bords relevés ou prolongeant les côtés de l'appareil et dans lesquels on place, soit des briques réfractaires si l'on a affaire à un four à sole non conductrice, soit un isolant calorifuge quelconque (sable, etc.), sur lequel on place les morceaux de charbon d'électrode s'il s'agit de four à sole conductrice formant électrode. Entre ceux-ci, un pisé est damé lorsqu'on veut avoir une sole monolithe. Cette dernière est reliée au câble de sortie du courant.

Becs de coulée. — Ils ont des formes assez différentes suivant les fours. Il en est de même de leur obliquité par rapport au sol. Dans les fours *basculants* ou *oscillants*, les becs peuvent avoir sans inconvénients la position horizontale à l'état de repos, c'est-à-dire au cours des opérations ; ils peuvent même être inclinés vers l'intérieur du four ; la coulée est en effet produite à l'aide d'un mouvement de bascule généralement provoqué par une crémaillère. Il n'en est pas de même dans les fours *fixes* qui doivent permettre l'écoulement des matières fondues par la simple ouverture du bec de coulée. Pendant les opérations, celui-ci peut être obstrué, soit par de simples tampons d'argile ou bouchons réfractaires, soit à l'aide de plaques épaisses de fonte recouvertes de magnésie ou autre substance analogue.

La matière composante des becs varie suivant la nature des produits élaborés et de leur point de fusion (acier, carbure de calcium, ferros, métaux, etc.). Souvent, les becs sont en fonte hématite résistant bien à l'action de la chaleur. Souvent aussi ils sont constitués par une tôle très épaisse épousant certaines formes fixées à l'avance ; cette tôle est parfois garnie de pointes dont le rôle est de maintenir un pisé ayant pour but d'empêcher la matière fondue de couper le bec hors de la coulée. Ce dispositif n'est plus guère employé aujourd'hui et presque partout les becs en fonte ont remplacé les becs en tôle, notamment pour la fabrication du carbure de calcium.

Signalons en outre les becs de coulée avec cloisonnement, qui ont pour but de séparer le métal fondu et les scories au moment même de la coulée. Cette forme, qui rappelle un peu une saucière, permet de maintenir les scories à la surface du bain qui, ainsi, ne viennent pas souiller le métal ; le cloisonnement part généralement du bec et aboutit intérieurement presque jusqu'au fond du creuset de fusion.

Jean Escard,
Ingénieur civil, Lauréat de l'Institut.

La reconstitution électrique de la Belgique après la guerre en vue de l'économie du charbon

Un comité d'études pour la mise en commun des productions d'électricité en Belgique a été fondé à Londres, le 26 janvier 1917. Il a en vue d'organiser après la guerre, la « supercentralisation » de la production d'électricité dans les régions industrielles et charbonnières, ainsi que dans les ports accessibles, économiquement parlant, au charbon d'importation. Le but poursuivi par le Comité est de fournir à très bon compte, à l'industrie en général, l'énergie électrique produite par la chaleur provenant de la combustion du charbon, ou provenant des gaz de hauts fourneaux, de fours à coke, etc.

Avant-propos. — On se préoccupe beaucoup en ce moment de réaliser des économies de combustible ou tout au moins de faire donner au charbon son maximum de rendement. Ce problème, que la guerre a mis en évidence, pourrait être résolu, pensons-nous, par la mise en commun des productions d'électricité et par la collection des énergies dites perdues.

Le rapport de 1912 de M. Dejardin, directeur général

Digitized by Google

des mines de Belgique, signale que la puissance mobilisée dans l'industrie de notre pays est de 1 483 557 ch. Celle mobilisée dans les services de transport (chemins de fer et tramways) s'élève à 1 395 781 ch, soit au total 2 879 338 ch mobilisés.

On a évalué la puissance moyenne qui serait mobilisée dans les industries de transport, si elles étaient toutes équipées à l'électricité, à 250 000 kw. De même, la puissance moyenne mobilisée par l'industrie serait de 500 000 kw pour la Belgique entière. Evidemment, ce sont là des chiffres bien inférieurs à ceux dus à l'emploi de la vapeur parce que, dans les centrales électriques supposées réunies en un *seul système général*, les puissances locales variables s'additionnent algébriquement pour constituer sur le réseau général de distribution une moyenne de toutes les puissances instantanées.

Ainsi se manifeste déjà un avantage de l'électricité.

Il est assez difficile et délicat de chiffrer actuellement l'économie annuelle de combustible que nous pourrions réaliser en Belgique. Certains facteurs nous manquent, mais des chiffres empruntés au rapport de M. Dejardin nous permettent cependant d'arriver à une évaluation sommaire.

I. **Industrie**. — En 1912, il a été produit dans les trois provinces du Hainaut, de Namur et de Liége, 22 972 140 t de charbon valant 380 444 300 fr (valeur moyenne de la tonne : 16,56 fr; prix de revient moyen : 16,22 fr).

Nous considérons que la puissance moyenne mobilisée dans l'industrie belge est utilisée pendant 3 000 heures par an (300 jours de 10 heures) et le chômage des machines (réparations, entretien, etc.) comme représentant une diminution de 10 pour 100 sur la puissance installée. Nous pouvons donc dire que les 90 pour 100 des 1 483 557 ch mobilisés, soit 1 335 201 ch, donnent une puissance réellement développée de $0{,}75 \times 1\,335\,201 = 1\,001\,400$ *ch actifs*, en supposant que la charge moyenne des machines soit 75 pour 100 de la charge maximum.

En nous basant sur une dépense moyenne de 2,3 kg de charbon par cheval-heure, la dépense totale serait $1\,001\,400 \times 2{,}3 = 2\,303\,220$ kg de charbon par heure.

Et, pour l'année entière, la dépense serait de $2\,303{,}220 \times 3\,000 = 6\,909\,606$ t.

Calculant la dépense totale sur la base de 16,56 fr par tonne, nous arrivons au chiffre de *115 114 869 fr.*

La puissance motrice centralisée sous forme d'énergie électrique pour remplacer ces 1 001 400 ch actifs ne se monterait pas à plus de 500 000 kw, soit $500\,000 \times 1{,}36 = 680\,000$ *ch.*

Par kilowatt-heure distribué, la consommation de charbon n'excéderait pas 2 kg, vu les résultats obtenus actuellement dans les centrales. Et encore nous ne tenons aucun compte de la production de l'électricité au moyen des sous-produits de fabrication : gaz de hauts fourneaux, fours à coke, etc., par lesquels la consommation de charbon est réduite de 20 pour 100.

Comparativement, le résultat économique sera donc à coup sûr plus avantageux encore puisque nous partons de l'hypothèse que toute l'énergie électrique nécessaire est produite par le charbon brûlé directement dans des foyers de chaudières à vapeur. Par heure, la dépense totale serait donc de 1 000 000 kg de charbon. Pour 3 000 heures ou année entière industrielle elle serait de :

3 millions de tonnes représentant une valeur de $3\,000\,000 \times 16{,}56 = 49\,680\,000$ *fr.*

Ce chiffre rapproché de celui de *115 114 869 fr* (coût de l'alimentation en charbon des 1 001 140 ch *actifs*) nous donne une économie de *57 pour 100 environ.*

Le chiffre de 3 000 heures que nous avons cité fixe une moyenne. Il peut être considéré à la fois pour la production de force motrice industrielle et de lumière. Il est des industries, et elles sont même assez nombreuses, qui ne travaillent réellement que pendant 260 jours par an et à raison de 8 heures en moyenne par jour, soit pendant 2 100 heures environ ; d'autres travaillent pendant 4 000 heures par an environ ; enfin, il en est qui travaillent encore davantage.

En résumé, nous avons établi que l'on pourrait économiser environ 57 pour 100 de la valeur du charbon consommé pour la production de la force motrice, c'est-à-dire 65 millions de francs en chiffres ronds, si l'on pouvait concentrer la production de la puissance motrice et collecter autant que possible *toutes* les énergies perdues.

II. **Transports**. — Au sujet des transports, nous ne considérerons que les chemins de fer, laissant de côté les tramways, les bateaux, etc. L'économie à réaliser est importante.

Les chemins de fer consomment des agglomérés de charbon (briquettes à 20,07 fr la tonne en 1912) qui représentent les 75 pour 100 du chiffre total de combustible employé, et nous avons vu que le prix moyen du charbon s'élevait à 16,56 fr.

D'autre part, il a été démontré en maintes circonstances que l'électrification permet de réaliser une économie de plus de 50 pour 100 sur le coût du charbon brûlé, comparativement avec le système de traction à vapeur.

Or, la comptabilité des chemins de fer de l'Etat de 1908 indique un chiffre de 1 874 807 t de charbon brûlé. Avec l'augmentation du trafic (supposons-la de 10 pour 100) de 1908 à 1912, nous arriverions à un total de *2 062 287 t.* La traction à vapeur aurait donc coûté à un prix moyen de 18 fr la tonne de charbon (les briquettes valant 20,07 fr et le charbon ordinaire 16,56 fr la tonne) la somme de $2\,062\,287 \times 18 = 36\,121\,166$ *fr.*

L'électrification totale du railway permettrait de réaliser sur cette dépense une économie de plus de 18 millions de francs. Encore n'est-il pas tenu compte de la production de l'électricité au moyen de sous-produits de fabrication.

Il ne faut d'ailleurs pas s'étonner de ce que la concentration de la puissance motrice par l'électrification

Digitized by Google

entraîne des résultats plus considérables pour l'industrie en général que pour les transports par voie ferrée. L'utilisation des machines motrices dans l'industrie est *plus complète* que sur les chemins de fer; les locomotives de l'État belge chômant pour cause de réparation représentent 20 pour 100 de l'effectif total, et l'utilisation journalière et annuelle d'une locomotive à vapeur est très réduite. Elle se résume en moyenne, pour sa vie entière, à un millier d'heures utiles par an, parfois même moins.

III. **Conclusions**. — En résumé, il semble que pour la Belgique la substitution du courant électrique à la vapeur dans la majorité des industries, si pas dans toutes, permette de réaliser au minimum chaque année les économies suivantes de combustible :

a) Dans l'industrie en général :

3909000 t de charbon (puissance motrice, lumière, etc.).

b) Pour les chemins de fer :

1 million de tonnes environ,

soit au total 5 millions de tonnes par an.

Comme, en 1912, la production totale de charbon en Belgique était de 22972140 t (rapport de M. Dejardin), l'économie représenterait donc à peu près 22 pour 100 de ce chiffre.

En espèces, cela équivaudrait à une économie de :

65 millions de francs pour l'industrie;

18 millions de francs pour les chemins de fer;

Total : *83 millions* de francs.

Admettons même que notre chiffre initial de 115114869 fr fixant le total du coût de la consommation de charbon pour la production de la force motrice industrielle (6909606 t) soit exagéré, et cependant nous ne croyons pas que la consommation de 2,3 kg par cheval effectif soit trop élevée, ni que le nombre moyen d'heures d'emploi soit absolument fantaisiste.

Consentons même à une réduction de 30 ou 40 pour 100 du chiffre de 83 millions auquel aboutissent nos conclusions, l'économie serait encore formidable.

J. CARLIER,
Ingénieur, répétiteur du Cours d'exploitation des Chemins de fer à l'Université de Liége.

Revues, analyses et informations

L'équilibrage dynamique des pièces tournantes (1).

On sait qu'une partie tournante de machine, telle que armature de dynamo, rotor de turbine, arbre d'automobile ou d'aéroplane, équilibrée statiquement peut ne plus être équilibrée lorsqu'elle tourne, surtout si la vitesse angulaire est grande. La correction de ce non-équilibrage s'appelle équilibrage dynamique. Celui-ci peut être effectué par l'addition ou la soustraction de deux masses égales, équidistantes de l'axe et situées à une certaine distance mesurée le long de l'axe. Comme il est souvent inutile et trop coûteux d'effectuer cet équilibrage avec une grande précision, on permet une certaine tolérance dont l'importance dépend de l'usage auquel est destinée la pièce, de sa période naturelle de vibration, de la pression dans les paliers, de la résistance de l'arbre et surtout de la vitesse de rotation. Comme cette limite de tolérance doit pouvoir être inscrite dans les spécifications et peut être l'objet de discussions, il est désirable de l'exprimer au moyen d'une unité rationnelle, au lieu de l'estimer, comme on le fait d'habitude, en termes vagues qui admettent différentes interprétations. Tel est le but de cette note.

Revenons à l'équilibrage statique; il est évident qu'un non-équilibrage peut toujours être exprimé au moyen d'une seule résultante, par exemple un excès défini de masse M à une distance définie D de l'axe, mais aucune de ces quantités n'a besoin d'être connue séparément; leur produit est seul nécessaire, c'est le moment ou couple. Quelle que soit la vitesse, l'équilibrage statique peut toujours être corrigé par l'addition ou la soustraction d'une autre masse m à une autre distance d, pourvu seulement que les deux produits ou moments soient égaux : $md = MD$. Ceci est important en pratique car il est souvent plus facile d'ajouter ou de retrancher cette masse à certaines places définies ce qui détermine la distance d; la masse peut être alors facilement réglée de façon à faire atteindre au produit md la valeur désirable.

UNITÉ DE TOLÉRANCE DE L'ÉQUILIBRAGE STATIQUE. — Cette unité sera donc le produit d'une masse par une longueur; dans le système métrique ce serait le centimètre-gramme. Physiquement, la cause du non-équilibre est un moment (masse multipliée par bras de levier), mais comme nos unités de masse sont aussi fréquemment employées pour représenter des forces et qu'alors leur produit avec une longueur représente un travail (gramme-centimètre, par exemple), il devient désirable, afin d'éviter toute confusion, de faire une distinction entre ces deux produits physiquement différents, et cela en exprimant les moments en centimètres-grammes et les travaux en grammes-centimètres. Comme la grandeur de la tolérance admise, toutes choses égales d'ailleurs, décroît en raison directe du carré de la vitesse, le nombre de centimètres-grammes devrait être accompagné du nombre indiquant la vitesse à laquelle il s'applique. Selon N.-W. Akimoff qui s'est occupé spécialement d'équilibrage, une bonne limite de tolérance d'équilibrage statique d'une armature pesant 90 kg par exemple peut être d'environ 28,8 centimètres-grammes pour une vitesse d'environ 1000 t : min, et d'un quart de cette valeur pour 2000 t : min. Ceci signifie qu'il y a 5 g de trop à une distance de 5,76 cm de l'axe, ou 10 g de trop à 2,88 cm, etc., et qu'une masse de cette valeur située à la distance correspondante doit être enlevée ou doit être ajoutée du côté dia-

(1) Carl HERING. *Electrical World*, 31 août 1918, t. LXXII, p. 389-390, 1700 mots, 1 fig.

Digitized by Google

métralement opposé pour atteindre un équilibrage statique parfait.

Unité de tolérance pour l'équilibrage dynamique. — Ici, tout manque d'équilibre comporte deux moments ou produits $m\,d$, mais il y a en plus la distance axiale entre eux L ou $b\,b'$ (voir figure). Après l'équilibrage statique, ces deux moments sont nécessairement toujours dans le même plan axial et égaux, mais seulement comme moments, puisque les deux masses en excès et leurs distances sur les rayons peuvent être différentes. La condition nécessaire est que ces produits soient égaux. Donc ces moments peuvent encore être exprimés et mesurés en centimètres-grammes et comme, après équilibrage statique, ils sont toujours égaux,

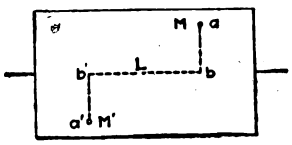


Fig. 1.

la même tolérance s'applique également à chacun d'eux; il suffit de ne faire mention que d'un seul.

Une paire de ces moments, distants de L comme dans la figure, produit le déséquilibrage si les moments sont moitié mais à distance double, ou doubles mais à distance moitié. Pour les mêmes moments, le non-équilibrage est en proportion directe de la distance L. Cette distance entre, par conséquent, dans l'unité de tolérance, comme la distance radiale; donc, l'unité correcte à employer en équilibrage dynamique est le centimètre-centimètre-gramme, qui est le moment d'un moment (1) ou un couple centrifuge. Cette forme, cependant, conduit à la tendance à écrire centimètre-carré-gramme, ce qui est faux car cela implique le carré d'une distance au lieu du produit de deux distances différentes. Quoique ce soient deux quantités physiques semblables — des longueurs — elles diffèrent comme quantités vectorielles n'étant pas dirigées dans les mêmes directions. D'où l'unité suivante : centimètre-gramme-centimètre.

Une tolérance permise à 1 000 t : min devrait être réduite au quart à 2 000 t : min; autrement dit, elle doit être encore ici inversement proportionnelle au carré de la vitesse : d'où, une tolérance exprimée au point de vue de l'équilibrage dynamique doit s'accompagner de l'énoncé de la vitesse à laquelle elle se rapporte. Quand le non-équilibrage est exprimé en fonction de ces unités, il est facile de déterminer par des essais, quelle tolérance peut être permise avec une certaine machine, si on dispose d'une machine semblable parfaitement équilibrée. Il suffit simplement de fixer deux masses connues égales à distances égales connues de l'axe, diamétralement opposées et à une distance axiale connue l'une de l'autre; puis d'augmenter les masses ou les distances jusqu'à ce que l'on constate que les vibrations ou les pressions dans les paliers deviennent excessives.

Selon M. Akimoff, une bonne limite de tolérance pour l'équilibrage dynamique d'une armature par exemple, peut être d'environ 2 190 cm-gr-cm pour une vitesse de 1 000 t : min, ou un quart de cette valeur pour 2 000 t : min. Il prétend que des quantités aussi petites que le tiers ou le quart de cette tolérance peuvent être aisément expérimentées avec une bonne machine construite en vue de mesurer les non-équilibrages.

P. V.

(1) Dr Clayton H. Sharp. *Electrical World*, 3 août 1918, t. LXXII, p. 206.

Notes pratiques

Montage assurant la constance de la tension aux bornes de lampes en essai de durée (1). — Supposons que la machine fournisse 118,4 v soigneusement contrôlés; on la connecte à un auto-transformateur portant 40 prises et destiné à donner des différences de 1 v entre 100 et 140 v; mais ces différences ne sont pas exactement de 1 v, et d'autre part il est nécessaire d'alimenter les lampes sous une tension bien connue. En outre, la régulation des différents échelons de tension n'est pas la même, quelques-uns étant plus sensibles aux variations de charge du transformateur que d'autres. Aussi, dans chaque ligne introduit-on un petit transformateur ayant son secondaire en série avec la ligne d'essai et son primaire connecté à un tableau, auquel arrivent aussi les 40 tensions.

Le tableau a des barres verticales soumises aux tensions de 0 à 40 v, et des barres horizontales connectées aux transformateurs survolteurs. En faisant glisser des balais en charbon sur les barres horizontales, les petits transformateurs peuvent augmenter ou diminuer la tension de la ligne de quelque quantité que l'on veuille, depuis 0 jusqu'à un maximum un peu inférieur à 2 v. En outre, comme il y a 40 crans pour une échelle de moins de 2 v du côté secondaire, le réglage de la tension peut être effectué avec un grand degré de précision.

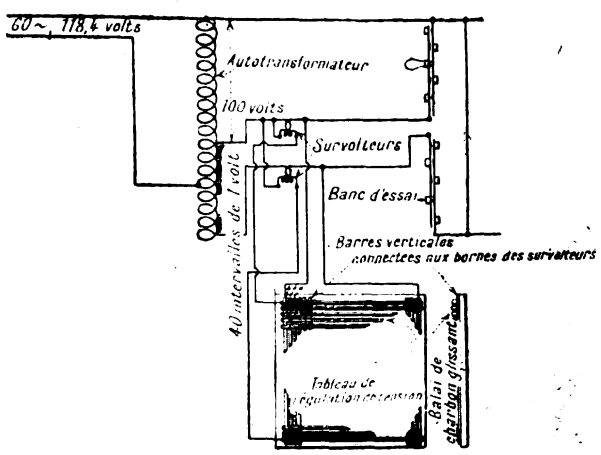


Fig. 1. — Montage permettant un réglage précis de la tension aux bornes de lampes en essai de durée.

P. V.

(1) Dans le système C. G. S. cette quantité a les mêmes dimensions qu'un moment d'inertie.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Congrès général du Génie civil (*Suite*)

TRAVAUX DE LA SECTION IX (*suite*)

La prévention des accidents de travail et l'hygiène des ateliers (1).

Les accidents de travail ont pris une grande proportion depuis le développement du machinisme. En 1912 leur nombre a été de 589 314. La plus grande partie de ces accidents ne cause, il est vrai, que des incapacités de travail temporaires, mais la proportion des accidents graves est loin d'être négligeable, on compte annuellement 2 800 à 3 000 morts et 30 000 à 35 000 estropiés.

L'accident de travail est non seulement une cause de douleur physique et morale pour la victime et sa famille, mais il constitue aussi une lourde charge pour l'industrie, en raison de l'obligation que lui impose la loi du 9 avril 1898, de réparer financièrement les conséquences de l'accident.

Il est donc nécessaire de rechercher et d'appliquer le plus complètement possible les appareils préventifs, les dispositifs protecteurs, au moyen desquels on arrivera, non pas à supprimer complètement les accidents, ce qui n'est malheureusement pas possible, mais à les réduire dans une forte proportion.

Un obstacle à l'emploi des appareils de protection ou à l'observation des mesures de sécurité est la résistance qu'opposent certains ouvriers sous l'influence d'un amour-propre mal placé, qui leur fait considérer ces précautions comme une sorte d'injure à leur habileté professionnelle. M. H. Mamy montre qu'il faut lutter contre ces sentiments et faire remarquer aux ouvriers que les légers inconvénients, qu'ils peuvent constater parfois, sont la rançon de leur sécurité et de l'intégrité de leurs organes.

Un second danger menace les ouvriers, c'est la maladie professionnelle dont l'existence est indéniable. Elle résulte soit de procédés de travail défectueux, soit de mauvaises conditions hygiéniques des locaux de travail. Jusqu'ici la législation française n'a pas organisé la réparation financière des maladies professionnelles. Il y a d'ailleurs des difficultés à établir si une maladie est d'origine professionnelle ou non.

Il y a des cas où certains symptômes très nets d'une intoxication plombique, arsénicale, mercurielle, phosphorée, par exemple, ne permettent aucun doute, mais il en est d'autres où l'on n'aura que des présomptions et pas de certitudes.

Quoi qu'il en soit, il est nécessaire d'organiser le mieux possible et le plus complètement possible, la prévention des accidents de travail et des maladies professionnelles. Cette prévention doit se faire à la fois par l'action de l'Etat et l'action de l'initiative privée.

M. H. Mamy examine successivement le rôle de chacune d'elles. L'Etat intervient par les lois réunies dans le Code du Travail et de la Prévoyance sociale et qui sont complétées par des décrets. Un corps d'inspecteurs et d'inspectrices du travail est chargé de veiller à l'exécution de ces lois et décrets, d'en surveiller l'application dans les établissements industriels et de dresser des procès-verbaux, suivis de sanctions judiciaires, contre les chefs d'industrie qui sont en contravention avec les prescriptions légales ou réglementaires.

L'action de l'initiative privée peut s'exercer, soit par l'action individuelle et isolée de chaque industriel, soit par une action collective ; cette dernière d'ailleurs est la plus efficace, elle peut agir soit sous la forme de groupements corporatifs, soit, mieux encore, sous la forme d'associations créées spécialement pour combattre les accidents du travail et améliorer l'hygiène des ateliers.

Des associations de cette nature existent en France depuis longtemps déjà ; elles sont de deux sortes : les Associations de propriétaires d'appareils à vapeur et les Associations contre les accidents de travail.

Il y a en France onze associations de propriétaires de machines à vapeur. Elles surveillent et contrôlent les générateurs à vapeur, par des visites extérieures et intérieures et des essais appropriés : leur intervention est si efficace que les explosions ont à peu près complètement cessé dans les appareils soumis à leur surveillance.

Les associations contre les accidents du travail ont été fondées sur le modèle de l'Association alsacienne, créée en 1867, à Mulhouse, par l'initiative d'Engel-Dollfus. Il y en a trois en France, l'Association normande, l'Association des Industriels de France contre les accidents du Travail, et l'Association des Industriels du Nord de la France. Elles interviennent sous des formes diverses : par les visites de leurs ingénieurs-inspecteurs dans les usines et ateliers des membres de l'Association, visites dans lesquelles ces techniciens donnent aux industriels tous les avis, conseils, renseignements, qui sont de nature à augmenter la sécurité du travail et améliorer la salubrité de l'atelier ; par des publications diverses : bulletins, brochures, circulaires ; par des affiches d'atelier ; par des concours publics et

(1) Rapport de M. H. Mamy.

Digitized by Google

internationaux ; par des récompenses aux ouvriers, contremaîtres, ingénieurs qui se font remarquer par leur bonne volonté et leur initiative dans l'observation, l'application et la recherche des mesures protectrices.

Pour arriver au meilleur résultat, il faut que l'action de l'Etat et celle de l'initiative privée se complètent et se combinent.

En France, l'Etat a envisagé une solution qui semble devoir donner d'excellents résultats. Il a confié aux Associations de propriétaires d'appareils à vapeur l'inspection et la vérification directe des appareils à vapeur mais il conserve le droit d'exercer son contrôle sur le fonctionnement de ces associations.

Jusqu'ici l'État français n'a pas encore usé officiellement du concours des Associations contre les accidents du travail, mais le gouvernement italien a étroitement associé l'action de l'initiative privée à l'action de l'inspection officielle du travail, il est à souhaiter qu'il en soit bientôt de même en France ; c'est d'ailleurs ce qu'exprime le vœu suivant émis par le Congrès du Génie civil à la suite du rapport de M. H. Mamy :

« Que l'État encourage et favorise le développement des Associations contre les accidents du travail et qu'il utilise leur concours pour l'application des lois et règlements concernant la sécurité du travail et l'hygiène des ateliers dans les établissements industriels. »

L'alcoolisme (1).

L'alcoolisme est, avec la tuberculose, l'un des plus grands dangers qui menacent la France. Non seulement la France détient le record de la consommation de l'alcool absorbé sous la forme de boissons fermentées ou de boissons distillées, mais, ce qui est encore plus grave, elle est la seule nation où l'alcoolisme ne recule pas. De nouveaux progrès sont même à craindre, car depuis le début de la guerre, le fléau s'est attaqué aux femmes et aux adolescents et les a profondément atteints.

Il est donc de toute première nécessité de lutter avec la plus extrême vigueur contre l'alcoolisme. Le rapporteur expose les moyens employés dans ce but à l'étranger et les résultats souvent merveilleux qui ont été obtenus par certains pays, en particulier par la Suisse, la Suède, les États-Unis et la Finlande. Il montre que l'avenir de l'industrie française dépend de la disparition de l'alcoolisme qui procurerait certainement une augmentation considérable du rendement de la main-d'œuvre.

M. G. de Jaer étudie les différents moyens de lutter contre l'alcoolisme dans l'industrie et insiste sur le rôle de l'industriel dans cette lutte. Pour détruire le mal, il faut non seulement que l'industriel fasse de la propagande et donne l'exemple, mais il doit encore assurer le bien-être de l'ouvrier, lui rendre son habitation la plus agréable possible, lui donner de saines et utiles distractions pour éviter qu'il ait la tentation de passer le temps qu'il a de libre au cabaret (il vaudrait mieux dire à l'assommoir).

(1) Rapport de M. G. de Jaer.

Le rapporteur montre également quel doit être le rôle de l'État dans la lutte contre l'alcoolisme et il termine en montrant qu'on pourrait, en appliquant les méthodes de Pasteur, remplacer les boissons fermentées par des boissons sucrées aussi agréables au goût, qui n'en auraient pas les effets désastreux et permettraient l'utilisation la meilleure au point de vue rendement industriel de nos raisins et de nos pommes qui font la richesse de certaines provinces de France.

La dépopulation (1).

Parmi toutes les questions que la France sera mise en demeure de résoudre au lendemain du traité de paix, aucune certainement ne sera plus importante, plus grave et plus difficile que celle du relèvement de la natalité française.

Agriculture, commerce et industrie, restauration de nos finances publiques et relèvement des patrimoines individuels, exploitation de notre admirable domaine colonial, relèvement de notre marine marchande, entreprise de grands travaux publics, équilibre de notre budget, entretien de nos forces navales et militaires, expansion de notre langue et diffusion de notre culture dans le monde, bon renom de la France à l'étranger : toutes ces questions et beaucoup d'autres encore sont étroitement reliées au problème du relèvement de la natalité.

Si la France continue volontairement à ne pas vouloir d'enfants, la victoire et la mort glorieuse de tant de Français auront été inutiles, la France périra par sa propre faute.

Il faut donc à tout prix lutter contre le fléau. Avant d'étudier les moyens de le combattre, M. Paul Bureau en recherche les causes morales et économiques.

Nous n'insisterons pas sur les causes morales examinées par l'auteur, nous ne ferons qu'indiquer les remèdes : lutte contre la pornographie, l'immoralité, le néo-malthusianisme, l'avortement, lutte à laquelle les industriels devront participer dans toute la mesure de leurs moyens.

Les causes économiques sont non moins graves, elles sont dues en grande partie à notre législation fiscale qui charge proportionnellement beaucoup plus les familles nombreuses que les familles de un ou deux enfants ; nous laisserons encore de côté les réformes qu'il y a à faire à ce sujet, le soin en incombant à l'État ; nous renverrons le lecteur qui voudrait étudier ces questions au rapport original de M. Paul Bureau.

Nous nous occuperons seulement du rôle que doit jouer l'employeur dans la lutte contre la dépopulation.

Un employeur puissant et riche, une grande société anonyme surtout, peuvent, à côté du contrat de travail, instituer des œuvres variées en faveur de la famille et des enfants de leurs ouvriers : gouttes de lait, pouponnières, consultations de nourrissons, gratifications aux

(1) Rapport de M. Paul Bureau.

Digitized by Google

ouvriers pères de famille, allocation temporaire aux femmes enceintes ou en couches, habitations à bon marché, etc... Tout cela est quelque chose de supplémentaire et de gratuit, bénévolement ajouté au contrat de travail; ce n'est plus le contrat de travail et il n'est même pas possible d'y ajouter ce supplément à titre de clause, parce que ce n'est pas en qualité d'employeur que le patron prend ces bienfaisantes initiatives, pas plus que ce n'est en qualité d'employé que le travailleur manuel en recueille le bénéfice.

Par définition même, le contrat de travail suppose que l'employeur ne veut et ne doit connaître en son employé que le producteur de richesse, que l'activité attachée à l'exécution d'un travail donné; l'employeur a besoin d'un service déterminé qui lui est rendu pendant un nombre d'heures déterminé et qu'il paie un certain prix. Il n'y a aucun rapport entre ce service et la condition familiale de celui qui le rend.

A travail égal, salaire égal, telle est la maxime adoptée par tous les milieux patronaux, bourgeois et ouvriers et il semble que cela soit conforme à la justice.

Mais en réalité, la vie économique du pays est trop intimement liée au relèvement de la natalité française pour que nos industriels ne favorisent pas les pères de familles nombreuses. Certains vont crier que le patron n'a rien à voir dans la vie privée de ses employés ou ouvriers, il faudra cependant qu'ils conviennent que, si le pays ne veut pas périr, il faut en venir à favoriser les familles nombreuses.

Si nous considérons maintenant le travail comme le moyen pour l'individu social de subvenir à ses besoins et de s'acquitter de ses devoirs, il est de toute justice de donner à chaque travailleur un salaire correspondant aux besoins d'une famille dont il a généreusement accepté la charge. Plusieurs sociétés et employeurs ont adopté cette manière de voir et accordaient déjà un supplément de salaire à ceux de leurs employés dont les charges augmentaient.

M. Paul Bureau examine les différents moyens que l'on peut employer pour favoriser les employés chargés de famille et réfute les objections qu'on pourrait lui faire. Il termine son rapport en insistant encore une fois sur la nécessité absolue de faire l'impossible pour relever la natalité française, il y va de la vie de France.

La vie du travailleur manuel français (1).

M. Georges Risler examine dans son rapport la situation du travailleur manuel français et les moyens de l'améliorer. Nous ne pouvons, faute de place, faire une analyse très complète du rapport de M. Georges Risler, mais nous insisterons sur certaines des idées qu'il y développe et dont l'intérêt social est très grand.

Tout d'abord le rapporteur étudie la situation du travailleur manuel, au point de vue moral, matériel et social.

(1) Rapport de M. Georges Risler.

Moralement, l'ouvrier français possède toutes les qualités de la race ; guidé par un idéal élevé, il est capable des plus admirables sacrifices et d'actions prodigieuses. Il est travailleur, consciencieux, aime « l'ouvrage bien fait ». Malgré la propagande infame faite par certains politiciens dans les milieux ouvriers, pour attiser la lutte des classes, le travailleur français s'est vite aperçu que cette lutte était contraire à ses véritables intérêts et n'était profitable qu'aux professionnels de la politique.

Les mœurs des classes laborieuses sont dans l'ensemble aussi saines que celles des autres classes de la société ; la femme du travailleur manuel mérite un éloge particulier et le seul reproche qu'on peut lui faire est de ne pas savoir toujours choisir convenablement les denrées qu'elle achète ; cela tient au manque d'enseignement ménager chez les jeunes filles. En passant, le rapporteur montre que le travail à l'atelier de la femme de l'ouvrier n'apporte pas une augmentation de bien-être, au contraire ; ce qui est gagné d'un côté est vite perdu de l'autre, puisqu'elle est obligée de faire faire ce qu'elle ne peut faire elle-même dans la journée ; rentrant chez elle fatiguée de l'atelier, elle n'est plus pour son mari la compagne qui rend le foyer agréable.

Examinons maintenant la situation matérielle du travailleur manuel français.

Pendant les 35 dernières années les salaires ont presque doublé, et le nombre d'heures de travail a diminué. La vie cependant a beaucoup augmenté, mais pas dans les mêmes proportions, il en est résulté un développement réel du confort quoique encore insuffisant, mais qui serait considérablement augmenté si l'alcoolisme disparaissait.

Si dans l'ensemble la situation de l'ouvrier français s'est améliorée il n'en est pas de même pour les familles ouvrières nombreuses, là tout est à faire : au lieu d'être honorées et aidées à tout prix, on les a jusqu'ici traitées en parias. Il faut que cette situation soit modifiée le plus tôt possible, pour que la France vive.

De grands progrès ont été réalisés dans l'alimentation des populations ouvrières par la création de coopératives de consommation. La loi sur les pensions et les secours à la vieillesse a amélioré les conditions de ceux qui en sont les bénéficiaires et de ceux qui les entourent, beaucoup a été fait dans ces divers ordres d'idées, mais il en reste encore plus à faire.

Une question qui a été presque complètement négligée est celle du logement des travailleurs. La plupart habitent dans de véritables taudis où se propagent toutes les épidémies. Dans certaines grandes villes on a bien construit des maisons ouvrières où le travailleur trouve un logement sain et à bon marché; peu cependant a été fait dans cette voie; d'ailleurs une solution bien meilleure consisterait à mettre à la disposition des ouvriers de petites maisons avec jardin (cités-jardins) qu'ils pourraient louer ou encore mieux acheter en versant une annuité déterminée qui ne leur coûterait pas plus cher qu'un loyer dans une des grandes maisons actuelles où ils n'ont à leur disposition qu'un logement peu salubre.

Digitized by Google

Au point de vue social, le travailleur manuel français jouit des mêmes droits que les autres Français. En France, l'égalité est respectée, il reste à développer la solidarité et à nous orienter vers la grande fraternité chrétienne rêvée par la Révolution.

Malgré les importantes améliorations acquises, la vie du travaillenr est encore semée de terribles difficultés.

Celle qu'il redoute le plus est le chômage, et, à la vérité, malgré les efforts faits rien de pratique n'a été réalisé pour le combattre.

Cependant depuis la guerre, un grand nombre de bureaux de placement ont été organisés, le manque de main-d'œuvre a fait disparaître le chômage et seuls ne travaillent pas ceux qui le veulent bien ; cette situation demeurera certainement pendant de longues années après la fin des hostilités.

A côté du chômage, un autre danger guette cruellement la famille ouvrière : c'est la maladie. Il faudrait établir obligatoirement l'assurance contre la maladie pour le travailleur, sa femme et ses enfants.

L'assurance sur la vie, très developpée en Angleterre, est à peu près inconnue chez nous ; la loi Ribot cependant est un premier pas de fait ; elle oblige le travailleur, qui contracte un emprunt destiné à la construction d'une maison, à souscrire en même temps un contrat d'assurance temporaire sur la vie, grâce auquel, s'il meurt, sa veuve devient ipso facto propriétaire de la maison, sans avoir quoi que ce soit à payer. Le rapporteur montre qu'il faut encore prévoir l'invalidité et la vieillesse, les mesures prises jusqu'ici ont été des mesures législatives et on ne s'est pas assez appuyé sur la mutualité.

M. Georges Risler signale quelques organisations ouvrières qui permettent à leurs adhérents ou à leurs enfants de passer quelques jours à la campagne et à la mer dans des conditions exceptionnelles.

Enfin le rapporteur traite de la question de l'alcoolisme, il montre que le travailleur fréquente le cabaret, beaucoup plus pour y trouver des amis que pour le plaisir d'y boire. Si on supprime le cabaret il faudra le remplacer et, pour ce, organiser des théâtres et concerts populaires, mettre à la disposition des ouvriers des terrains de sport, organiser des promenades à la campagne.

Après son exposé que nous venons d'analyser, M. Georges Risler en arrive à des conclusions que nous résumons ci-après :

En première ligne il faut améliorer les conditions de logement des travailleurs, créer des cités-jardins, et faciliter à l'ouvrier la possibilité de devenir propriétaire de sa maison ; dans les villes où cela ne sera pas possible, on devra s'efforcer d'offrir aux ouvriers des logements salubres et à bon marché.

Il ne suffit pas que le logement soit salubre et confortable, il faut également que le foyer soit bien dirigé, d'où la nécessité de développer l'enseignement ménager pour les jeunes filles, afin de leur apprendre à tirer tout le profit possible d'un salaire ; il est certain qu'un enseignement ménager bien fait permettrait d'augmenter de 40 pour 100 à 50 pour 100 la productivité du salaire en bien-être.

A côté de l'enseignement général il serait utile de donner des notions professionnelles aux garçons et aux filles, à partir d'un âge déterminé, les cours étant accompagnés de travaux pratiques permettant aux enfants de mettre la main à la pâte. L'enseignement post-scolaire devrait également être obligatoire jusqu'à l'âge de 16 ou 18 ans. Des cours de récréation, des terrains de jeux devront être adjoints à chaque école, et dans les villes il serait bon d'aménager de nombreux parcs, terrains de jeux et squares. Enfin, dans tous les villages, la salle de la mairie devrait être prévue pour servir de salle de réunion ou de salle des fêtes.

Pour lutter contre la maladie, il faudrait absolument multiplier dans les villes le nombre des dispensaires d'hygiène sociale et antituberculeux. L'action des dispensaires devrait être complétée par des visites d'infirmières ou de moniteurs d'hygiène qui suivraient les malades à leur foyer et y prolongeraient l'action du docteur en expliquant au patient ses prescriptions et en l'aidant à les exécuter. Le rapporteur demande également la généralisation de la semaine anglaise, des cours post-scolaires, de cours de musique et de dessin, la création de théâtres et de concerts populaires où seraient vulgarisés les chefs-d'œuvre des maîtres français ; pour terminer il réclame la mise en marche de trains spéciaux à prix réduits et à marche rapide permettant aux travailleurs d'aller du samedi soir au dimanche soir au bord de la mer ou à la campagne, ainsi que l'organisation de voyages d'excursion du dimanche avec cicerones bénévoles.

M. Georges Risler espère qu'en prenant de telles mesures on élèvera intellectuellement et moralement le niveau des travailleurs, on fera disparaître la lutte des classes, et la jalousie et que le bien-être, le bonheur et la fraternité se développeront dans notre beau pays de France.

La responsabilité des accidents causés par des faits de guerre et connexes aux ouvriers travaillant à proximité du front (1).

Les ouvriers occupés à des travaux à proximité du front sont exposés à des risques graves provenant : 1° des bombardements par canons ou avions ennemis ; 2° de l'explosion d'engins enfouis dans les décombres ou dans les champs et qui peuvent éclater à la suite d'un choc se produisant au cours du travail.

M. Edouard Fontane étudie, au point de vue de la réparation, la situation de ces travailleurs lorsqu'un accident se produit pour l'une des causes ci-dessus.

On pourrait croire, au premier abord, que les ouvriers employés à des travaux assujettis à la loi de 1898 sur les accidents de travail bénéficient de cette législation ; mais il résulte des documents parlementaires et des décisions judiciaires que cette législation ne saurait en l'espèce être invoquée. Les accidents provenant directement ou indirectement des faits de guerre n'engagent

(1) Rapport de M. Edouard Fontane.

Digitized by Google

pas la responsabilité de l'employeur, et ceux qui en sont victimes n'ont pas droit au bénéfice de la loi de 1898 (arrêts de la Cour de Paris, 10 janvier 1916, et d'Amiens, 16 janvier 1916).

Cette interprétation des tribunaux est d'ailleurs corroborée par l'opinion des législateurs ainsi que l'attestent les projets et propositions de loi soumis au Parlement.

Une proposition de loi due à M. Dansette, député du Nord, avait pour but de mettre à la charge de l'État les indemnités fixées par la loi de 1898 lorsque les ouvriers seraient victimes d'un fait de guerre. La Commission d'Assurance et de Prévoyance sociales fut d'avis qu'il ne fallait pas envisager seulement le cas des ouvriers assujettis à la loi de 1898, mais également celui des travailleurs agricoles et même de tous les citoyens exposés au même risque. Elle estime que tous devraient avoir droit à une réparation établie sur les mêmes bases que les indemnités dues aux militaires blessés.

Le Sénat, sans trancher la question de la responsabilité de l'État envers les victimes de la guerre, décida qu'il y avait lieu de les faire bénéficier des allocations stipulées par la loi du 5 août 1914, et une loi du 20 avril 1916 vint consacrer cette manière de voir.

Mais, étant donné que cette loi n'accordait que des secours aux familles nécessiteuses, elle laissait intact le principe même du droit à la réparation.

Le gouvernement déposa alors un projet tendant à l'attribution aux victimes civiles de la guerre d'indemnités égales à celles des militaires blessés ; le projet ne visait que les blessures ou la mort provoquées par les opérations militaires conduites par des armées alliées ou par les armées ennemies.

La Commission d'Assurance et de Prévoyance de la Chambre estima qu'il y avait lieu de prévoir également le cas des accidents provoqués par des explosions qui peuvent se produire même après la fin des opérations militaires au cours de travaux, ou de déblaiement, ou de culture.

La Commission conclut, comme le gouvernement, à l'extension aux victimes civiles de la guerre des avantages dont profitent déjà les mobilisés et leurs ayants droit, et elle se référa purement et simplement à la grande loi sur les pensions militaires toutes les fois qu'il s'agit de déterminer le taux et les diverses modalités de la pension.

La réparation envisagée sous ce point de vue ne susciterait aucune objection si elle entraînait le paiement d'indemnités identiques à celles de la loi de 1898. Mais les indemnités basées sur les règlements militaires sont sensiblement inférieures à celles résultant de l'application de la législation sur les accidents, car elles ne sont pas, comme ces dernières, fonction du salaire de la victime.

Le rapporteur démontre la nécessité d'organiser un régime spécial assurant aux ouvriers le bénéfice de la loi de 1898, en cas d'accident provoqué par des faits de guerre, si l'on veut attirer dans les régions dévastées un nombre de travailleurs suffisant pour les remettre rapidement en état.

L'État français supporterait la charge des indemnités résultant de ce régime. D'ailleurs, le ministère des Travaux publics a déjà fait une application du principe de la solidarité nationale envers les victimes civiles de la guerre en stipulant dans les marchés de travaux d'industrialisation de l'arrière-front que, lorsqu'il ne pourrait être conclu d'assurance pour le cas des accidents provenant des faits de guerre ou faits connexes, l'administration des Travaux publics décide que l'entrepreneur aura la faculté de payer les indemnités fixées par la loi de 1898 ainsi que les frais médicaux, pharmaceutiques et judiciaires correspondants, et que les dépenses ainsi avancées lui seront remboursées par l'Administration. Le ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre a introduit dans ses marchés, pour les travaux du front, une stipulation analogue.

La décision des deux ministères n'est qu'une solution d'attente qui ne s'applique d'ailleurs qu'à une catégorie de travaux et qui laisse en dehors le cas des ouvriers travaillant dans des usines à proximité du front ainsi que ceux qui sont occupés à des travaux pour les particuliers. Elle ne fait donc que mieux ressortir l'extrême urgence d'une solution générale et définitive de cette question si importante.

Depuis l'établissement du rapport de M. E. Fontane, M. Lebrun, député, a déposé un projet de loi ayant pour objet de rendre applicable la législation sur les accidents du travail aux accidents causés par les faits de guerre. Mais, pour indemniser ces accidents, M. Lebrun proposait la création d'un régime distinct de celui de la loi de 1898 consistant dans l'institution d'un fonds spécial de garantie alimenté par une contribution de tous les employeurs et des organismes d'assurance.

La Commission d'Assurance et de Prévoyance sociales a reconnu que le principe de la loi de 1898 n'était pas applicable aux faits de guerre. Toutefois, il lui a semblé qu'en fait on pouvait en faire bénéficier l'ouvrier, mais à la condition que la responsabilité fût reportée sur l'État avec, peut-être, une légère contribution des employeurs.

De son côté, le Sénat, au cours de la discussion du projet portant réparation des dommages de guerre, a reconnu à toute personne victime d'accident provenant d'explosion d'engins non éclatés, droit à réparation intégrale par l'État du dommage causé.

En somme, jusqu'ici, rien n'a été définitivement arrêté et il est à craindre que la loi sur les dommages de guerre ne soit pas votée aussi rapidement qu'il serait nécessaire.

En conséquence, le rapporteur propose au congrès d'adopter le vœu suivant :

« Le Congrès émet le vœu :

« Que le Parlement vote dans le plus bref délai possible une loi assurant aux victimes civiles de la guerre la réparation des dommages subis par eux et garantissant aux ouvriers assujettis à la loi de 1898 des indemnités analogues à celles stipulées par cette législation.

« Que la charge résultant de cette dette de solidarité nationale soit supportée par l'ensemble des citoyens français ».

Digitized by Google

Le rapport de M. Fontane est suivi du texte de projet de loi suivant dressé par le rapporteur :

1° Les accidents survenus par le fait de la guerre ou consécutivement à la guerre donnent droit au profit de la victime ou de ses représentants à une indemnité calculée et attribuée selon les règles qui suivent;

2° En ce qui concerne les ouvriers et employés des deux sexes travaillant dans les établissements, usines et entreprises visés par l'article 1 de la loi du 9 avril 1898, l'indemnité sera fixée conformément aux dispositions de ladite loi et de celles qui l'ont étendue ou en ont réglé l'application;

3° En ce qui concerne toutes les autres victimes, l'indemnité sera fixée d'après leurs conditions particulières ou professionnelles et d'après leurs situations de familles en appliquant par analogie les mêmes dispositions de la loi du 9 avril 1898;

4° L'indemnité sera pour les trois quarts à la charge de l'État et pour un quart à la charge du chef d'entreprise si la victime est ouvrier ou employé. Elle sera pour la totalité à la charge de l'État si la victime n'appartient pas à la précédente catégorie;

5° Il sera interdit de se prévaloir à raison des accidents survenus par le fait de guerre ou consécutifs à la guerre d'aucunes dispositions autres que celles de la présente loi;

6° Un fonds spécial de garantie analogue à celui prévu par les articles 24 et suivants de la loi du 9 avril 1898, applicable au quart de l'indemnité mis à la charge du chef d'entreprise par l'article 4, sera institué à raison des accidents prévus par la présente loi et sera alimenté soit par l'adjonction de centimes au principal de la contribution des patentes, soit par une augmentation proportionnelle de la contribution qui viendrait à remplacer celle des patentes;

7° Après apurement complet et définitif du fonds spécial prévu par le précédent article, le reliquat éventuel sera versé au fonds de garantie créé en vertu de l'article 24 de la loi du 9 avril 1898.

Projet de retraite pour les employés du commerce et de l'industrie (1).

Avant la guerre, les familles françaises ne pensaient qu'à faire de leurs enfants des fonctionnaires et cela pour deux raisons : la stabilité de la situation et la retraite.

Au point de vue de la stabilité des situations, le rapporteur estime qu'elle sera beaucoup plus assurée après la guerre, car le besoin de personnel incitera les patrons à garder leurs employés par toutes sortes d'avantages.

Reste la question de la retraite. La loi a déjà donné une légère satisfaction aux ouvriers, mais rien n'a été fait pour les employés. Si l'on veut diminuer le nombre des fonctionnaires, il faut assurer aux employés de l'industrie et du commerce la même retraite qu'aux premiers et pour cela copier l'État.

M. F. Gelé étudie sur un exemple particulier le mode de fonctionnement des retraites des fonctionnaires et il pense que si un employé était soumis aux mêmes versements qu'un fonctionnaire et si, en même temps, son patron opérait des versements égaux, les Compagnies d'assurances serviraient une retraite non moins égale à celle d'un fonctionnaire.

Pour arriver à ces résultats, il ne faut pas songer à une loi mais à une entente entre patrons et employés qui pourrait se faire sur la base suivante :

Tout employé débutant recevra un carnet de versements à une Compagnie d'assurances et devra y verser le 1/12 de ses appointements de début et de ses augmentations, plus 5 pour 100 de ses appointements mensuels. Le patron fera chaque fois des versements égaux.

Tout employé ayant déjà travaillé dans une maison devra présenter, pour être embauché dans une nouvelle, son carnet de versements à jour. S'il a cessé de verser, pendant un repos ou pendant un séjour chez un patron n'adhérant pas au système, il devra porter ses versements mensuels à 10 pour 100 au lieu de 5 pour 100. Le nouveau patron, dans ce cas, ne peut pas prendre à sa charge tous les versements patronaux en retard, il pourrait, par exemple, verser 7,5 pour 100 des appointements mensuels. Ces excédents seraient payés pendant un temps égal à l'interruption des versements.

Pour inciter l'employé à se stabiliser, on pourrait fixer que, à chaque changement de maison, ses nouveaux appointements soient considérés comme celui du début et soumis, de ce fait, à une retenue de 1/12, la retraite s'en trouvera augmentée.

Le rapporteur estime que les employés, les patrons et la France gagneraient à l'application de ce système. Il ne peut être réalisé que par une entente de la majorité des patrons.

Dans ce qui précède, M. E. Gelé ne considère que les appointements fixes, comme cela a lieu pour les fonctionnaires. Les gratifications, les pourcentages divers, les indemnités, etc., ne seraient pas à considérer pour l'établissement des versements.

M. E. Gelé termine en souhaitant que le Congrès du Génie civil établisse l'entente nécessaire entre les patrons en vue de l'étude définitive et de l'application du projet en question.

(A suivre.)

(1) Rapport de M. E. Gelé.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR :
J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF :
Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. — TOME IV. — N° 17. — 26 OCTOBRE 1918.

Chronique. — La récupération sur les chemins de fer électriques. — Bibliographie : Le moteur à explosion, par René DEVILLERS. — Les conférences sur le « Scientific Management » au Conservatoire national des Arts et Métiers. — Académie des Sciences, p. 601-602.

Section scientifique et technique. — Etude sur le calcul de transformateurs à forte intensité pour fours électriques (*suite et fin*), par R. JACQUOT, p. 603. — Revues, analyses et informations : Mesure de la perte de puissance dans le diélectrique des câbles à haute tension à trois conducteurs, p. 617 ; Distribution du flux magnétique dans les tôles annulaires, p. 621 ; Sur un cas particulier de répartition du courant entre bobines de transformateur couplées en parallèle, p. 625. — De la thermo-électricité du tungstène, p. 626.

Section industrielle. — Remarques sur l'établissement et l'exploitation des installations de condensation, par Charles OETTINGER, p. 627. — Les éjecteurs extracteurs d'air, par L. CONGE, p. 629.

Section économique et financière. — Congrès général du Génie civil (*suite*), p. 633. — Revues, analyses et informations : Les progrès de l'industrie des combustibles pendant la guerre, p. 636. — Assemblées générales : Appareillage électrique Grivolas, p. 638.

Section de Législation. — La guerre et les concessionnaires : Extension du droit à indemnité, par Fernand PARJON, p. 640.

La récupération sur les chemins de fer électriques. — Par le temps qui court, où les économies de combustible s'imposent dans tous les pays, la question de la récupération de l'énergie en matière de traction électrique prend une nouvelle importance. Dès la mise en service des premières lignes de tramways électriques on a cherché à restituer au réseau d'alimentation l'énergie potentielle que possèdent ces véhicules au moment du freinage.

Bien des systèmes ont été proposés et nous nous trouvons aujourd'hui en présence de deux ou trois procédés seulement qui méritent de retenir l'attention.

Un des moyens les moins compliqués consiste à employer, comme on l'a fait en Italie, le moteur asynchrone. Tout le monde sait qu'un moteur à champ tournant à rotor bobiné ou à cage d'écureuil devient automatiquement générateur lorsqu'on le fait tourner à une vitesse supérieure à celle qui correspond au synchronisme. C'est grâce à cette propriété que les trains de la ligne des Giovi, près de Gênes, restituent au réseau pendant les descentes sous forme de courants triphasés, leur énergie potentielle, on évite ainsi l'emballement de la rame, tout en diminuant l'usure des sabots de frein et des bandages. Mais il est nécessaire pour cela que la station génératrice et le réseau soient organisés pour ne pas être troublés par cet afflux subit de courant.

Avec le courant continu il semble que la question de la récupération soit facile ; en fait elle a donné lieu à de nombreux essais qui ont montré que le problème n'était pas aussi aisé à résoudre qu'il en avait l'air. Une solution très intéressante a cependant été proposée quelques années avant la guerre par des ateliers de construction électriques importants et des essais concluants avaient été effectués sur le chemin de fer Métropolitain de Paris. Des résultats intéressants ont également été obtenus en Amérique.

La traction par courant alternatif simple, qui a ses champions et ses détracteurs, se prête moins facilement peut-être que les procédés ci-dessus, à la récupération ; cependant des essais ont été faits sur les chemins de fer du Midi, ils ont abouti à des résultats intéressants, mais au prix d'une assez grande complication. Par contre, le système mixte expérimenté récemment aux Etats-Unis sur le Norfolk and Western Railway qui consiste à transmettre l'énergie au train sous forme de courant alternatif qu'un convertisseur spécial installé sur la locomotive transforme en courants triphasés, permet de bénéficier des avantages de ces courants, c'est-à-dire de démarrage facile et de récupération automatique sitôt que la vitesse des rotors dépasse celle des champs tournants dans lesquels ils se meuvent.

Puisqu'on s'occupe activement en France de réaliser des économies dans toutes les branches de l'industrie, on nous permettra d'insister sur la question de récupération en matière de traction électrique parce que c'est une de celle qui s'impose le plus, nous avons montré que la chose est possible dès maintenant, à nos compagnies le soin de l'appliquer en grand. — A. S.

Digitized by Google

Bibliographie : Le moteur à explosion, par René Devillers, diplômé de l'Ecole supérieure d'Aéronautique. Préface de Ch. Faroux (1). Comme le fait remarquer M. Ch. Faroux dans sa préface, ce volume comble une lacune regrettable qui existait dans la littérature technique française. Les travaux si remarquables de M. Aimé Witz ne s'occupaient pas des moteurs à explosion légers et à grande vitesse de rotation, ils étaient consacrés aux moteurs industriels. L'ouvrage de M. Petit : « Le Moteur » et celui de M. Baudry de Saunier, « l'Automobile théorique et pratique » sont d'excellents ouvrages de vulgarisation. « Construction et réglage du moteur » de M. Lacour et « l'Aide-mémoire » de M. Favron ont rendu les plus grands services aux bureaux d'étude, mais ils ont un peu vieilli et mériteraient d'être rajeunis en ce qui concerne les applications et les valeurs numériques.

A l'étranger, les Américains possèdent le bel ouvrage de Heldt, les Allemands ont publié les travaux de Haeder (traduits en français par M. Varinois), de Bauer et de Güldner qui, nous devons leur rendre cette justice, sont fort bien faits et conviennent particulièrement aux bureaux d'études.

Quand la guerre éclata, l'Etat commanda de nombreux moteurs qui furent soumis à de sévères cahiers des charges. La surveillance nécessaire fut remise à des officiers contrôleurs particulièrement compétents. De ces mesures, il est résulté que des améliorations très nettes dans le rendement et la construction furent rapidement constatées, fruit espéré d'une collaboration quotidienne entre le contrôleur compétent et l'industriel sérieux.

Un de ces officiers contrôleurs, M. Devillers, vient de combler la lacune qui existait dans la littérature technique française relative aux moteurs. Son livre, clair et simple, contient tout l'appareil mathématique nécessaire pour une étude technique sérieuse, mais réduit au minimum ; chaque calcul d'ailleurs est suivi d'une application pratique ; des figures, toutes schématiques, permettent de suivre aisément toutes les démonstrations.

Dans les différents chapitres de son ouvrage, l'auteur étudie le mélange gazeux, les principes de thermodynamique nécessaires pour comprendre le fonctionnement du cycle à quatre temps, les forces d'inertie, le moment moteur, les oscillations de vitesse, le cylindre, le piston, les segments, l'axe de piston, la bielle, les cylindres désaxés, l'arbre moteur, la distribution, le tracé des cames, les sections de passage des gaz, la puissance et ses variations, le refroidissement, le carter et le graissage, le régulateur de vitesse, les moyens de mise en marche, le moteur à deux temps et le moteur rotatif, les lois de similitude. Ces premiers chapitres contiennent tout ce qui est nécessaire à un bureau d'étude pour établir complètement un projet de moteur.

M. Devillers expose ensuite les méthodes d'essais des moteurs en insistant sur la précision qu'on peut en attendre.

L'auteur étudie ensuite les adaptations du moteur à explosion et, en particulier, le problème de l'avion, le constructeur d'avions trouvera résumé en quelques pages tout ce qui lui est nécessaire pour adapter un moteur déterminé sur un appareil donné et pour prévoir avec certitude le poids par cheval, le temps de montée, la vitesse d'ascension, le plafond, en un mot les diverses qualités de vol de l'avion.

Enfin, dans un appendice, M. Devillers étudie les moteurs surcomprimés et suralimentés, il donne un moyen de déterminer le maximum de la fonction $\frac{f(x)}{x^{\gamma}}$ et de tracer par points le nombre adiabatique $pv^{\gamma} = \text{etc.}$

Dans cet ouvrage, l'auteur s'est borné à n'écrire que des choses qui lui ont servi, en négligeant la théorie pure qui ne fournit le plus souvent que d'encombrantes formules, difficiles à expliquer et cachant l'essentiel des phénomènes.

Le livre de M. Devillers rendra les plus grands services aux ingénieurs constructeurs de moteurs à explosion.

(1) 1 vol. 21 cm × 13 cm, VIII + 422 p, 115 fig; édité par H. Dunod et E. Pinat, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, (VI^e). Prix broché, 7,50 fr ; cartonné, 9 fr. (Majoration temporaire de 10 pour 100 en sus.)

Les conférences sur le « Scientific Management » au Conservatoire national des Arts et Métiers. — Nous avons donné dans notre dernier numéro un court compte rendu de la première conférence de M. Bertrand Thompson au Conservatoire des Arts et Métiers. Dans sa seconde conférence, M. Bertrand Thompson a traité des méthodes typiques. Pour pouvoir appliquer le système Taylor, il est nécessaire de bien connaître le travail standard que l'on doit imposer à l'ouvrier ; pour cela on étudie en détail les temps nécessaires aux diverses opérations et les mouvements les plus simples pour les effectuer. Ces opérations de chronométrage doivent être faites par des ouvriers convenablement choisis. On adopte pour temps de base celui qui correspond au tiers des observations totales et on admet une tolérance de 10 pour 100 environ pour la machine et de 10 à 100 pour 100 pour l'ouvrier, suivant les opérations, pour tenir compte de la fatigue. On dresse alors un tableau des temps définitifs qui doivent être tels que le travail imposé à l'ouvrier soit exécutable et qu'il ait la faculté de faire aussi bien ou même mieux.

Le conférencier s'occupa ensuite du rôle des contremaîtres spécialisés. Ceux-ci se divisent dans le bureau de préparation en contremaître d'ordonnancement des opérations, comptable de magasinage, contremaître des fiches d'administration, contremaître de priorité et de « Bulletin Board », contremaître d'établissement du prix de revient, directeur des engagements et du personnel ; dans l'usine : instructeur, contrôleur, chef d'équipe, chef des réparations, chef des transports, chef du service de l'outillage.

A la tête de tous les contremaîtres, maîtres absolus dans leur rayon respectif, se trouve placé le chef d'atelier qui coordonne tout ce qui se passe dans l'atelier.

M. Bertrand Thompson termina sa deuxième conférence en étudiant les divers systèmes de primes qui tous doivent être basés sur le principe de donner un juste salaire à l'ouvrier et de le récompenser de son travail.

Académie des Sciences : Séance du 7 octobre 1918. — Parmi les communications faites en cette séance à l'Académie des Sciences, nous signalons à nos lecteurs : « Une marée électrique dans le sol, dérivée de la marée océanique », par M. Marc Dechevrens, et « Les lois du travail féminin et de l'activité cérébrale », par M. Jules Amar.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Étude sur le calcul de transformateurs à forte intensité pour fours électriques (*Suite et fin*)

Dans la première partie de cette étude nous avons recherché la relation des matières actives entre elles en fonction du rapport n et pour des nombres de spires basse tension déterminée. Cette deuxième partie a pour objet d'examiner l'influence du régime imposé sur les poids, pertes et prix de ces transformateurs spéciaux.

II. — Classification des transformateurs pour électrométallurgie. — On peut classer de la façon suivante les différentes façons de présenter l'étude des transformateurs pour électrométallurgie :

1° *Transformateurs à une seule tension secondaire simple et le double;*

2° *Transformateurs à plusieurs tensions secondaires simples et les doubles* (fig. 10). — Pour ce dernier cas on peut avoir trois nouvelles variantes :

a) Puissance constante à toutes les tensions;

b) Intensité secondaire constante pour toutes les tensions;

c) Puissance constante de la tension moyenne à la tension maximum et intensité constante de la tension moyenne à la tension minimum.

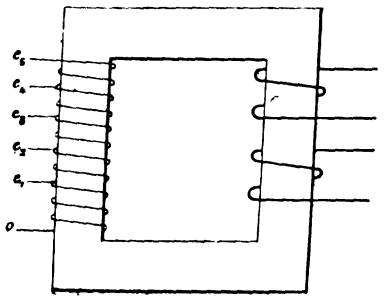


Fig. 10.

Nous ne nous sommes pas tracé pour programme de rechercher quel est le cas qui convient le mieux à l'exploitation de tel ou tel four électrique; mais il apparaît comme logique de prévoir des appareils à puissance constante afin d'utiliser pour le mieux la puissance disponible, souvent hydraulique et constante dans ce cas, pour une même époque de l'année.

Par contre, il est probable que les conditions de fonctionnement des fours (conditions qui varient avec le but du four ou avec les différentes phases d'une même opération) nécessiteront le choix de tel ou tel système.

Toutefois nous nous bornerons à établir un parallèle entre ces différents systèmes de transformateurs et nous en laisserons le choix au métallurgiste.

Pour se faire une idée des variations présentées dans les calculs suivants, nous avons fait suivre chaque exposé algébrique d'un exemple numérique en prenant pour la basse tension les tensions simples suivantes :

$$e_1 = 60; \quad e_2 = 55; \quad e_3 = 50; \quad e_4 = 45; \quad e = 40 \text{ volts.}$$

La puissance moyenne pour chacun de ces appareils sera le quotient de la somme des travaux aux différentes tensions par le temps total, étant supposé que les temps de fonctionnement sous chaque tension sont égaux entre eux

$$\text{Puissance moyenne} = \frac{P_x t_x + P_{(x-1)} t_{(x-1)} + \ldots P_2 t_2 + P_1 t_1}{T}$$

pour $t_x = t_{x-1} = t_2 = t_1$, etc.,
et $t_x + t_{x-1} + \ldots t_2 + t_1 = T$ et, dans le cas de cinq tensions, on aura

$$\text{Puissance moyenne} = \frac{P_5 + P_4 + P_3 + P_2 + P_1}{5}.$$

La puissance nominale sera par contre la puissance maximum.

1° Transformateurs à une seule tension secondaire (et le double). — Le primaire a un nombre de spires constant, le secondaire se compose de deux bobines ou de deux groupes de bobines susceptibles d'être montées en parallèle pour la tension simple, ou en série pour la tension double; le courant secondaire étant, dans le deuxième cas, la moitié de celui du premier cas.

La puissance, les densités de courant primaire et secondaire, l'induction, d'où les pertes totales resteront constantes (aux pertes dans les barres de sortie basse tension près).

Digitized by Google

Nous pouvons écrire (premier cas de la figure 11).

$$\text{Poids du fer} = p,$$
$$\text{Flux} = \Phi = FeB,$$
$$\text{Pertes dans le fer} = Wfe = C'pB^2,$$
où B = l'induction.

Cette dernière hypothèse n'est rigoureusement valable en réalité que pour de la tôle d'Audincourt à 1/10 et 5o pé-

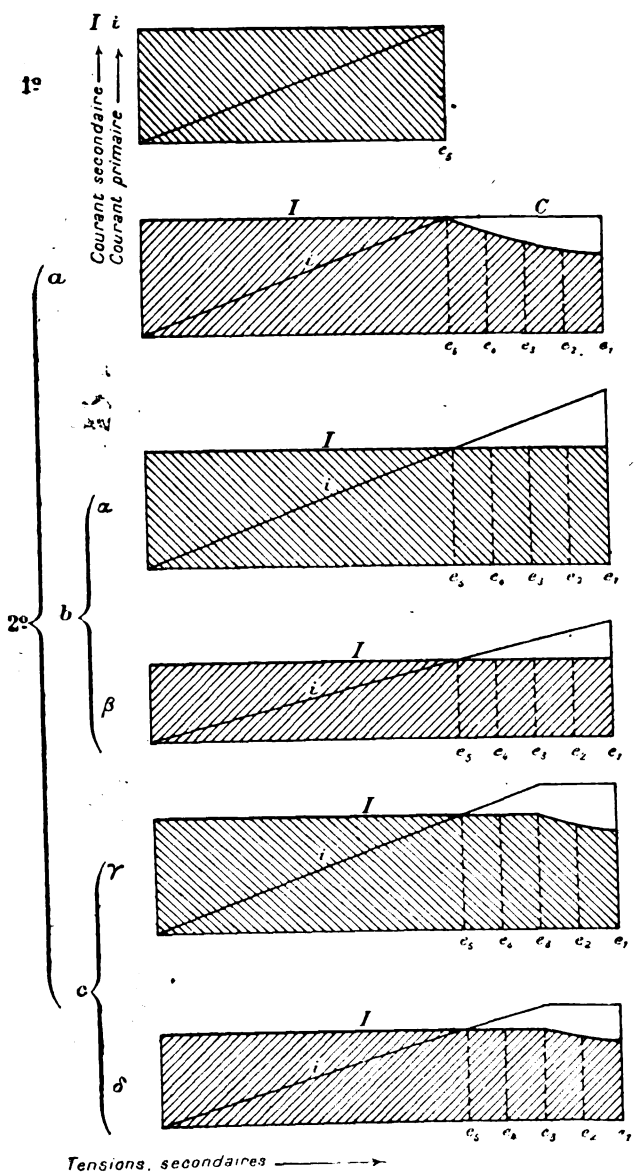


Fig. 11. — Diagrammes représentatifs des puissances, intensités primaires et secondaires, en fonction des tensions secondaires, $e_1 = 60$: $e_2 = 55$; $e_3 = 50$; $e_4 = 45$; $e_5 = 40$ v.

riodes et une induction B variant entre 9000 et 13500. Dans ces conditions la constante $C' =$ environ 2.10^{-8},

D'autre part, en faisant usage des formules de la première partie de cette étude, on aura

$$\text{Poids du cuivre primaire} = G_1.$$
$$\text{Pertes id.} \quad W_1 = C''G_1 i_{0_1}^2.$$
$$\text{Poids du cuivre secondaire} = G_2.$$
$$\text{Pertes id.} \quad W_2 = C''G_2\Delta_0^2.$$

où i_0 et Δ_0 sont les densités de courant primaire et secondaire,
si $i_{01} = \Delta_0$ on peut admettre que $G_1 = G_2$.

La chute ohmique est proportionnelle à $W_1 + W_2$; quant à la chute réactive en pour 100 de la tension primaire, nous savons qu'on peut l'exprimer par $\frac{C''G_1 i_{01}}{\Phi}$ ou $\frac{C''G_2\Delta_0}{\Phi}$, où C'' est une valeur que nous avons précédemment admise constante pour un même appareil, ne variant en réalité que pour les cas à plusieurs rapports de transformation et encore cette variation est-elle très faible.

Pour tous les cas qui suivent nous admettrons le même nombre de spires secondaires (pour e_5), la même tension d'alimentation, la même fréquence, le même rapport entre les deux dimensions de la fenêtre et entre les deux dimensions de la section de la partie magnétique.

Enfin, le nombre de bobines et de groupements de bobines sera le même.

D'autre part, on admettra pour le cas ci-dessus d'un transformateur à tension secondaire unique

$$\left.\begin{aligned} a &= A \\ L &= 2A \\ t &= 2a \end{aligned}\right\} \text{ d'où } n = 2 \text{ et } f = 1,$$

et on déduira les rapports de la fenêtre à la section des tôles pour tous les autres cas. Les poids des tôles et du cuivre dans les calculs ultérieurs sont des multiples des poids ci-dessus qui nous servent ainsi de points de comparaison.

2° **Transformateurs à plusieurs tensions secondaires (et les doubles).** — La figure 10 nous donne le schéma pour cinq tensions secondaires et les doubles.

Le minimum de spires primaires nous donne le maximum de tension secondaire.

Les deux bobines basse tension (ou deux groupes de bobines) sont de nouveau susceptibles d'être montées en parallèle pour les tensions simples, ou en série pour les doubles, ce qui nous donne en tout une gamme de dix tensions secondaires.

Les enroulements occupent la fenêtre avec le même coefficient de remplissage que précédemment (même tension primaire).

a) Puissance constante pour toutes les tensions secondaires. — La tension primaire étant constante, le courant primaire restera sensiblement constant, à

Digitized by Google

l'influence du courant magnétisant près (pour $B = 14\,000$ et $\cos\varphi = 0{,}95$ cette variation du courant à pleine charge est < 6 pour 100). Par contre, aux tensions secondaires e_1, e_2, e_3, e_4, e_5 correspondent les courants I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 et les moitiés pour les doubles tensions $2e_1$ $2e_2$, etc. La densité dans le cuivre secondaire variera autant de fois qu'il y aura de tensions simples. Les ampères-tours sont inversement proportionnels aux tensions secondaires (2e cas de la fig. 11).

Le nombre de spires primaires variera inversement proportionnellement aux tensions secondaires, quant à l'induction et au flux ils augmenteront proportionnellement à ces tensions. Ainsi que nous l'avons admis précédemment les pertes dans le fer varieront comme le carré de l'induction, c'est-à-dire comme le carré du rapport des tensions secondaires.

L'induction maximum B correspondra au plus petit nombre de spires primaires (plus grande tension secondaire e_1) et, comme nous établissons une comparaison en prenant e_5 égale à la tension secondaire du paragraphe 1, on aura une section de tôles $\frac{e_1}{e_5} = K_{fe}$ fois plus grande.

Le poids et les pertes du fer seront pour $A = a$ et $n = 2$

$$p_{fe} = \left(\frac{3+\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}}{4}\right)\frac{e_1}{e_5} \text{ plus grands.}$$

La fenêtre restera constante

$$K_{cu} = 1, \qquad \rho_{cu} = 1, \qquad \rho_{fe} = 1,$$

mais la spire moyenne sera

$$\Delta_{cu} = \frac{3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2}{5} \text{ fois plus grande,}$$

il en sera donc de même pour le poids du cuivre primaire et secondaire et l'on peut écrire $\rho_{cu} = \Delta_{cu}$.

La densité primaire étant constante, les pertes primaires varieront proportionnellement au nombre de spires primaires, c'est-à-dire en raison inverse des tensions secondaires. Les pertes du cuivre secondaire varieront proportionnellement au carré du courant, c'est-à-dire inversement proportionnellement au carré des tensions secondaires.

Nous pouvons donc écrire

Poids maximum du cuivre primaire pour e_5

$$G_1\rho_{cu} = G_1\frac{\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5}.$$

Poids minimum du cuivre primaire pour e_1

$$G_1\rho_{cu}\frac{1}{K_{fe}} = G_1\frac{\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5}\frac{e_5}{e_1}.$$

Pertes maxima primaires pour e_5

$$W_1(5) = C''G_1\rho_{cu}i_0{}_1{}^2 = C''G_1i_0{}^2\frac{\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5},$$

Pertes minima primaires pour e_1

$$W_1(1) = C''G_1\rho_{cu}\frac{1}{K_{fe}}i_0{}^2 = C''G_1i_0{}^2\frac{e_5}{e_1}\frac{\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5}.$$

Poids constant du cuivre secondaire

$$\frac{G_2\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5} = G_2\rho_{cu}.$$

Pertes maxima du cuivre secondaire pour e_5

$$W_2(5) = C''G_2\rho_{cu}\Delta_0{}^2 = C''G_2\frac{\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5}\Delta_0{}^2.$$

Pertes minima du cuivre secondaire pour e_1

$$W_2(1) = C''G_2\rho_{cu}\left(\Delta_0\frac{1}{K_{fe}}\right)^2 = C''G_2\frac{\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5}\left(\Delta_0\frac{e_5}{e_1}\right)^2.$$

Poids des tôles

$$p\rho_{fe} = p\frac{\left(3+\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}\right)}{4}\frac{e_1}{e_5}.$$

Pertes à vide maxima pour e_1

$$W_{fe1} = C'p\frac{\left(3+\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}\right)}{4}\frac{e_1}{e_5}B^2 = C'p\rho_{fe}B^2.$$

Pertes à vide minima pour e_5

$$W_{fe5} = C'p\frac{\left(3+\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}\right)}{4}\frac{e_1}{e_5}\left(B\frac{e_5}{e_1}\right)^2 = C'p\rho_{fe}\left(\frac{B}{K_{fe}}\right)^2.$$

Pertes totales pour e_1

$$C''G_1i_0{}^2\frac{e_5}{e_1}\frac{\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5} + C''G_2\frac{\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5}\left(\Delta_0\frac{e_5}{e_1}\right) + C'p\frac{\left(3+\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}\right)}{4}\frac{e_1}{e_5}B^2$$

Digitized by Google

Pertes totales pour e_5

$$C''G_1 i_0^2 \frac{\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5} + C''G_2 \frac{\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5}\Delta_0^2 + C'p\rho_{fe}\left(\frac{B}{K_{fe}}\right)^2.$$

Condition d'égalité des pertes :

$$W_1(5) + W_2(5) + W_{fe}(5) = W_1(1) + W_2(1) + W_{fe}(1).$$

Chute inductive maximum pour e_5

$$\frac{C''G_2\rho_{cu}}{\Phi}\Delta_0 = \frac{C'''G_1\rho_{cu}}{\Phi}i_0 = \frac{C''G_2\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5\Phi}\Delta_0 = \frac{C'''G_1\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5\Phi}i_{0_1}.$$

Chute inductive minimum pour e_1

$$\frac{C''G_2\rho_{cu}}{\Phi K_{fe}}\frac{\Delta_0}{K_{fe}} = \frac{C'''G_1\rho_{cu}}{\Phi K_{fe}}\frac{i_0}{K_{fe}} = \frac{C'''G_2\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5\Phi}\frac{e_5}{e_1^2}\Delta_0 = \frac{C'''G_1\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5\Phi}\frac{e_5^2}{e_1^2}i_0.$$

Exemple numérique pour a. — $e_1 = 60$; $e_5 = 40$; on obtient dans ce cas

Poids du fer : $1{,}58\,p$ car $\rho_{fe} = 1{,}58$.

Pertes à vide max pour e_1 : $W_{fe1} = 1{,}58\,p\,C'B^2$.

» » min pour e_5 : $W_{fe5} = 0{,}71\,p\,C'B^2$.

Poids max du cuivre primaire pour e_5 : $1{,}135\,G_1$.

» min » » pour e_1 : $0{,}756\,G_1$.

Pertes max cuivre prim. pour e_5 : $W_1(5) = C''G_1 i_{0_1}{}^2.1{,}135$.

« min » » » e_1 : $W_1(1) = C''G_1 i_{0_1}{}^2.0{,}756$.

Poids constant du cuivre secondaire $1{,}135\,G_2$.

Perte max du secondaire pour e_5 : $W_2(5) = C''1{,}135\,G_2\Delta_0{}^2$.

» min » » e_1 : $W_2(1) = C''0{,}505\,G_2\Delta_0{}^2$.

Chute inductive max pour e_5 : $\frac{1{,}135.C'''G_1 i_0}{\Phi} = \frac{1{,}135.C'''G_2\Delta_0}{\Phi}$.

» » min » e_1 : $\frac{0{,}505.C'''G_1 i_0}{\Phi} = \frac{0{,}505.C'''G_2\Delta_0}{\Phi}$.

L'accroissement du poids du cuivre primaire et secondaire étant uniquement dû à l'agrandissement de la spire moyenne, la fenêtre n'a pas changé et les poids et pertes des tôles ci-dessus sont justes $\left(\frac{\rho_{fe}=1}{K_{cu}=1}\right)$ et ne nécessitent pas de corrections

Pertes totales :

pour e_5 on a

$$C'p\frac{\left(3+\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}\right)}{4}\frac{e_5}{e_1}B^2 + C''G_1\frac{\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5}i_0{}^2 + C'''G_2\frac{\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5}\Delta_0{}^2,$$

pour e_1 on a

$$C'p\frac{\left(3+\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}\right)}{4}\frac{e_1}{e_5}B^2 + C''G_1\frac{\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5}\frac{e_5}{e_1}i_{0_1}{}^2 + C'''G_2\frac{\left(3\sqrt{\frac{e_1}{e_5}}+2\right)}{5}\left(\Delta_0\frac{e_5}{e_1}\right)^2.$$

Désignons les trois valeurs des pertes pour e_5 par les symboles W_{fe5} pour les pertes dans le fer; $W_{1(5)}$ et $W_{2(5)}$ les pertes par effet Joule dans le primaire et dans le secondaire ; nous aurons comme total

pour e_5 : $W_{fe_5} + W_1(5) + W_2(5)$;

et pour e_1 : $W_{fe_5}\left(\frac{e_1}{e_5}\right)^2 + W_1(5)\frac{e_5}{e_1} + W_2(5)\left(\frac{e_5}{e_1}\right)^2$,

si nous désirons utiliser pour le mieux le réfrigérant, il nous faudra égalité des pertes

$$W_{fe5} + W_1(5) + W_2(5) = W_{fe5}\left(\frac{e_1}{e_5}\right)^2 + W_1(5).\frac{e_5}{e_1} + W_2(5).\left(\frac{e_5}{e_1}\right)^2 \text{ ou}$$

$$W_1(5)\left(1-\frac{e_5}{e_1}\right) + W_2(5)\left(1-\frac{e_5{}^2}{e_1{}^2}\right) = W_{fe5}\left(\frac{e_1{}^2}{e_5{}^2}-1\right).$$

Pour $e_1 = 60$, $e_5 = 40$ v, on aura

$$0{,}33\,W_1(5) + 0{,}445\,W_2(5) = 1{,}25\,W_{fe5}.$$

De même on pourra rechercher la relation entre les pertes en prenant e_1 comme point de comparaison au lieu de e_5, le résultat serait analogue ;

pour e_1 on aurait : $W_{fe1} + W_1(1) + W_2(1)$,

pour e_5 on aurait : $W_{fe1}\left(\frac{e_5}{e_1}\right)^2 + W_1(1)\frac{e_1}{e_5} + W_2(1)\left(\frac{e_1}{e_5}\right)^2$,

et de nouveau

$$W_{fe1}\left(1-\frac{e_5{}^2}{e_1{}^2}\right) = W_1(1)\left(\frac{e_1}{e_5}-1\right) + W_2(1)\left(\frac{e_1{}^2}{e_5{}^2}-1\right),$$

ou $0{,}555\,W_{fe1} = 0{,}5\,W_1(1) + 1{,}25\,W_2(1)$,

Digitized by Google

or en e_1, on a $W_{1(1)} = 1{,}5\ W_{2(1)}$ d'où

$$0{,}555\ W_{fe1} = 2.W_{21} = 1{,}335\ W_{1(1)},$$
$$W_{fe1} = 3{,}6\ W_{21} = 2{,}4\ W_{1(1)},$$

c'est-à-dire que, pour l'exemple ci-dessus, il faudra que les pertes du fer à 60 v se rapprochent de 3,6 fois les pertes secondaires pour la même tension ou 2,4 fois les pertes primaires toujours pour cette même tension.

Si l'égalité n'est pas satisfaite, on aura là l'indication qu'il faut jouer sur les spires en choisissant un m approprié.

b) Transformateurs a intensité secondaire constante. — Deux cas sont à envisager :

α) Nous maintenons constante l'intensité secondaire précédente en e_5 c'est-à-dire l'intensité maximum (3e cas de la fig. 11).

β) Nous maintenons constante l'intensité secondaire précédente en e_1, c'est-à-dire l'intensité minimum (4e cas de la fig. 11).

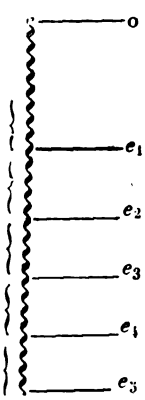
Dans les deux cas la section des tôles sera de nouveau $\frac{e_1}{e_5}$ fois plus grande.

α) Nous aurons la même section de cuivre secondaire, les pertes secondaires seront constantes et égales aux précédentes pour e_5 ; le poids du cuivre primaire et ses pertes sont à déterminer.

En effet la puissance maximum (d'où nominale) de l'appareil sera en e_1, et de e_1 à e_5 la section du cuivre primaire pourra aller en décroissant.

Nous aurons les sections et les densités fractionnelles primaires suivantes; ces dernières lorsqu'on débite en e_5,

	SECTIONS	DENSITÉS	SPIRES
de o à e_1	$\frac{e_1}{e_5}$	$i_{01}\frac{e_5}{e_1}$	$\frac{e_5}{e_1}$
de e_1 à e_2	$\frac{e_2}{e_5}$	$i_{01}\frac{e_5}{e_2}$	$\frac{e_5}{e_2} - \frac{e_5}{e_1}$
de e_2 à e_3	$\frac{e_3}{e_5}$	$i_{01}\frac{e_5}{e_3}$	$\frac{e_5}{e_3} - \frac{e_5}{e_2}$
de e_3 à e_4	$\frac{e_4}{e_5}$	$i_{01}\frac{e_5}{e_4}$	$\frac{e_5}{e_4} - \frac{e_5}{e_3}$
de e_4 à e_5	1	i_{01}	$\frac{e_5}{e_5} - \frac{e_5}{e_4}$



Les nombres de spires se rapportent à la totalité de ces spires prise pour unité en e_5, c'est-à-dire

$$1 = \frac{e_5}{e_1} + \left(\frac{e_5}{e_2} - \frac{e_5}{e_1}\right) + \left(\frac{e_5}{e_3} - \frac{e_5}{e_2}\right) + \left(\frac{e_5}{e_4} - \frac{e_5}{e_3}\right) + \left(\frac{e_5}{e_5} - \frac{e_5}{e_4}\right).$$

Le poids maximum du cuivre primaire (totalité des spires) sera donc

$$G_1\rho_{cu}\left[\frac{e_5}{e_1}\frac{e_1}{e_5} + \left(\frac{e_5}{e_2} - \frac{e_5}{e_1}\right)\frac{e_2}{e_5} + \left(\frac{e_5}{e_3} - \frac{e_5}{e_2}\right)\frac{e_3}{e_5} + \left(\frac{e_5}{e_4} - \frac{e_5}{e_3}\right)\frac{e_4}{e_5} + \left(\frac{e_5}{e_5} - \frac{e_5}{e_4}\right)\right].\Delta_{cu}$$

$$= G_1\rho_{cu}\left[1 + \frac{e_1 - e_2}{e_1} + \frac{e_2 - e_3}{e_2} + \frac{e_3 - e_4}{e_3} + \frac{e_4 - e_5}{e_4}\right]\Delta_{cu}$$

et si nous multiplions chaque nombre de spires par la densité respective, on aura $\Sigma\ G_1\rho_{cu}\,i_0\,\Delta_{cu} = G_1\rho_{cu}\,i_{01}\,\Delta_{cu}$ car l'expression entre parenthèses devient $= i_{01}$, d'où

pour la chute inductive en e_5 on a

$$\frac{C'''G_1\rho_{cu}\,i_0\,\Delta_{cu}}{\Phi}.$$

Si on multiplie chaque membre du poids par le carré de la densité respective on a les pertes

$$C''G_1\rho_{cu}\,i_{0_1}^2\left[\left(\frac{e_5}{e_1}\right)^2 + \left(\frac{e_5}{e_2}\right)^2 + \left(\frac{e_1 - e_2}{e_1}\right) + \left(\frac{e_5}{e_3}\right)^2\left(\frac{e_2 - e_3}{e_2}\right) + \left(\frac{e_5}{e_4}\right)^2\left(\frac{e_3 - e_4}{e_3}\right) + \left(\frac{e_4 - e_5}{e_4}\right)\right]\Delta_{cu}.$$

Nous pourrons donc écrire :

Poids maximum du cuivre primaire pour e_5

$$G_1\rho_{cu}\left[1 + \frac{e_1 - e_2}{e_1} + \frac{e_2 - e_3}{e_2} + \frac{e_3 - e_4}{e_3} + \frac{e_4 - e_5}{e_4}\right]\Delta_{cu}.$$

Poids minimum du cuivre primaire pour e_1

$$G_1\rho_{cu}\,\Delta_{cu}.$$

Pertes maxima primaires pour e_1

$$W_{1(1)} = C''G_1\rho_{cu}\,i_{0_1}^2\,\Delta_{cu}.$$

Pertes minima primaires pour e_5

$$W_{1(5)} = C''G_1\rho_{cu}\,i_{0_1}^2\left[\left(\frac{e_5}{e_1}\right)^2 + \left(\frac{e_5}{e_2}\right)^2\left(\frac{e_1 - e_2}{e_1}\right) + \left(\frac{e_5}{e_3}\right)^2\left(\frac{e_2 - e_3}{e_2}\right) + \left(\frac{e_5}{e_4}\right)^2\left(\frac{e_3 - e_4}{e_3}\right) + \frac{e_4 - e_5}{e_4}\right]\Delta_{cu}.$$

Digitized by Google

Poids constant du cuivre secondaire : $G_2 \rho_{cu} \Delta_{cu}$.
Pertes constantes du cuivre secondaire :

$$W_2 = C'' G_2 \rho_{cu} \Delta_0^2 \Delta_{cu}.$$

Poids des tôles : $p \rho_{fe} \varphi_{fe}$.

Pertes à vide max pour e_1 : $W_{fe(1)} = Cp \rho_{fe} B^2 \varphi_{fe}$.

» » min » e_5 : $W_{fe(5)} = C'p \rho_{fe} \left(\frac{B}{K_{fe}}\right)^2 \varphi_{fe}$.

Pertes totales pour e_5 :

$$C'' G_1 \rho_{cu} i_0^2 \cdot \left[\left(\frac{e_5}{e_1}\right)^2 + \left(\frac{e_5}{e_2}\right)^2 \left(\frac{e_1 - e_2}{e_1}\right) + \left(\frac{e_5}{e_3}\right)^2 \left(\frac{e_2 - e_3}{e_2}\right) + \left(\frac{e_5}{e_4}\right) \left(\frac{e_3 - e_4}{e_3}\right) + \frac{e_4 - e_5}{e^4}\right] + C'' G_2 \rho_{cu} \Delta_0^2 + C'p \rho_{fe} \left(\frac{B}{K_{fe}}\right)^2 \varphi_{fe}.$$

Pertes totales pour e_1 :

$$C'' G_1 \rho_{cu} i_{0_1}^2 \Delta_{cu} + C'' G_2 \rho_{cu} \Delta_0^2 \Delta_{cu} + C'p \rho_{fe} B^2 \varphi_{fe}.$$

Conditions d'égalité des pertes :

$$W_{1(1)} + W_{2(1)} + W_{fe(1)} = W_{1(5)} + W_{2(5)} + W_{fe(5)}.$$

Chute inductive max. pour e_5 :

$$\frac{C''' G_1 \rho_{cu} i_0 \Delta_{cu}}{\Phi} = \frac{C''' G_2 \rho_{cu} \Delta_0 \Delta_{cu}}{\Phi}.$$

Chute inductive min. pour e_1 :

$$\frac{C''' G_1 \rho_{cu} i_0 \Delta_{cu}}{\Phi K_{fe}} = \frac{C''' G_2 \rho_{cu} \Delta_0 \Delta_{cu}}{\Phi K_{fe}}.$$

Nous voyons que seul le poids du cuivre primaire a augmenté de

$$\left[1 + \frac{e_1 - e_2}{e_1} + \frac{e_2 - e_3}{e_2} + \frac{e_3 - e_5}{e_3} + \frac{e_4 - e_5}{e_4}\right].$$

d'où

$$K_{cu} = \frac{1}{2}\left[2 + \frac{e_1 - e_2}{e_1} + \frac{e_2 - e_3}{e_3} + \frac{e_4 - e_5}{e_4}\right]$$

et la longueur l_m sera accrue de

$$\Delta l_m = \varphi_{fe} = \frac{3\sqrt{K_{cu}} + 1}{4} \text{ (pour } A = a \text{ et } n = 2).$$

Dans les expressions donnant les poids du cuivre, les pertes par effet Joule et les chutes inductives on aura pour Δ_{cu}

$$\Delta_{cu} = \frac{2\sqrt{K_{cu}} + 3}{5}.$$

Exemple numérique pour a. — On a
Poids constant du cuivre secondaire :

$1{,}04 \times 1{,}135\, G_2 = 1{,}18\, G_2$ où $\Delta_{cu} = 1{,}04$ et $\rho_{cu} = 1{,}135$.

Pertes constantes secondaires :

$$1{,}04 \times C'' 1{,}135\, G_2 \Delta_0^2 = C'' 1{,}18 G_2 \Delta_0^2.$$

Poids max. du cuivre prim. pour e_5 :

$$1{,}135\, G_1 \times 1{,}04 \overbrace{\left[1 + \frac{5}{60} + \frac{5}{55} + \frac{5}{50} + \frac{5}{45}\right]}^{1{,}38} = 1{,}57\, G_1 \times 1{,}04 = 1{,}635\, G_1.$$

Poids min. du cuivre prim. pour e_1 :

$$1{,}135\, G_1 \times 1{,}04 = 1{,}18\, G_1.$$

Pertes max. du cuivre prim. pour e_1 :

$$1{,}04 \times 1{,}135\, C'' G_1\, i_0^2 = C'' 1{,}18\, G_1\, i_0^2.$$

Pertes min. du cuivre prim. pour e_5 :

$$1{,}04 \times 1{,}135\, C'' G_1\, i_{0_1}^2 \left[\left(\frac{40}{60}\right)^2 + \left(\frac{40}{55}\right)^2 \frac{5}{60} + \left(\frac{40}{50}\right)^2 \frac{5}{55} + \left(\frac{40}{45}\right)^2 \frac{5}{50} + \frac{5}{45}\right] = 0{,}87\, C'' G_1\, i_{0_1}^2.$$

Chute inductive maximum pour e_5

$$1{,}04 \times \frac{C''' G_1\, 1{,}135}{\Phi} i_{0_1} = 1.04 \times \frac{C''' G_2, 135 \Delta_0}{\Phi} = \frac{1{,}18 C''' G_2 \Delta_0}{\Phi}.$$

Chute inductive minimum pour e_1

$$1{,}04 \times \frac{C''' G_1}{\Phi} 0{,}757 i_{0_1} = 1{,}04 \frac{C''' G_2}{\Phi} 0{,}757 \Delta_0 = \frac{0{,}787 . C''' G_2 \Delta_0}{\Phi}.$$

La fenêtre est donc $K_{cu} = \frac{1 + 1{,}38}{2}$ fois plus grande $= 1{,}19 \simeq 1{,}2$, car $1 + \frac{5}{60} + \frac{5}{55} + \frac{5}{50} + \frac{5}{45} = 1{,}38$

d'où on aura

$$\varphi_{fe} = \frac{3\sqrt{1{,}2} + 1}{4} = 1{,}075.$$

La spire moyenne sera

$$\Delta_{cu} = \frac{2\sqrt{1{,}2} + 3}{5} = 1{,}04 \text{ fois}$$

plus grande

Il fallait donc, en effet, rectifier et multiplier tous les poids de cuivre, chutes et pertes dans les bobinages par 1,04.

Digitized by Google

Poids des tôles : $1.075 \times 1{,}58p = 1{,}7\ p$ car de nouveau $\rho_{fe} = 1{,}58$.

Pertes à vide maxima pour e_1

$$C' 1{,}075 \times 1{,}58 p B^2 = 1{,}7\ C p B^2.$$

Pertes à vide minima pour e_5

$$C' 1{,}075 \times 1{,}58 p \left(\frac{B}{1{,}5}\right)^2 = 0{,}755\ C' p B^2.$$

Si nous désirons obtenir les mêmes pertes pour e_1 comme pour e_5, afin d'utiliser le réfrigérant (cuve, serpentin, ventilateur, etc.) pour le mieux, nous devrons avoir

$$C' p \rho_{fe} B^2 \varphi_{fe} + C'' G_1 \rho_{cu} i_{0_1}{}^2 \Delta_{cu} + C'' G_2 \varphi_{cu} \Delta_{cu} = C' p \rho_{fe} \left(\frac{B}{K_{fe}}\right)^2 \varphi_{fe} + C'' G_1 \rho_{cu} i_{0_1}{}^2 \left[\ \right] \Delta_{cu} + C'' G_2 \varphi_{cu} \Delta_0{}^2 \Delta_{cu},$$

ou

$$\varphi_{fe} C' p\ \rho_{fe} B^2{}_{fe} + C'' G_1 \rho_{cu} i_0{}^2\ \Delta_{cu} = C' p \rho_{fe} \left(\frac{B}{K_{fe}}\right)^2 \varphi_{fe}$$

$$+ C'' G \rho_{cu} i_{0_1}{}^2 \left[\left(\frac{e_5}{e_1}\right)^2 + \left(\frac{e_5}{e_2}\right)^2 \left(\frac{e_1 - e_2}{e_1}\right) + \left(\frac{e_5}{e_3}\right)^2 \left(\frac{e_2 - e_3}{e_2}\right) + \left(\frac{e_5}{e_4}\right)^2 \left(\frac{e_3 - e_4}{e_3}\right) + \frac{e_4 - e_5}{e_4} \right] \Delta_{cu}$$

et pour l'exemple numérique précédent

$$C' 1{,}7\ p\ B^2 + 1.04 \times C'' 1{,}135\ G_2\ \Delta_0{}^2 + 1{,}04 \times C'' 1{,}135\ G_1 i_{0_1}{}^2 = C' 0{,}755\ p\ B^2 + 1.04 \times C' 1{,}135\ G_2\ \Delta_0{}^2 + 1.04 \times C'' 0.837\ G_1\ i_{0_1}{}^2$$

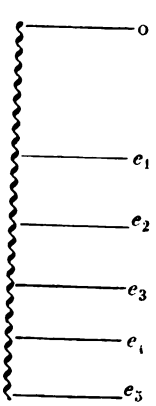
ou $C' p\ B^2.\ 0{,}95 + 0{,}298 \times 1{,}04\ C'' G_1\ i o_1{}^2 = 0$. Ce qui démontre l'impossibilité de l'égalité.

En effet on a les pertes minima en e_5, laquelle tension correspond à la plus faible puissance.

Il ne saurait donc être question ici d'utiliser entièrement tout l'effet du réfrigérant à toutes les tensions, c'est-à-dire qu'on aura des températures variables suivant la tension secondaire, à moins que le débit du fluide réfrigérant soit réglé convenablement à chaque régime, ce qui apparaît peu réalisable en pratique.

β) La section du cuivre secondaire devient $\frac{e_5}{e_1}$ fois sa valeur précédente; les pertes secondaires seront constantes et $\frac{e_5}{e_1}$ fois celles du paragraphe 1. Le poids du cuivre primaire et ses pertes sont à déterminer. Nous aurons les sections et les densités primaires suivantes, ces dernières lorsqu'on débite en e_5.

	SECTION	DENSITÉS	SPIRES
de o à e_1	$\frac{e_1}{e_5}$	$i_0 \frac{e_5}{e_1}$	$\frac{e_5}{e_1}$
de e_1 à e_2	$\frac{e_2}{e_5}$	$i_0 \frac{e_5}{e_2}$	$\frac{e_5}{e_2} - \frac{e_5}{e_1}$
de e_2 à e_3	$\frac{e_3}{e_5}$	$i_0 \frac{e_5}{e_3}$	$\frac{e_5}{e_3} - \frac{e_5}{e_2}$
de e_3 à e_4	$\frac{e_4}{e_5}$	$i_0 \frac{e_5}{e_4}$	$\frac{e_5}{e_4} - \frac{e_5}{e_3}$
de e_4 à e_5	1	i_0	$\frac{e_5}{e_5} - \frac{e_5}{e_4}$



Le poids maximum du cuivre primaire (pour e_5) sera donc

$$G_1 \rho_{cu} \frac{e_5}{e_1} \left[1 + \frac{e_1 - e_2}{e_1} + \frac{e_2 - e_3}{e_2} + \frac{e_3 - e_4}{e_3} + \frac{e_4 - e_5}{e_4} \right],$$

et si on multiplie membre à membre par les densités respectives on a $\Sigma\ G_1 \rho_{cu} i_0$ et, divisé par le flux, on a la chute réactive

$$\frac{C''' G_1 \rho_{cu}}{\Phi} \frac{e_5^2}{e_1} i_0 \left(\frac{1}{e_1} + \frac{e_1 - e_2}{e_1 e_2} + \frac{e_2 - e_3}{e_2 e_3} + \frac{e_3 - e_4}{e_3 e_4} + \frac{e_4 - e_5}{e_4 e_5} \right).$$

Si, par contre, on multipliait chaque membre du poids maximum par le carré de la densité respective, on aurait : pertes primaires maxima =

$$C'' G \rho_{cu} \frac{e_5}{e_1} \left[\left(\frac{e_5}{e_1}\right)^2 + \left(\frac{e_5}{e_2}\right)^2 \frac{e_1 - e_2}{e_1} + \left(\frac{e_5}{e_3}\right)^2 \frac{e_2 - e_3}{e_2} + \left(\frac{e_5}{e_4}\right)^2 \frac{e_3 - e_4}{e_3} + \frac{e_4 - e_5}{e_4} \right],$$

Mais la spire moyenne sera Δ_{cu} plus grande et l_m sera φ_{fe} plus grand, nous aurons donc

Poids max. de cuivre primaire pour e_5 :

$$G_1 \rho_{cu} \frac{1}{K_{fe}} \Delta_{cu} \left(1 + \frac{e_1 - e_2}{e_1} + \frac{e_2 - e_3}{e_2} + \frac{e_3 - e_4}{e_3} + \frac{e_4 - e_5}{e_4} \right).$$

Poids min. du cuivre primaire pour e_1 : $G_1 \rho_{cu} \frac{1}{K_{fe}} \Delta_{cu}$.

Pertes max. primaires pour e_5 :

$$W_1(5) = C'' G_1 \rho_{cu} \frac{1}{K_{fe}} i_0{}^2 \left[\left(\frac{e_5}{e_1}\right)^2 + \left(\frac{e_5}{e_2}\right)^2 \frac{e_1 - e_2}{e_1} + \left(\frac{e_5}{e_3}\right)^2 \frac{e_2 - e_3}{e_2} + \left(\frac{e_5}{e_4}\right)^2 \frac{e_3 - e_4}{e_3} + \frac{e_4 - e_5}{e_4} \right] \Delta_{cu}.$$

Digitized by Google

Pertes min. primaires pour e_1 :

$$W_{1(1)} = C'' G_1 \rho_{cu} \frac{1}{K_{fe}} i_0^2 \Delta_{cu}.$$

Poids constant du cuivre secondaire $G_2 \rho_{cu} \frac{1}{K_{fe}} \Delta_{cu}$.

Pertes constantes du cuivre secondaire

$$W_2 = C'' G_2 \rho_{cu} \frac{\Delta_0^2}{K_{fe}} \Delta_{cu}.$$

Poids des tôles $p \rho_{fe} \varphi_{fe} = p \rho_{fe} \frac{3\sqrt{K_{cu}} + 1}{4}$.

Pertes à vide max. pour e_1 :

$$W_{fe_1} = C' p \rho_{fe} \varphi_{fe} B^2 = C' p \rho_{fe} \frac{3\sqrt{K_{cu}} + 1}{4} B^2.$$

Pertes à vide min. pour e_5 :

$$W_{fe_5} = C' p \rho_{fe} \varphi_{fe} \left(\frac{B}{K_{fe}}\right)^2 = C' p \rho_{fe} \frac{3\sqrt{K_{cu}} + 1}{4} \left(\frac{B}{K_{fe}}\right)^2.$$

Pertes totales pour e_1 :

$$C'' G_1 \rho_{cu} \frac{1}{K_{fe}} i_0^2 \Delta_{cu} + W_2 + C p \rho_{fe} \frac{3\sqrt{K_{cu}} + 1}{4} B^2.$$

Pertes totales pour e_5 :

$$C'' G_1 \rho_{cu} \frac{1}{K_{fe}} i_0^2 \left[\left(\frac{e_5}{e_1}\right)^2 + \left(\frac{e_5}{e_2}\right)^2 \frac{e_1 - e_2}{e_1} + \left(\frac{e_5}{e_1}\right)^2 \frac{e_2 - e_3}{e_2} + \left(\frac{e_5}{e_4}\right)^2 \frac{e_3 - e_4}{e_3} + \frac{e_4 - e_5}{e_4}\right] \Delta_{cu} + W_2 + C' p \rho_{fe} \frac{3\sqrt{K_{cu}} + 1}{4} \left(\frac{B}{K_{fe}}\right)^2.$$

Conditions d'égalité des pertes : impossible pour ce cas les pertes étant minima pour e_5, tension qui correspond à la plus faible puissance et au plus faible flux.

Chute inductive maximum pour e_5

$$\frac{C''' G_1 \rho_{cu}}{\Phi} \frac{e_5^2}{e_1} i_0 \Delta_{cu} \left[\frac{1}{e_1} + \frac{e_1 - e_2}{e_1 e_2} + \frac{e_2 - e_3}{e_2 e_3} + \frac{e_3 - e_4}{e_3 e_4} + \frac{e_4 - e_5}{e_4 e_5}\right] = \frac{C''' G_2 \rho_{cu} \Delta_0 \Delta_{cu}}{K_{fe} \Phi}.$$

Chute inductive minimum pour e_1

$$\frac{C''' G_1 \rho_{cu} i_0 \Delta_{cu}}{K_{fe} \Phi K_{fe}} = \frac{C''' G_2 \rho_{cu} \Delta_0 \Delta_{cu}}{K_{fe} \Phi K_{fe}}.$$

Exemple numérique pour β, $e_1 = 60$; $e_5 = 40$.

$$\rho_{fe} = \left(\frac{3 + \sqrt{1{,}5}}{4}\right) 1{,}5 = 1{,}58, \quad K_{fe} = 1{,}5,$$

$$\rho_{cu} = \frac{2 + 3\sqrt{1{,}5}}{5} = 1{,}135.$$

Poids maximum du cuivre primaire pour e_5

$$G_1 . 1{,}135 \Delta_{cu} \overbrace{\left(1 + \frac{5}{60} + \frac{5}{55} + \frac{5}{50} + \frac{5}{45}\right)}^{K_{cu} = 0{,}92} = G_1 \Delta_{cu}.$$

Poids minimum du cuivre primaire pour e_1

$$G_1 . 1{,}135 \Delta_{cu} . \frac{1}{1{,}5} = 0{,}726 G_1 \Delta_{cu}.$$

Pertes maxima primaires pour e_1

$$W_{1(1)} = 1{,}135 C'' G_1 \Delta_{cu} i_0^2 \frac{1}{1{,}5} = 0{,}726 C'' G_1 i_0^2 \Delta_{cu}.$$

Pertes minima primaires pour e_5

$$W_{1(5)} = 1{,}135\ C'' G \Delta_{cu} i_0^2 \frac{1}{1{,}5} \left[\frac{40^2}{60^2} + \frac{5 . 40^2}{55^2 . 55} + \frac{5 . 40^2}{45^2 . 50} + \frac{5}{45}\right] = 0{,}54\, C'' G_1 i_0^2 \Delta_{cu}.$$

Poids constant du cuivre secondaire

$$G_2 . 1{,}135 \Delta_{cu} . \overbrace{\frac{1}{1{,}5}}^{K_{2cu} = 0{,}667} = 0{,}726 G_2 \Delta_{cu}.$$

Pertes const. du cuivre secondaire :

$$W_2 = C'' G_2 \Delta_0^2 \Delta_{cu} = C'' 0{,}726 G_2 \Delta_0^2 \Delta_{cu}.$$

Poids des tôles $1{,}58 p\, 0{,}92 = 1{,}45 p$.
Pertes à vide max. pour e_1 : $C'' 1{,}45 p B^2$.
Pertes à vide minima pour e_5

$$C'' 1{,}45 p \left(\frac{B}{1{,}5}\right)^2 = 0{,}645 p B^2.$$

Pertes totales pour e_1

$$0{,}726 C'' G_1 \Delta_{cu} i_0^2 + 0{,}726\ C'' G_2 \Delta_0^2 \Delta_{cu} + C' 1{,}45 p B^2.$$

Pertes totales pour e_5

$$0{,}54 C'' G_1 i_0^2 \Delta_{cu} + 0{,}726 C'' G_2 \Delta_0^2 \Delta_{cu} + C' . 0{,}645 p B^2.$$

Conditions d'égalité des pertes : impossible.
Chute inductive maximum pour e_5

$$\frac{C''' G_1 1{,}135}{\Phi} \Delta_{cu} \frac{(40)^2}{60} i_0 \left(\frac{1}{60} + \frac{5}{60 . 55} + \frac{5}{55 . 50} + \frac{5}{50 . 45} + \frac{5}{45 . 40}\right) = \frac{0{,}726 C'' G_1 i_0}{\Phi} \Delta_{cu}.$$

Digitized by Google

Chute inductive minimum pour e_1

$$\frac{C''' G_1 . 1{,}135 \Delta_{cu}}{1{,}5^2 \Phi} i_0 = \frac{0{,}485 C''' G_1}{\Phi} i_0 \Delta_{cu} = \frac{0{,}485 C''' G_2}{\Phi} \Delta_0 \Delta_{cu}.$$

$\Delta_{cu} = \frac{2\sqrt{K_{cu}} + 3}{5}$ où K_{cu} est la moyenne des deux valeurs K_{cu} ci-dessus soit $\frac{0{,}92 + 0{,}667}{2} = 0{,}8$ d'où

$$\Delta_{cu} = \frac{2\sqrt{0{,}8} + 3}{5} = 0{,}96 \text{ et } \varphi_{fe} = \frac{3\sqrt{0{,}8} + 1}{4} = 0{,}92.$$

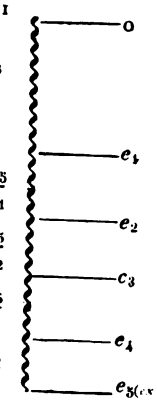
c) TRANSFORMATEURS A INTENSITÉ SECONDAIRE CONSTANTE DE e_x A $\frac{e_x + e_1}{2}$ ET A PUISSANCE CONSTANTE DE $\frac{e_x + e_1}{2}$ A e_1. — De nouveau deux cas se présentent :

γ) La puissance minimum en e_5 correspond à celle du paragraphe 1, c'est-à-dire, nous maintenons constante l'intensité secondaire maximum entre les points e_3 et e_5, la puissance qui croît jusqu'en e_3 est maintenue constante jusqu'en e_1 (5e cas de la figure 11).

δ) De e_1 à e_3 nous maintenons la puissance constante égale à celle du paragraphe 1. De e_3 à e_5 nous maintenons l'intensité secondaire constante et correspondant à e_3 (6e cas de la figure 11).

γ) On aura les sections du cuivre primaire et les densités correspondantes suivantes, ces dernières lorsqu'on débite en e_5.

	SECTIONS	DENSITÉS	$N = 1$ SPIRES
de o à e_1	$\frac{e_3}{e_5}$	$i_0 \frac{e_5}{e_3}$	$\frac{e_5}{e_1}$
de e_1 à e_2	$\frac{e_3}{e_5}$	$i_0 \frac{e_5}{e_3}$	$\frac{e_5}{e_2} - \frac{e_5}{e_1}$
de e_2 à e_3	$\frac{e_3}{e_5}$	$i_0 \frac{e_5}{e_3}$	$\frac{e_5}{e_3} - \frac{e_5}{e_2}$
de e_3 à e_4	$\frac{e_4}{e_5}$	$i_0 \frac{e_5}{e_4}$	$\frac{e_5}{e_4} - \frac{e_5}{e_3}$
de e_4 à e_5	1	i_0	$\frac{e_5}{e_5} - \frac{e_5}{e_4}$



Les poids et les pertes des matières actives pourront s'exprimer de la façon suivante :

Poids constant du cuivre secondaire

$$G_2 \rho_{cu} . \Delta_{cu}.$$

Pertes secondaires maxima pour e_3 et e_5

$$C'' G_2 \rho_{cu} \Delta_0^2 . \Delta_{cu}.$$

Pertes second. min. pour e_1 : $C'' G_2 \rho_{cu} \left(\frac{e_3}{e_1} \Delta_0\right)^2 \Delta_{cu}$.

Poids du cuivre primaire maximum pour e_5

$$G_1 \rho_{cu} \left[\frac{e_3}{e_1} + \frac{(e_1 e_5 - e_2 e_5)}{e_1 e_2 e_5} e_3 + \frac{(e_2 e_5 - e_3 e_5)}{e_2 e_3 e_5} e_3 + \frac{(e_3 e_5 - e_4 e_5)}{e_3 e_4 e_5} e_4 + \frac{e_4 e_5 - e_5 e_5}{e_4 e_5}\right] \Delta_{cu}$$
$$= G_1 \rho_{cu} \left[\frac{e_3}{e_1} + \frac{(e_1 - e_2)}{e_1 e_2} e_3 + \frac{e_2 - e_3}{e_2} + \frac{e_3 - e_4}{e_3} + \frac{e_4 - e_5}{e_4}\right] \Delta_{cu}.$$

Poids du cuivre primaire minimum pour e_1

$$= G_1 \rho_{cu} \frac{e_3}{e_1} \Delta_{cu}.$$

Pertes du cuivre primaire minimum pour e_5

$$C'' G_1 \rho_{cu} i_0^2 \left[\frac{e_3}{e_1}\left(\frac{e_5}{e_3}\right)^2 + \frac{e_1 - e_2}{e_1 e_2} e_3 \left(\frac{e_5}{e_3}\right)^2 + \left(\frac{e_2 - e_3}{e_3}\right)\left(\frac{e_5}{e_3}\right)^2 + \left(\frac{e_3 - e_4}{e_3}\right)\left(\frac{e_5}{e_4}\right)^2 + \frac{e_4 - e_5}{e_4}\right] \Delta_{cu}.$$

Pertes du cuivre primaire maximum pour e_1

$$C'' G_1 \rho_{cu} \frac{e_3}{e_1} i_0^2 \Delta_{cu}.$$

Chute inductive maximum pour e_5

$$\frac{C''' G_1 \rho_{cu}}{\Phi} i_0 \Delta_{cu} = \frac{C''' G_2 \rho_{cu}}{\Phi} \Delta_0 \Delta_{cu}.$$

Chute inductive minimum pour e_1

$$\frac{C''' G_1 \rho_{cu}}{\Phi K_{fe}} \frac{e_3}{e_1} i_{0_1} \Delta_{cu} = \frac{C''' G_2 \rho_{cu} \frac{e_3}{e_1} \Delta_0 \Delta_{cu}}{\Phi K_{fe}}.$$

Poids des tôles : $p \rho_{fe} \varphi_{fe}$.

Pertes à vide max. pour e_1 : $C' p \rho_{fe} \varphi_{fe} B^2$.

» » min. pour e_5 : $C' p \rho_{fe} \varphi_{fe} \left(\frac{B}{K_{fe}}\right)^2$.

Exemple numérique pour γ. — Poids constant cuivre second.

$$G_2 \rho_{cu} \Delta_{cu} = 1{,}135 G_2 \times 1{,}02 = 1{,}16 G_2 \text{ car } \Delta_{cu} = 1{,}02.$$

Pertes secondaires maxima pour e_3 et e_5

$$W_{2(5)} = C'' G_2 \rho_{cu} \times 1{,}02 \Delta_0^2 = 1{,}135 C'' G_2 \Delta_0^2 \times 1{,}02 = 1{,}16 C'' G_2 \Delta_0^2.$$

Pertes secondaires minima pour e_1

$$W_{2(1)} = 0{,}695 \times 1{,}02 C'' G_2 \rho_{cu} \Delta_0^2$$
$$= 0{,}79 \times 1{,}02 C'' G_2 \Delta_0^2 \frac{50}{60} = 0{,}71 C'' G_2 \Delta_0^2.$$

Digitized by Google

Poids cuivre primaire maximum pour e_5

$$1{,}02 \times 1{,}135\, G_1 \overbrace{\left[\frac{5o}{6o} + \frac{5.5o}{6o.55} + \frac{5}{55} + \frac{5}{5o} + \frac{5}{45}\right]}^{1{,}2118} = 1{,}38\, G_1 \times 1{,}02 = 1{,}41\, G_1.$$

Poids cuivre primaire minimum pour e_1

$$1{,}135 \times 1{,}02\, \frac{5o}{6o}\, G_1 = 0{,}945\, G_1 \times 1{,}02 = 0{,}965\, G_1.$$

Perte cuivre primaire minima pour e_5

$$W_{1(5)} = 1{,}02 \times 1{,}135\, C'' G_1 i_0^2 \left(\frac{4o}{5o}\right)^2 \overbrace{\left[\frac{5o}{6o} + \frac{5{,}5o}{6o.55} + \frac{5}{5o}\right]}^{1} + 1{,}135 \times 1.02\, C'' G i_0^2 \left[\frac{5}{5o}\left(\frac{4o}{45}\right)^2 + \frac{5}{45}\right]$$

$$= 1{,}135 \times 1.02\, C'' G_1 i_0^2\, (0{,}64 + 0{,}19) = 0{,}85\, C'' G_1 i_0^2.$$

Pertes cuivre prim. max. pour e_1

$$W_{1(1)} = 1{,}135 \times 1{,}02\, C'' G_1 i_0^2\, \frac{5o}{6o} = 0{,}965\, C'' G_1 i_0^2.$$

Chute inductive maximum pour e_5

$$\frac{C''' G_1 1{,}135 \times 1{,}02\, i_0}{\Phi} = \frac{C''' G_2 1{,}135 \times 1{,}02 \Delta_0}{\Phi} = \frac{1{,}16\, C''' G_2 \Delta_0}{\Phi}.$$

Chute inductive minimum pour e_1

$$\frac{C''' G_1 1{,}135 \times 1.02 i_0 \frac{5o}{6o}}{\Phi\, 1{,}5} = \frac{C'' G i_0}{\Phi}\, 0{,}63 \times 1{,}02 = 0{,}645 \frac{C''' G_2 \Delta_0}{\Phi}.$$

Seul le cuivre primaire occupe un espace de 21 pour 100 plus grand, d'où la fenêtre est 10 pour 100 plus grande et on aura

$$K_{cu} = \frac{1 + 1{,}21}{2} = 1{,}10 \text{ et } \Delta_{cu} = \frac{2\sqrt{1{,}1} + 8}{5} = 1{,}02,$$

d'où $\varphi_{fe} = \dfrac{3\sqrt{1{,}1} + 1}{4} = 1{,}035$ c'est-à-dire nous aurons pour les tôles.

Poids des tôles $1{,}58 \times 1{,}035\, p = 1{,}64\, p$

Pertes à vide maxima pour e_1

$$W_{fe1} = C' 1{,}64\, p\, B^2.$$

Pertes à vide minima pour e_5

$$W_{fe5} = C' \frac{1.64\, p}{1{,}5^2} B^2 = 0{,}728\, p\, B^2.$$

Pour égalité des pertes on aura

$$C' p\, \rho_{fe} \varphi_{fe} B^2 + C'' G_2 \rho_{cu} \left(\frac{e^3}{e_1} \Delta_0\right)^2 \Delta_{cu} + C'' G_1 \rho_{cu} \frac{e^3}{e_1} i_0^2 \Delta_{cu}$$

$$= C' p \rho_{fe} \varphi_{fe} \left(\frac{B}{K_{fe}}\right)^2 + C'' G_2 \rho_{cu} \Lambda_0^2 \Delta_{cu} + C' G_1 \rho_{cu} i_0^2 \left[\frac{e_1}{e_1}\left(\frac{e_5}{e_3}\right)^2 + \frac{e_1 - e_2}{e_1 e_2} e_3 \left(\frac{e^5}{e_2}\right)^2 + \left(\frac{e_2 - e_3}{e_3}\right)\left(\frac{e_5}{e_3}\right)^2 + \left(\frac{e_3 - e_4}{e_3}\right)\left(\frac{e_5}{e_4}\right)^2 + \frac{e_4 - e_5}{e_4}\right] \Delta_{cu}$$

$$C' p\, \rho_{fe} \varphi_{fe} B^2 \left(1 - \frac{1}{K_{fe}^2}\right) = C'' G_2\, \varphi_{cu}\, \Delta_0^2 \left(1 - \frac{e_3^2}{e_1^2}\right) \Delta_{cu} + C'' G_1\, \varphi_{cu}\, i_{0_1}^2$$

$$\times \left[\frac{e_3}{e_1}\left(\frac{e_5}{e_3}\right)^2 + \frac{e_1 - e_2}{e_1 e_2} e_3 \left(\frac{e_5}{e_3}\right)^2 + \left(\frac{e_2 - e_3}{e_3}\right)\left(\frac{e_5}{e_3}\right)^2 + \left(\frac{e_3 - e_4}{e_3}\right)\left(\frac{e_5}{e_4}\right)^2 + \left(\frac{e_4 - e_5}{e_4}\right) - \frac{e_3}{e_1}\right] \Delta_{cu}$$

ou pour l'exemple numérique précedent

$$\overbrace{W_{fe1}}^{C_1 1{,}64\, p\, B^2} + \overbrace{W_{2(1)}}^{0.71\, C'' G_2 \Delta_0^2} + \overbrace{W_{1(1)}}^{0{,}965\, C'' G_1 i_0^2} = \overbrace{W_{fe(5)}}^{C' 0{,}728\, p\, B^2} + \overbrace{W_{2(5)}}^{1{,}16\, C'' G_2 \Delta_0^2} + \overbrace{W_{2(1)}}^{0{,}85\, C'' G_1 i_0^2}$$

ou

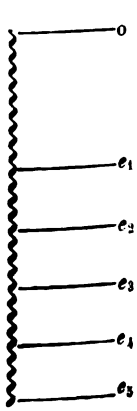
$$W_{fe1} + W_{2(1)} + W_{1(1)} = 0{,}444\, W_{fe1} + 1{,}63\, W_{2(1)} + 0{,}88\, W_{1(1)}$$

$$0{,}556\, W_{fe1} = 0{,}63\, W_{2(1)} - 0'12\, W_{1(1)}$$

$$W_{fe1} = 1{,}13\, W_{2(1)} - 0{,}216\, W_{1(1)}.$$

δ) On aura les sections de cuivre primaire et les densités correspondantes suivantes, ces dernières lorsqu'on débite à e_5 volts

	SECTIONS	DENSITÉS	SPIRES (N = 1)
de o à e_1	1	$i_0 \frac{e_5}{e_3}$	$\frac{e_5}{e_1}$
de e_1 à e_2	1	$i_0 \frac{e_5}{e_3}$	$\frac{e_5}{e_2} - \frac{e_5}{e_1}$
de e_2 à e_3	1	$i_0 \frac{e_5}{e_3}$	$\frac{e_5}{e_3} - \frac{e_5}{e_2}$
de e_3 à e_4	$\frac{e_4}{e_3}$	$i_0 \frac{e_5}{e_4}$	$\frac{e_5}{e_4} - \frac{e_5}{e_3}$
de e_4 à e_5	$\frac{e_5}{e_3}$	i_0	$\frac{e_5}{e_5} - \frac{e_5}{e_4}$



Digitized by Google

Poids des tôles : $p\rho_{fe}\varphi_{fe}$.

Pertes à vide max. : $p\rho_{fe}\varphi_{fe}(B)^2C'$.

id. min. : $p\rho_{fe}\varphi_{fe}\left(\frac{B}{K_{fe}}\right)^2C'$.

Poids constant cuivre secondaire : $G_2\rho_{cu}\frac{e_3}{e_3}\Delta_{cu}$.

Pertes secondaires max. pour e_3 et e_5 : $C''G_2\rho_{cu}\frac{e_5}{e_3}\Delta_0^2\Delta_{cu}$.

id. min. pour e_1 : $C''G_2\rho_{cu}\frac{e_5}{e_3}\left(\frac{e_3}{e_1}\Delta_0\right)^2\Delta_{cu}$.

Poids cuivre primaire max. pour (e_5) :

$$G_1\rho_{cu}\left[\frac{e_5}{e_1}+\frac{e_5}{e_2}-\frac{e_5}{e_1}+\frac{e_5}{e_3}-\frac{e_5}{e_2}+\left(\frac{e_5}{e_4}-\frac{e_5}{e_3}\right)\frac{e_4}{e_3}+\left(\frac{e_5}{e_5}-\frac{e_5}{e_4}\right)\frac{e_5}{e_3}\right]\Delta_{cu}.$$

Poids cuivre primaire min. pour e_1 : $G_1\rho_{cu}\frac{e_5}{e_1}\Delta_{cu}$.

Pertes cuivre primaire max. pour (e_5) :

$$C''G_1\rho_{cu}i_0^2e_5^2\left[\frac{e_5}{e_1e_3^2}+\frac{(e_1-e_2)e_5}{e_1e_2e_3^2}+\frac{(e_2-e_3)e_5}{e_2e_3^3}+\frac{(e_3-e_4)e_5}{e_3^2e_4^2}+\frac{e_4-e_5}{e_5^2e_4e_3}\right]\Delta_{cu}.$$

Pertes cuivre primaire min. pour e_1 : $C''G_1\rho_{cu}\frac{e_5}{e_1}i_0^2\Delta_{cu}$.

Chute inductive maximum pour e_5

$$\frac{C'''G_1\rho_{cu}i_0}{\Phi}\left[\frac{e_5}{e_1}\frac{e_5}{e_3}+\left(\frac{e_5}{e_2}-\frac{e_5}{e_1}\right)\frac{e_5}{e_3}+\left(\frac{e_5}{e_3}-\frac{e_5}{e_2}\right)\frac{e_5}{e_3}+\left(\frac{e_5}{e_4}-\frac{e_5}{e_3}\right)\frac{e_5}{e_4}+\left(\frac{e_5}{e_5}-\frac{e_5}{e_4}\right)\Delta_{cu}\right.$$

$$=\frac{C'''G_1\rho_{cu}i_0e_5^2}{\Phi}\left[\frac{1}{e_1e_3}+\frac{e_1-e_2}{e_1e_2e_3}+\frac{e_2-e_3}{e_2e_3^2}+\frac{e_3-e_4}{e_3e_4^2}+\frac{e_4-e_5}{e_5^2e_4}\right]\Delta_{cu}=\frac{C''G_2\rho_{cu}\frac{e_5}{e_3}\Delta_0}{\Phi}\Delta_{cu}.$$

Chute inductive minimum pour e_1

$$\frac{C'''G_1\rho_{cu}\frac{e_5}{e_1}i_0}{\Phi K_{fe}}\Delta_{cu}=\frac{C'''G_2\rho_{cu}\frac{e_5}{e_3}\Delta_0\frac{e_3}{e_1}}{\Phi K_{fe}}\Delta_{cu}.$$

Exemple numérique pour δ.

Poids des tôles : $1{,}58p.0{,}955=1{,}51p$.

Pertes à vide max. pour e_1 :

$$1{,}58pB^2C'.0{,}955=1{,}51pB^2{}_1C'.$$

Pertes à vide min. pour e_5 : $0{,}7pB^2C'.0{,}955=0{,}67pB^2C'$.

Poids constant cuivre secondaire

$$G_2.1{,}135.\underbrace{\frac{40}{50}}_{K_{cu}=0{,}8}\Delta_{cu}=0{,}91\,G_2.0{,}975=0{,}89\,G_2.$$

Pertes secondaires maxima pour e_3 et e_5

$$C''.0{,}91\,G_2\Delta_0^2\Delta_{cu}=C''.0{,}91\,G^2\Delta_0^2.0{,}975=C''.0{,}89\,G^2\Delta_0^2.$$

Pertes secondaires minima pour e_1

$$C''.0{,}91\,G_2\left(\frac{50}{60}\Delta_0\right)^2\Delta_{cu}=C''0{,}63\,G_2\Delta_0^2.0{,}975=C''.0{,}615\,G_2\Delta_0^2.$$

Poids cuivre primaire maximum pour e_5

$$1{,}135\,G_1\underbrace{\left[\frac{40}{60}+\frac{5.40}{60.55}+\frac{5.40}{55.50}+\frac{5.40}{50^2}+\frac{4.50}{55.40}\right]}_{K_{cu}=0{,}96}\Delta_{cu}=1{,}09\,G_1.0{,}975=1{,}06\,G_1.$$

en effet on obtient :

$$K_{cu}=\frac{0{,}96+0{,}8}{2}=0{,}88,\quad \Delta_{cu}=\frac{2\sqrt{0{,}88}+3}{5}=0{,}975.$$

On a aussi : $\varphi_{fe}=\frac{3\sqrt{0{,}88}+1}{4}=0{,}955$.

Poids cuivre primaire minimum pour e_1

$$1{,}135\,G_1.\frac{40}{60}\Delta_{cu}=0{,}758\,G_1.0{,}975=0{,}74\,G_1.$$

Pertes cuivre primaire minima pour e_5

$$C''1{,}135\,G_1i_0^2.\frac{(40)^2}{50}\left[\frac{40}{60.50}+\frac{5.40}{60.55.50}+\frac{5.40}{55.50^2}+\frac{5.40}{50.45^2}+\frac{5}{40.45}\right]\Delta_{cu}=0{,}7\,C''G_1i_0{}_1^2.0{,}975=0{,}684\,C''G_1i_0{}_1^2.$$

Pertes cuivre primaire maxima pour e_1 $\quad C''G_1{}_1{,}135.\frac{40}{60}i_0{}_1^2\Delta_{cu}=0{,}758C''G_1i_0{}_1^2.0{,}975=0{,}74C''G_1i_0{}_1^2$.

Digitized by Google

Chute inductive maximum pour e_5

$$\frac{C'''G_1 i_0 . 1,135}{\Phi} . 40^2 \left[\frac{1}{60.50} + \frac{5}{60.55.50} + \frac{5}{55.50^2} + \frac{5}{50.45^2} + \frac{5}{40^2.45} \right] \Delta_{cu} = \frac{C'''G_2 1,135 . 40}{\Phi 50} \Delta_0 \Delta_{cu} = \frac{0,908 C'''G_2 \Delta_0}{\Phi} . 0,975$$

$$= \frac{0,885\, C'''G_2 \Delta_0}{\Phi}.$$

Chute inductive minimum pour e_1

$$\frac{C'''G_1 i_0 . 1,135 . \frac{40}{60}}{\Phi\, 1,5} . 0,975 = \frac{0,495\, C'''G_1 i_0}{\Phi},$$

ou

$$\frac{C'''G_2 \Delta_0 \frac{40}{50} . \frac{50}{60}}{\Phi\, 1,5} . 1,135 . 0,975 = \frac{0,495\, C'''G_2 \Delta_0}{\Phi}.$$

Le poids du cuivre secondaire diminue de 11 pour 100 celui du primaire augmente de 6 pour 100.

Résumé. — Nous aurons les valeurs suivantes des puissances moyennes et maxima pour tous les cas précédents (fig. 11).

pour 1° et *a*

Puissance moyenne $= P$; puissance maximum = puissance nominale $= P$.

pour *b*

α) $$\frac{P + P\frac{e_4}{e_5} + P\frac{e_3}{e_5} + P\frac{e_2}{e_5} + P\frac{e_1}{e_5}}{5} = \frac{P}{5}\left(1 + \frac{e_4}{e_5} + \frac{e_3}{e_5} + \frac{e_2}{e_5} + \frac{e_1}{e_5}\right) = \text{Puissance moyenne.}$$

Puissance nominale $= P\frac{e_1}{e_5} =$ Puissance maximum.

β) $$\frac{P\frac{e_5}{e_1} + P\frac{e_4}{e_1} + P\frac{e_3}{e_1} + P\frac{e_2}{e_1} + P}{5} = \frac{P}{5}\left(\frac{e_5}{e_1} + \frac{e_4}{e_1} + \frac{e_3}{e_1} + \frac{e_2}{e_1} + 1\right) = \text{Puissance moyenne.}$$

Puissance nominale $= P =$ Puissance maximum.

pour *c*

γ) $$\frac{P + P\frac{e_4}{e_5} + P\frac{e_3}{e_5} + P\frac{e_3}{e_5} + P\frac{e_3}{e_5}}{5} = \frac{P}{5}\left(1 + \frac{e_4}{e_5} + \frac{e_3}{e_5} + \frac{e_3}{e_5} + \frac{e_3}{e_5}\right) = \text{Puissance moyenne.}$$

Puissance nominale $= P\frac{e_3}{e_5} =$ Puissance maximum.

δ) $$\frac{P\frac{e_5}{e_3} + P\frac{e_4}{e_3} + P + P + P}{5} = \frac{P}{5}\left(\frac{e_5}{e_3} + \frac{e_4}{e_3} + 1 + 1 + 1\right) = \text{Puissance moyenne.}$$

Puissance nominale $= P =$ Puissance maximum.

ou pour l'exemple numérique on aura

pour 1° et *a*

Puissance moyenne $= P$; puissance maximum = puissance nominale $= P$.

pour *b*

α) Puissance moyenne $= \frac{P}{5}\left(1 + \frac{45}{40} + \frac{50}{40} + \frac{55}{40} + \frac{60}{40}\right) = \frac{5}{4}P = ,25\ 1P.$

Puissance maximum $= 1,5\ P =$ Puissance nominale.

β) Puissance moyenne $= \frac{P}{5}\left(\frac{40}{60} + \frac{45}{60} + \frac{50}{60} + \frac{55}{60} + 1\right) = \frac{5}{6}P \cong 0,835\ P.$

Puissance nominale $= P =$ Puissance maxima.

pour *c*

γ) Puissance moyenne $= \frac{P}{5}\left(1 + \frac{45}{40} + \frac{50}{40} + \frac{50}{40} + \frac{50}{40}\right) = \frac{47}{40}P \cong 1,2\ P.$

Puissance maximum $= 1,25\ P.$

δ) Puissance moyenne $= \frac{P}{5}\left(\frac{40}{50} + \frac{45}{50} + 3\right) = \frac{47}{50}P = 0.94\ P.$

Puissance maximum $= P.$

Digitized by Google

TABLEAU III. — *Tableau synoptique donnant les résultats pour les valeurs extrêmes e_1 et e_5 de la série de tensions : $e_1 = 60$; $e_2 = 55$; $e_3 = 50$; $e_4 = 45$; $e_5 = 40$ volts.*

			TÔLES		CUIVRE PRIMAIRE		CUIVRE SECONDAIRE		CHUTE RÉACTIVE		PUISSANCE MOYENNE
			poids P	flux Φ	pertes W/e	poids G_1	pertes W_1	poids G_2	pertes W_2	côté primaire $\frac{C''' G_1 \cdot i_{01}}{\Phi} = 1$	côté secondaire $\frac{C''' G_2 \cdot A_0^2}{\Phi} = 1$	
1°	Puissance constante = P	e_5	P	Φ	$W/e = 1$	G_1	$C' G_1 i_{01}^2 = 1$	G_2	$C' G_2 A_0^2 = 1$			P
	1 rapport de transformateur											
a	Puissance constante = P	e_1	1,58 P	1,5 Φ	1,58	0,756 G_1	0,756	1,135 G_2	0,505	0,505	Id.	P
	Plusieurs rapports de transformateurs	e_5	1,58 P	Φ	0,71	1,135 G_1	1,135	1,135 G_2	1,135	1,135	Id.	
b	Intensité secondaire constante.											
α	$Pe_{1\max} = 1{,}5\ P$	e_1	1,7 P	1,5 Φ	1,7	1,18 G_1	1,18	1,18 G_2	1,18	0,787	Id.	1,35 P
	$Pe_{5\min} = P$	e_5	1,7 P	Φ	0,755	1,635 G_1	0,87	1,18 G_2	1,18	1,18		
β	$Pe_{1\max} = P$	e_1	1,075p	1,5 Φ	1,45	0,726 G_1	0,726	0,726 G_2	0,726	0,485	Id.	0,835 P
	$Pe_{5\min} = 0{,}666\ P$	e_5	1,075p	Φ	0,645	1 G_1	0,54	0,726 G_2	0,726	0,726		
2°	Intens. second. const. de e_x à $\frac{e_x + e_1}{2}$ et puissance constante de $\frac{e_x + e_1}{2}$ à e_1.											
γ	$P_{\max} = 1{,}25\ P$	e_1	1,64 P	1,5 Φ	1,64	0,965 G_1	0,965	1,16 G_2	0,71	0,645	Id.	1,2 P
		e_5	1,64 P	Φ	0,728	1,41 G_1	0,85	1,16 G_2	1,16	1,16	Id.	
δ	$P_{\max} = P$	e_1	1,51 p	1,5 Φ	1,51	0,74 G_1	0,74	0,89 G_2	0,615	0,495	Id.	0,94 P
		e_5	1,51 p	Φ	0,67	1,06 G_1	0,684	0,89 G_2	0,89	0,885	Id.	

Pour l'exemple numérique choisi et en admettant pour le cas 1° pris pour étalon que $n = 2$ et $f = 1$, c'est-à-dire que $A = a$ et $L = 2A$, de même $l = 2a$ d'où $L = l$, on obtiendra le tableau synoptique suivant dont l'étude nous permet de comparer rapidement tous les cas précédents.

Ainsi nous voyons en δ que, pour une puissance moyenne presque égale à celle de a, nous avons un poids plus faible de matières actives et que les pertes (maxima dans les deux cas en e_5) sont bien plus faibles pour le deuxième cas, d'où un meilleur rendement et un appareil meilleur marché.

De même si nous comparons γ avec α nous voyons que de nouveau pour une puissance moyenne commune aux deux cas et égale à environ 1,2 P, le poids des matières actives et les pertes sont plus faibles dans le cas γ que pour le cas α, d'où même gain que précédemment, etc.

La comparaison du premier cas avec n'importe lequel des autres cas donne des écarts encore plus grands dans les caractéristiques de ces transformateurs.

Il est évident que, si au lieu de cinq tensions secondaires et les doubles, on en avait par exemple que trois, la différence entre deux tensions voisines étant constante, l'écart entre les résultats ci-dessus serait moins grand.

Mais nous avons cru intéressant de prendre une gamme de tension assez grande qui, tout en répondant à de fréquentes demandes des exploitants rend notre étude plus tangible.

Le constructeur de transformateurs ne prendra pourtant jamais un nombre de spires secondaires constant

Digitized by Google

pour tous les cas précédents, mais il jouera sur m et sur n pour rechercher soit le plus faible prix, soit le meilleur rendement, soit des pertes constantes à toutes les tensions (quand cela sera possible). Toutefois, pour pouvoir établir un parallèle, nous avons admis le même nombre de spires à la basse tension, soit $m = 1$. Du reste le fait de faire varier les constantes d'un semblable transformateur au moyen du nombre de spires basse tension n'est qu'un palliatif comparativement aux écarts figurés dans le tableau III qui ne dépendent que du régime de marche imposé.

Admettons que l'on ait un transformateur dont les volumes du fer et des bobinages soient dans le rapport de 4 à 5, ce qui est le cas pour $A = a$ et $n = 2$; nous aurons un volume net de cuivre $= \frac{1}{4}$ de celui des tôles pour un coefficient de remplissage de 20 pour 100 dans la fenêtre, de même le poids du cuivre sera sensiblement le quart de celui des tôles, d'où égalité approximative des prix du cuivre et des tôles, ce qui est rationnel (le prix du cuivre est environ le quadruple de celui des tôles).

Admettons que cet appareil soit exécuté avec trois spires à la basse tension. Qu'arrivera-t-il si nous prenons une fois quatre spires, l'autre fois deux spires au lieu de trois et ceci successivement pour chacune des deux hypothèses suivantes :

1° Les pertes à vide W_{fe} sont la moitié des pertes par effet Joule (soit $2W_{fe}$);

2° Les pertes à vide ($2W_{fe}$) sont le double des pertes par effet Joule (W_{fe}).

Les pertes totales étant constantes dans les deux cas (égales à $3W_{fe}$) et $A = a$; $n = 2$. Nous obtenons les valeurs suivantes :

$m = 1$	$m = 1{,}33$	$m = 0{,}66$
3 spires	4 spires	2 spires
Vol. tôles $= 4$	$0{,}82.4 = 3{,}08$	$1.4 = 5{,}6$
bobinage $= 5$	$1{,}31.5 = 6{,}55$	$0{,}7.5 = 3{,}5$
Vol. total $= 9$	$V = 9{,}83$	$V = 9{,}1$
Poids tôles $= 4$	$0{,}82.4 = 3{,}28$	$1{,}4.4 = 5{,}6$
cuivre $= 1$	$1{,}31.1 = 1{,}31$	$0{,}9.1 = 0{,}7$
Poids total $= 5$	$4{,}59$	$6{,}3$
Prix tôles $= 4$	$3{,}28$	$5{,}6$
cuivre $= 4$	$1{,}31.4 = 5{,}24$	$0{,}7.4 = 2{,}8$
Prix total $= 8$	$8{,}52$	$8{,}4$

C'est-à-dire qu'au point de vue du prix des matières actives il y a intérêt pour ce cas à conserver trois spires au secondaire.

Pour les pertes nous aurons dans le premier cas :

3 spires	4 spires	2 spires
1° Pertes fer $= 1\ W_{fe}$	$0{,}82\ W_{fe}$	$1{,}4\ W_{fe}$
cuivre $= 2\ W_{fe}$	$2{,}62\ W_{fe}$	$1{,}4\ W_{fe}$
Totales $= 3\ W_{fe}$	$3{,}44\ W_{fe}$	$2{,}8\ W_{fe}$

Nous voyons que nous obtiendrons un meilleur rendement avec deux spires au lieu de trois, et que le réfrigérant (serpentin, ventilateur, etc.) sera meilleur marché; par contre la dépense à vide sera plus forte, ce qui est toutefois sans inconvénient.

Nous obtenons pour notre deuxième hypothèse :

3 spires	4 spires	2 spires
2° Pertes fer $= 2\ W_{fe}$	$1{,}64\ W_{fe}$	$2{,}8\ W_{fe}$
cuivre $= 1\ W_{fe}$	$1{,}31\ W_{fe}$	$0{,}7\ W_{fe}$
Totales $= 3\ W_{fe}$	$2{,}95\ W_{fe}$	$3{,}5\ W_{fe}$

Ici, contrairement, on obtient les plus faibles pertes pour quatre spires au lieu de trois; la dépense à vide est également plus faible.

On voit par cet exemple dans quelle mesure on peut modifier le prix et les rendements des transformateurs pour électrométallurgie au moyen d'un nombre de spires basse tension approprié, toutes autres données conservées.

L'étude comparative précédente fait également ressortir les soubresauts qu'on obtient dans les caractéristiques de ce genre d'appareils. De même on se rend compte qu'il est impossible de se donner comme problème d'obtenir un rendement maximum, soit à pleine charge, soit à trois quarts de charge, sans entraîner souvent à une exploitation irrationnelle des matières actives, alors que cette solution est généralement possible sans trop de frais dans le cas de transformateurs normaux.

Nous avons admis partout que les pertes en court-circuit étaient égales à ΣRI^2, en réalité les pertes dans le secondaire peuvent atteindre le double de cette valeur et même plus; les conducteurs secondaires nus étant plus ou moins bien subdivisés présentent, en effet, un champ excellent à la création de courants de Foucault.

Quant aux pertes supplémentaires dues aux courants de circulation interne, le constructeur est à même de les limiter ou même de les éliminer par une juste répartition des ampères-tours primaires et secondaires. D'autre part, il faut avoir soin que les éléments branchés en parallèle qui constituent une même spire secondaire soient de même résistance et soumis aux mêmes flux; en un mot il faut s'arranger pour que ces éléments débitent le même courant partiel.

Conclusion. — Après avoir recherché et représenté les relations entre le rapport de transformation, le nombre de spires primaires et le flux, pour différentes fréquences et certaines valeurs extrêmes de chute de tension (à $\cos\varphi = 0{,}9$), nous avons exprimé les volumes des matières actives en fonction du rapport des deux dimensions de la fenêtre destinée à renfermer les bobinages, ou en fonction du rapport des deux dimensions de la section de la partie magnétique, ces rapports étant admis égaux.

Ceci nous a permis de trouver le rapport n le plus avantageux soit pour un volume total minimum des

Digitized by Google

matières actives, soit pour un volume de cuivre ou un volume de fer minimum.

Nous avons recherché l'influence de l'accroissement d'une matière active sur l'autre, l'une étant prise comme fonction de l'autre.

D'autre part, pour certaines hypothèses qui répondent à la pratique, nous avons tracé les courbes des volumes des matières actives en fonction des variations du nombre de spires secondaires.

Une classification industrielle des transformateurs pour électrométallurgie et la comparaison des résultats pour certains régimes et une ou plusieurs tensions secondaires nous font voir les écarts importants obtenus dans les poids des matières actives, dans les pertes totales et dans les prix de ces transformateurs.

Le métallurgiste peut ainsi se faire une idée juste et rapide des écarts des frais d'acquisition, d'établissement et d'exploitation (moteur de pompe ou de ventilateur plus puissant; plus grande consommation d'eau pour le réfrigérant, etc.) entraînés par une modification dans le régime ou dans le nombre et la valeur des tensions secondaires exigées. En conséquence, nous recommandons au métallurgiste de prévoir le strict nécessaire de tensions secondaires, s'il désire non seulement réduire les frais cités plus haut, mais s'il veut augmenter simultanément la sécurité dans la marche de ce genre d'appareils. En dehors des considérations théoriques précédentes, des appareils avec de multiples tensions secondaires présentent de grandes difficultés dans leur construction, si bien que leur prix est d'autant plus élevé.

R. Jacquot.

Revues, analyses et informations

Mesure de la perte de puissance dans le diélectrique des câbles à haute tension à trois conducteurs.

La capacité de transmission d'un câble est déterminée par la température à laquelle sa rigidité diélectrique devient trop faible ou à laquelle se produit une détérioration rapide. Si l'on connaît la température que peuvent supporter avec sécurité les matériaux du câble, la capacité de transmission est celle à laquelle le point le plus chaud du câble atteint cette température limite.

Il y a seulement deux ou trois ans, les seuls facteurs qui étaient considérés comme déterminant la température du câble étaient les pertes Joule dans le conducteur et la conductivité thermique des milieux environnants. Cependant, des recherches attentives faites sur des claquages de câbles, dont la cause n'apparaissait pas, indiquèrent l'existence de régions d'échauffement local qu'aucune cause extérieure ne déterminait. Ces échauffements anormaux parurent pouvoir être attribués à des pertes d'énergie dans l'isolant. Des recherches faites par Hochstadter, Clark et Shanklin, Bang et Louis, et d'autres, ont montré que, dans les conditions d'exploitation normales, ces pertes pouvaient devenir assez élevées pour porter la température de l'isolant à son point de destruction.

L'objet du mémoire que nous analysons (1) est de décrire la méthode employée aux Etats-Unis par le Laboratoire d'essais électriques pour déterminer la perte de puissance dans le diélectrique d'échantillons de câbles de 305 cm (10 pieds) de longueur, isolés au papier et recouverts de plomb, la perte étant mesurée à différentes tensions et différentes températures.

Le plus souvent, on détermine la perte dans le diélectrique des câbles à trois conducteurs en faisant des mesures en monophasé et en calculant d'après certaines hypothèses la perte correspondante en triphasé. On mesure la perte dans le diélectrique entre les conducteurs, et la perte entre les conducteurs et l'enveloppe de plomb, au moyen d'une tension monophasée ayant la valeur convenable, étoilée ou composée. On calcule ensuite la perte sous tension triphasée en admettant que ces deux pertes sont les mêmes quand on n'applique une tension triphasée qu'avec une tension monophasée, et que leur somme est la perte totale. Mais Hochstadter a fait remarquer que ceci est douteux, à cause de la nature complexe du champ électrique qui existe dans l'isolant entre les conducteurs soumis à une tension triphasée. Dans la figure 1, qui représente schématiquement la section d'un câble à trois conducteurs, les points 1, 2, 3 représentent les contacts entre les gaines isolantes des divers conducteurs, sur des lignes joignant deux à deux les centres des sections de ceux-ci. Le point 4 est le centre du câble et peut être considéré, en fonctionnement triphasé, comme étant au potentiel du sol. Si l'on applique la tension composée E aux trois conducteurs a, b, c, le potentiel entre les différents points sera

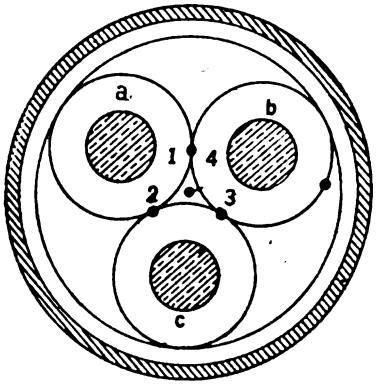


Fig. 1.

$$\text{Volts}\quad a-4,\quad b-4,\quad c-4=\frac{E}{\sqrt{3}},$$

$$\text{Volts}\quad a-1,\quad b-1,\quad a-2,\ \text{etc.},=\frac{E}{2}.$$

(1) F.-M. Farmer. *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, février 1918, t. XXXVII, p. 125-145.

Digitized by Google

Autrement dit, les points 1, 2 et 3 ne sont pas au même potentiel et il y a donc, dans l'isolant entre conducteurs, un effort électrique tangentiel qui n'existe pas quand on fait des mesures monophasées. Il a donc paru préférable de déterminer les pertes de puissance par des mesures en triphasé.

Méthode employée. — C'est la méthode des trois wattmètres. Le câble était monté en étoile, l'enveloppe de plomb étant prise comme point neutre, et un wattmètre était relié à chaque phase successivement. La somme algébrique des trois quantités ainsi obtenues est naturellement la puissance totale dissipée. La haute tension qu'on appliquait au câble était obtenue au moyen de trois transformateurs de potentiel de 200 w à 15 000 v, montés en étoile. Le wattmètre était un électrodynamomètre à miroir, le circuit d'intensité étant monté entre le point neutre mis au sol et l'enroulement à haute tension du transformateur dans la phase soumise à la mesure, tandis que le circuit voltmétrique était relié à l'enroulement basse tension d'un transformateur de potentiel abaisseur monté sur la même phase.

La méthode est bien simple en principe, mais plusieurs difficultés se sont présentées dans l'application. D'abord le facteur de puissance ne dépasse pas 4 ou 5 pour 100 aux températures moyennes ; par suite, l'inductance du circuit voltmétrique du wattmètre et le déphasage produit par le transformateur de potentiel abaisseur ont des effets très marqués et donneraient lieu à de sérieuses erreurs si on n'en tenait pas soigneusement compte. En second lieu, les tensions sont si élevées et la puissance à mesurer si faible (s'abaissant jusqu'à 1 w) que l'énergie dissipée dans les circuits en parallèle avec le câble, c'est-à-dire dans les dérivations à la terre prenant leur origine dans les circuits du montage, peut être relativement grande et doit être éliminée avec soin.

Les effets de l'inductance du circuit voltmétrique du wattmètre et du déphasage dû au transformateur de potentiel ont été éliminés par le procédé usuel qui consiste à shunter une portion variable de la résistance additionnelle par un condensateur comme l'indique le diagramme de la figure 2. On compense ainsi l'inductance équivalente résultant du circuit par l'introduction d'une capacitance convenable. La compensation exacte peut se déterminer par les méthodes suivantes :

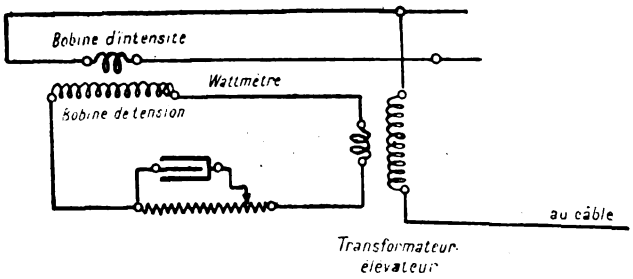


Fig. 2.

a) On mesure l'inductance du circuit voltmétrique du wattmètre et l'angle de déphasage du transformateur. On calcule la capacitance et la résistance en dérivation nécessaires d'après la relation $L = CR^2$, L étant l'inductance équivalente du circuit en henrys, C la capacité du condensateur en farads et R la résistance de dérivation en ohms. Cette méthode exige une mesure très précise de l'angle de déphasage des transformateurs, mesure qui ne peut se faire qu'à l'aide d'appareils spéciaux ou de transformateurs étalonnés.

b) On monte un condensateur à air à haute tension à la place qu'occuperait le câble et on règle la résistance mise en parallèle avec le condensateur jusqu'à ce que le wattmètre n'indique plus de déviation. L'exactitude de cette méthode dépend du facteur de puissance du condensateur. Normalement un condensateur à air peut être considéré comme parfait, donc comme ayant un facteur de puissance égal à zéro, mais aux tensions élevées la décharge par effluves (corona) des circuits de mesure et des armatures de condensateur peut introduire une composante wattée, si l'on n'élimine pas cette décharge par les moyens convenables.

Dans les essais décrits ici, la compensation fut déterminée par la méthode (*a*) et vérifiée par la méthode (*b*). Il n'a pas été possible d'éliminer entièrement les courants de fuite venant des circuits de mesure et, par suite, la déviation du wattmètre n'a pas pu être réduite à zéro. On a donc réglé la compensation d'une façon telle que la déviation ne fût pas changée par des capacitances de diverses valeurs ajoutées au circuit.

Le câble, comme il a été dit, était essayé en appliquant une tension triphasée montée en étoile aux conducteurs, l'enveloppe de plomb étant reliée au neutre et au sol. Evidemment, tous les points de contact avec chaque circuit à haute tension formaient des trajets de perte au sol en parallèle avec l'isolement de chaque conducteur du câble, de sorte que la puissance mesurée aux bornes de l'enroulement à haute tension du transformateur comprenait la puissance dissipée dans ces trajets de perte. On a donc disposé un circuit de garde pour chacune des trois phases comme l'indiquent les lignes en trait interrompu de la figure 3, qui est

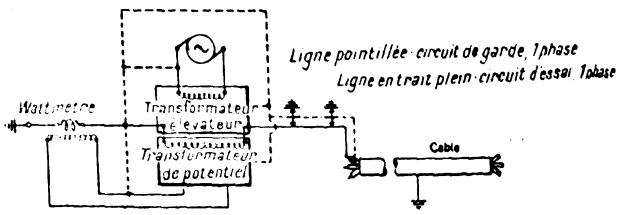


Fig. 3.

le schéma du montage pour une phase. Ce circuit de garde était formé d'une connexion métallique entre chacune des parties suivantes du circuit de mesure :

1° Une feuille d'étain intercalée entre la terre et chaque isolateur supportant le circuit à haute tension, un isolement peu élevé étant assuré entre le métal et le sol.

2° Quelques spires de fil fin de cuivre nu enroulées autour de l'isolant du conducteur à 5 ou 6 cm de l'extrémité (le plomb et l'enveloppe isolante extérieure du conducteur ayant été coupés à plusieurs centimètres en deçà, à la manière ordinaire, pour permettre d'écarter les bouts des trois conducteurs), ce qui servait à recueillir les courants de fuite sur la surface de l'isolant entre le conducteur et le plomb.

3° Les bacs en fonte du transformateur d'énergie élévateur et du transformateur de potentiel abaisseur, les transformateurs étant isolés du sol.

4° Les enroulements à basse tension des transformateurs. Ceci est nécessaire parce qu'un courant de fuite pourrait, venant de l'enroulement haute tension du transformateur, s'établir vers l'enroulement basse tension aussi bien que vers le bac.

Digitized by Google

5° Un point pris entre le wattmètre et l'extrémité mise à la terre du transformateur de puissance élévateur.

Ce circuit de garde élimine théoriquement du circuit d'intensité du wattmètre tout courant qui ne passe pas à travers l'isolant du câble, excepté, bien entendu, celui qui passe directement à travers l'air par effluves. Mais, dans ces essais, les potentiels ont toujours été au-dessous de la valeur donnant lieu aux effluves.

On a employé dans ces essais un alternateur spécial à induit lisse dont l'onde était sensiblement une sinusoïde dans toutes les conditions.

Une combinaison d'interrupteurs permettait de faire passer rapidement le circuit d'intensité et le circuit voltmétrique du wattmètre d'une phase à une autre. La figure 4 indique le montage employé.

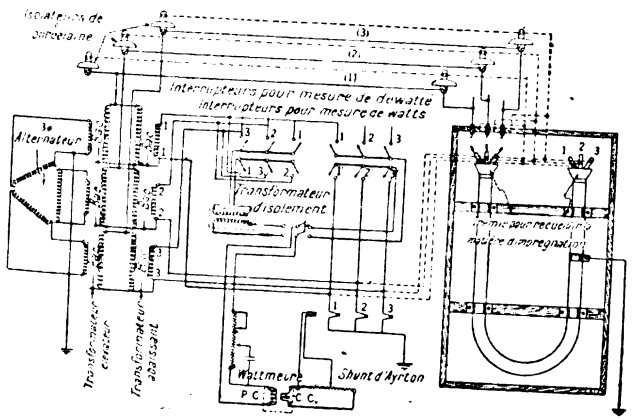


Fig. 4.

Mesures de puissance. — On mesurait la puissance dans chaque phase comme il y a été déjà dit et l'on faisait la somme algébrique de ces trois mesures. On débranchait ensuite le câble des bornes à haute tension, sans rien toucher au reste des circuits d'essai, et on refaisait les mêmes mesures. On avait alors l'énergie dissipée dans les fuites. La différence entre ces deux quantités était considérée comme représentant l'énergie dissipée dans le diélectrique du câble.

Facteur de puissance. — On l'obtenait en mesurant les volts-ampères réactifs. Cette mesure s'effectuait par un déphasage de 90° appliqué au circuit voltmétrique du wattmètre en le reliant à la tension composée convenable au lieu de la tension étoilée.

Résistance en courant continu. — La résistance entre les divers conducteurs et l'enveloppe de plomb se mesurait de la manière ordinaire, avec un galvanomètre à miroir sensible sous 700 à 800 v.

Capacitance et résistance en courant alternatif. — On obtient ces quantités par le calcul basé sur les données ci-dessus, la résistance en courant alternatif se déduisant de la puissance et la capacitance des volts-ampères réactifs ou déwattés.

Chauffage du cable. — Il n'est pas aussi facile qu'on pourrait croire d'échauffer uniformément dans toute sa longueur et jusqu'à 125° un tronçon de câble de 305 cm de longueur. On s'est arrêté au procédé suivant : on a construit une étuve en bois doublée d'amiante, de dimensions telles que le câble, plié en forme d'un U d'environ 75 cm de rayon, pût y être placé verticalement. Pour empêcher l'écoulement de la matière d'imprégnation, on a soudé au plomb du câble à chaque extrémité une trémie d'étain ; la matière dilatée par l'échauffement se répandait dans cette trémie et s'écoulait à nouveau dans le câble en refroidissant. La chaleur était fournie par de grosses lampes à incandescence; en plaçant convenablement celles-ci et en faisant agir deux ventilateurs, on obtenait une répartition uniforme de l'échauffement.

On mesurait la température du câble au moyen de sept couples thermo-électriques soudés à l'enveloppe de plomb. Leurs indications différaient de moins de 3° à une température de 100°. L'un des couples était relié à un appareil enregistreur pour indiquer commodément à quel instant un câble avait atteint une température constante pour un chauffage déterminé. L'essai final de l'état d'équilibre thermique était l'indication du wattmètre, la perte d'énergie dans le diélectrique étant très sensible à la température. On ne prenait pas les mesures finales de la perte avant que l'indication du wattmètre ne fût restée constante pendant 30 minutes au moins.

Résultats numériques typiques. — La table ci-dessous est un résumé des chiffres obtenus pour la perte dans le diélectrique et la valeur du facteur de puissance relativement à deux câbles, dont l'un était le siège d'une perte beaucoup plus élevée que celle de l'autre.

Les valeurs numériques fournies directement par l'expérience ont été représentées par des courbes telles que celles des figures 5, 6 et 7 et les chiffres indiqués dans la table ont été tirés de ces courbes pour des intervalles réguliers de températures, car il n'aurait pas été possible dans ces essais de régler les températures à des valeurs prédéterminées exactement.

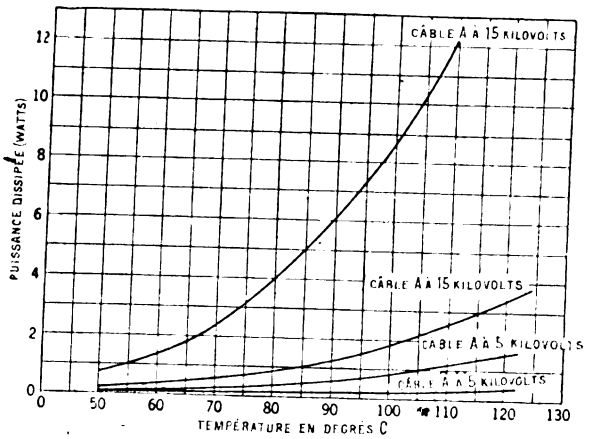


Fig. 5.

Emploi d'échelles logarithmiques. — Pour représenter les relations générales entre les variables, les coordonnées rectangulaires avec division arithmétique des abscisses et des ordonnées sont commodes, mais lorsqu'on désire quelque chose de plus que ces relations générales, les coordonnées rectangulaires avec échelles logarithmiques sont souvent avantageuses. On a donc aussi tracé les courbes

Digitized by Google

TABLEAU I.

Câble A, *perte faible.*

(*a*) Perte de puissance dans l'isolant, en watts par 30,5 cm de longueur.

TEMPÉRATURE DEGRÉS C	KILOVOLTS ENTRE CONDUCTEURS		
	5	10	17,5
50	0,03	0,076	0,24
70	0,058	0,14	0,74
90	0,135	0,55	1,70
120	0,35	1,40	4,40

(*b*) Facteur de puissance moyen en triphasé (1).

TEMPÉRATURE DEGRÉS C	FACTEUR DE PUISSANCE EN POUR 100
50	3,5
70	10,5
90	21,5
120	52

Câble B, *perte forte.*

(*a*) Perte de puissance dans l'isolant, en watts par 30,5 cm de longueur.

TEMPÉRATURE DEGRÉS C	KILOVOLTS ENTRE CONDUCTEURS		
	5	10	17,5
50	0,07	0,30	1,06
70	0,22	0,98	4,45
90	0,58	2,40	8,35
120	1,50	3,75	23,2

(*b*) Facteur de puissance moyen en triphasé (1).

TEMPÉRATURE DEGRÉS C	FACTEUR DE PUISSANCE EN POUR 100
50	10
70	32,5
90	55,5
120	75

(1) Calculé d'après le rapport des watts triphasés totaux aux volt-ampères réactifs triphasés, les chiffres donnés étant la moyenne prise pour toutes les tensions.

représentatives de cette seconde manière et constaté ainsi qu'on obtenait des lignes droites, en prenant pour abscisses soit les tensions entre conducteurs, soit les températures. Un spécimen de ces courbes est représenté figure 8. Elles ont montré :

1° Qu'aucune erreur notable n'a été commise, car les points trouvés tombent assez près d'une courbe bien déterminée et facile à tracer, qui n'est autre qu'une ligne droite.

2° Que la relation entre deux des variables est indépendante de la troisième. Ainsi, la figure 8 montre qu'un changement donné dans la tension produit un même pourcentage de changement dans la perte de puissance, que la température soit de 50° ou 100°. D'autres courbes analogues, non reproduites ici, montrent qu'un changement donné dans la température produit un même pourcentage de changement dans la perte de puissance, que la tension appliquée au câble soit 5000 v ou 20000 v.

3° Que les courbes étant des lignes droites qui font un certain angle avec les axes, la perte d'énergie varie suivant

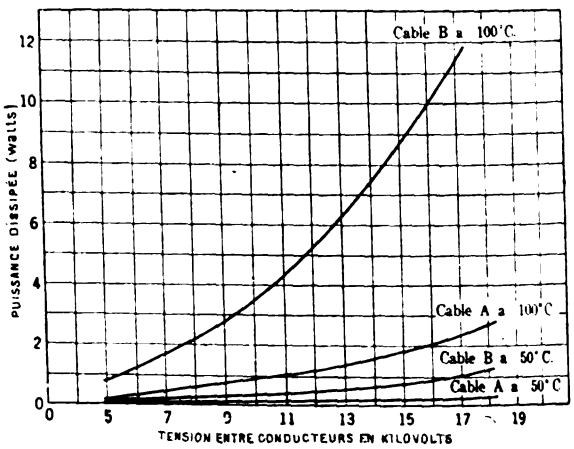


Fig. 6.

une puissance constante de la tension et une puissance constante de la température, respectivement.

4° Que la relation entre les variables peut s'exprimer par les équations

$$W = k\,T^{n_t}$$

et

$$W = k\,E^{n_e},$$

où W désigne la perte de puissance dans le diélectrique en

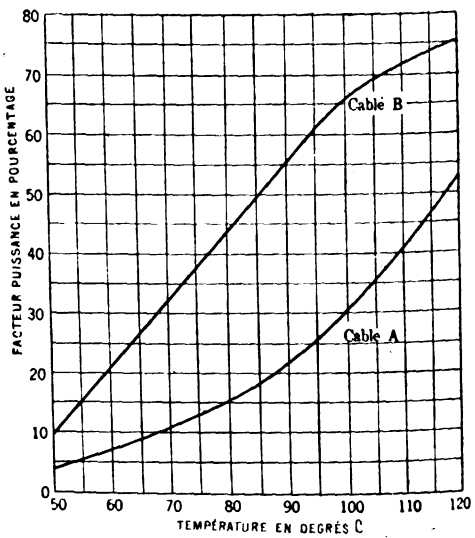


Fig. 7.

watts, T la température en degrés centigrades, E la tension en volts, n_t et n_e les exposants et k une constante.

Digitized by Google

On calcule facilement la valeur des exposants par les relations

$$n_t = \frac{\log \frac{W_1}{W_2}}{\log \frac{T_1}{T_2}} \quad \text{et} \quad n_e = \frac{\log \frac{W_1}{W_2}}{\log \frac{E_1}{E_2}},$$

où W_1 et W_2 sont soit les pertes correspondant aux tempé-

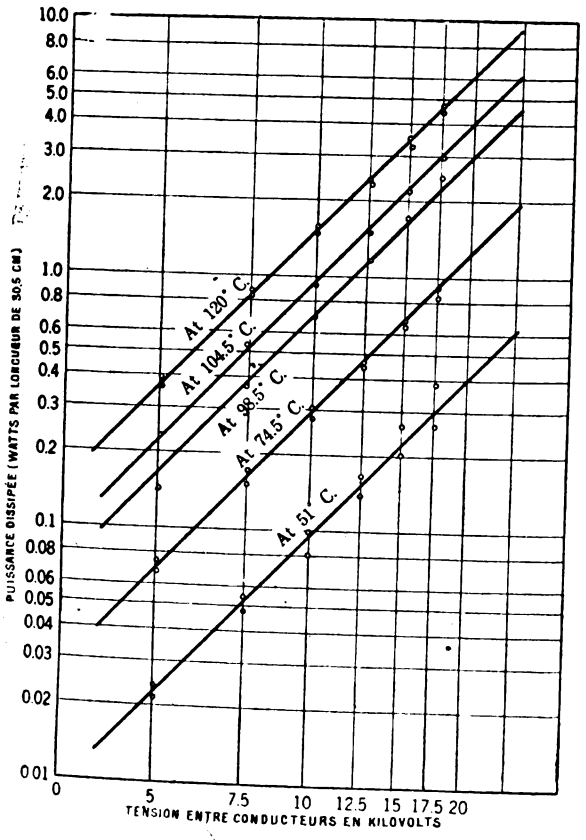


Fig. 8.

ratures T_1 et T_2, soit les pertes correspondant aux tensions E_1 et E_2.

La table ci-dessous indique les valeurs des exposants relatifs aux câbles A et B déjà mentionnés et à deux autres câbles. Elle indique aussi, à titre de comparaison, la perte de puissance par mètre de longueur à 80° et 15000 v.

Tableau II.

CABLE	n_t	n_e	W
A	3,36	2,07	2,78
B	3,54	2,34	12,6
C	3,77	2,01	5,77
D	4,36	2,16	8,59

n_t est l'exposant pour les changements de température, n_e, l'exposant pour les changements de tension, W la perte de puissance en watts dans le diélectrique par mètre de longueur.

Application des résultats trouvés. — Il n'est pas sûr que les résultats trouvés dans ces essais s'appliquent aux conditions d'exploitation. Dans ces essais, le câble était à une température uniforme dans toute sa masse, tandis que dans les conditions de marche normale la température du diélectrique varie d'un maximum au contact avec le conducteur jusqu'à un minimum au contact avec le plomb, de sorte que la perte de puissance par unité de volume de l'isolant est plus grande au voisinage du conducteur qu'au voisinage du plomb. Il semble, d'après des essais faits par Bang et Louis, que l'écart de température entre ces deux régions, en fonctionnement normal, soit très faible (température du plomb 86°, et du cuivre 89°). Pour élucider ce point, qui est très important, l'auteur fait actuellement des essais sur un tronçon de câble de 6,10 m de longueur logé dans une conduite en béton installée au laboratoire. Les pertes de puissance dans le diélectrique seront mesurées de temps en temps, le câble étant soumis à l'intensité et à la tension normales, jusqu'à ce que l'équilibre thermique soit atteint.

Conclusions. — 1° La perte de puissance dans le diélectrique d'un câble à trois conducteurs alimenté en triphasé peut se mesurer facilement au laboratoire au moyen d'éprouvettes de 3 m de longueur.

2° Il ne faut pour ces mesures aucun autre appareil spécial qu'un wattmètre à miroir très sensible.

3° La perte de puissance dans le diélectrique ne paraît pas pouvoir être calculée exactement d'après des essais faits en monophasé, quoique probablement l'erreur ne soit pas grande au point de vue pratique. Les mesures en triphasé sont plus compliquées et plus longues, mais elles donnent des résultats sûrs.

Ces mesures ont été faites avec succès jusqu'à des tensions de 30000 v entre conducteurs. A des tensions plus élevées, il est probable que des pertes par effet corona affectant les circuits d'essai commenceraient bientôt à troubler les mesures, de sorte qu'il faudrait un circuit de garde pour annuler l'influence de ces pertes à travers l'air, comme on en a disposé un pour les pertes directes au sol.

La précision obtenue dans ces mesures ne dépasse probablement pas 5 pour 100, mais elle suffisait pour le but qu'on s'est proposé d'abord et qui était de déterminer approximativement la perte de puissance dans le diélectrique de tronçons de câbles à diverses températures. En disposant le matériel avec grand soin, on pourra obtenir avec une précision notablement plus élevée toutes les valeurs importantes relatives au diélectrique d'un câble.

P. L.

Distribution du flux magnétique dans les tôles annulaires.

On sait que, si l'on soumet une tôle d'acier annulaire à une force magnétomotrice alternative circonférentielle, au moyen d'un enroulement en anneau, la densité de flux dans la tôle n'est pas constante dans toute la section droite, mais varie avec la distance au plan médian. Cette densité de flux est maximum aux surfaces et minimum dans le plan médian à cause de l'écran magnétique que forment les courants de Foucault superficiels (effet de peau). Cette variation de la densité de flux peut s'appeler *variation en profondeur*. On peut se demander si la densité de flux ne varie pas aussi dans le plan même de la tôle, et si, par exemple, elle est maximum au bord extérieur et au bord intérieur, minimum

Digitized by Google

sur le cercle de rayon moyen. C'est ce qu'on pourrait appeler une *variation radiale*. Nous décrirons ici, d'après un mémoire américain, des expériences faites sur cette question (1).

La force magnétomotrice de l'enroulement en anneau a naturellement une seule et unique valeur dans toutes les zones circonférentielles. Les mêmes ampères-tours ou gilberts agissent sur le bord externe et sur le bord interne de la tôle. Les gilberts par centimètre sont donc moindres au bord externe qu'au bord interne. Cet excès de champ magnétique $\mathcal{H}$ vers le bord interne tend à y créer une induction plus forte. Mais la perméabilité varie avec $\mathcal{H}$ de telle sorte que la concentration du flux au bord interne s'exagère pour les faibles inductions. De plus, la forme d'onde du flux magnétique alternatif est très déformée aux deux bords par rapport à celle du flux total qui parcourt les tôles.

Tôles soumises a l'essai. — Ces tôles étaient annulaires et en acier à forte teneur en silicium (fig. 1). Diamètre

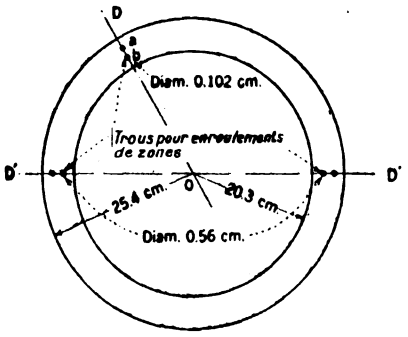
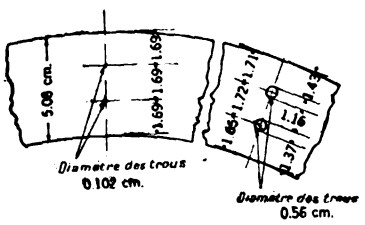


Fig. 1. — Coupe d'une tôle d'acier au silicium.

externe : 50,8 cm ; diamètre interne : 40,6 cm ; épaisseur : 0,355 mm. Ce sont des spécimens des meilleures tôles à transformateurs. Cette matière est caractérisée par une forte résistivité, un faible coefficient de température de celle-ci et une grande perméabilité initiale.

On a fabriqué avec 25 de ces tôles un noyau feuilleté en mettant des feuilles de papier de 0,076 mm d'épaisseur entre les tôles. Le noyau ainsi construit avait une épaisseur moyenne de 1,2 cm et contenait 4,78 kg d'acier.

Comme l'indique la figure 1, de petits trous a, b furent percés dans



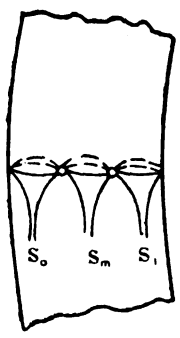


Fig. 2 et 3. — Détails des trous pour les enroulements de zone.

le noyau, suivant une ligne diamétrale OD et perpendiculairement au plan des tôles. Le diamètre de chaque trou était 1,02 mm. La figure 2 indique avec plus de détails la distance entre ces trous et des trous aux bords du noyau. Le but de ces perçages était de diviser le noyau radialement en trois zones annulaires concentriques dans chacune desquelles on pût déterminer séparément le flux magnétique au moyen d'enroulements convenables enfilés dans les trous. On a fait passer dans chaque trou quatre fils de cuivre fins, isolés, de façon à former un enroulement de deux spires (fig. 3) autour de chaque zone annulaire. Au moyen d'un potentiomètre Drysdale-Tinsley, la tension induite dans ces enroulements de deux spires pouvait être mesurée à toutes les fréquences employées. D'autre part, pour obtenir des oscillographies des formes d'onde des tensions induites, il fut reconnu nécessaire d'employer des enroulements à spires plus nombreuses, et deux paires de trous plus grands (5,6 mm de diamètre) furent percés sur un autre diamètre D'D'. On y logea des enroulements de 20 spires.

Un enroulement primaire à une seule couche fut réparti autour du noyau ; il comprenait 450 spires de fil de cuivre de 0,91 mm de diamètre nu (n° 19 A. W. G.), divisées en six bobines aa', bb' (fig. 4) ayant chacune 75 spires en moyenne. De plus, deux bobines secondaires, cc', cc', de 75 spires chacune étaient enroulées sur des secteurs diamétralement opposés, autour de toutes les tôles formant le noyau.

Les sources de tension primaire étaient deux alternateurs triphasés, spécialement construits pour donner une onde à très peu près sinusoïdale. L'un d'eux fut employé jusqu'à une fréquence de 100 p : sec et l'autre pour des fréquences de 100 à 800 p : sec. Le montage est représenté figure 4.

Méthodes d'essai. — On appliquait une force électromotrice sinusoïdale à l'enroulement primaire bb' (fig. 4), à la

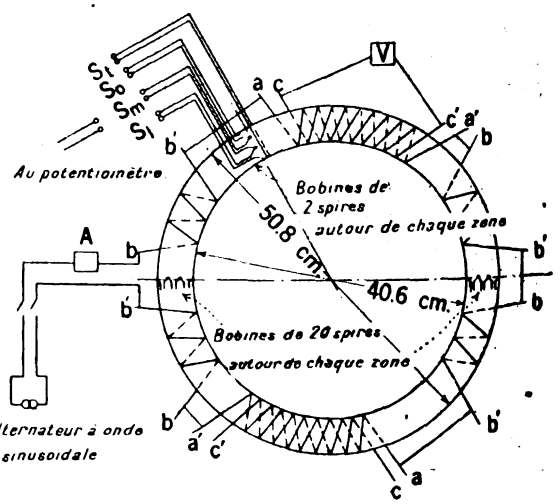


Fig. 4. — Montage pour les mesures. — aa', bobines primaires de 125 spires ; bb', bobines primaires de 50 spires ; cc', bobines secondaires de 75 spires.

fréquence voulue, de façon à produire dans le noyau un flux total sinusoïdal. L'induction maximum moyenne engendrée dans le noyau était alors déduite de l'observation du voltmètre et aussi du potentiomètre Drysdale alimenté par une spire secondaire unique S_t enroulée sur le noyau. L'oscillographie montra que le flux total dans le noyau était pratiquement sinusoïdal, mais que les flux dans les trois zones annulaires ne l'étaient pas. Les trois composantes

(1) A.-E. Kennelly et P.-L. Alger. *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, décembre 1917, t. XXXVI, p. 999-1017 ; *Massachusetts Institute of Technology*, bulletin n° 16, mars 1918.

Digitized by Google

fondamentales des forces électromotrices dans les zones intérieure, moyenne et extérieure, furent mesurées au potentiomètre dans les bobines S_i, S_m et S_0 respectivement, aux fréquences 60, 340 et 696 p : sec, et les valeurs relevées furent inscrites dans des tables.

Les résultats représentés par ces tables montrent que les densités maxima du flux fondamental dans les trois zones sont très différentes, surtout pour des inductions assez faibles. Les sections droites des trois zones, telles qu'elles sont déterminées par les positions des deux petits trous percés à travers le noyau, sont égales à moins de 3 pour 100 près ; mais la zone extérieure, pour $\mathcal{B}_{max} = 1000$, 340 p : sec, transmettait seulement 24 pour 100 du flux total, tandis que pour une perméabilité constante cette valeur aurait dû être 30,9 pour 100. D'autre part, la zone intérieure transmettait 45 pour 100 du flux et la zone moyenne 31.

La figure 5 représente les résultats obtenus pour trois fréquences différentes et pour diverses valeurs de l'induction moyenne dans le noyau entier. Ces courbes montrent que c'est pour l'induction la plus faible que les trois flux de zone s'écartent le plus de l'uniformité, et que cet écart diminue à mesure que l'induction augmente. A l'induction la plus élevée, 13000 gauss (maximum périodique obtenu par la moyenne prise sur toute la section du noyau), les rapports entre les trois flux de zone sont moins éloignés de la proportion inverse aux longueurs des trois circuits magnétiques annulaires.

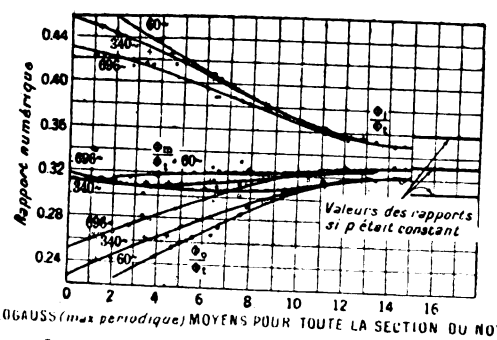


Fig. 5. — Φ_0, flux de la zone extérieure ; Φ_m, flux de la zone moyenne ; Φ_i, flux de la zone intérieure ; Φ_t, flux total.

Oscillographies. — On a relevé simultanément les oscillographies des tensions secondaires induites dans le noyau entier (enroulement d'une seule spire S_t) et des tensions induites dans les zones externe, moyenne et interne (enroulements de 20 spires chacun S_0, S_m et S_i). Le flux total dans le noyau est pratiquement sinusoïdal, mais les trois flux de zone partiels sont très différents, non seulement dans leurs maxima, mais comme forme d'onde. On a reproduit leurs oscillographies à même échelle dans la figure 6 et on y a fait la sommation de leurs ordonnées indiquée par les petits cercles. On a dessiné sur cette même figure une sinusoïde qui représente pratiquement le flux total. Les écarts entre les petits cercles et cette sinusoïde sont assez faibles pour pouvoir être attribués aux erreurs dans la reproduction des oscillographies. Ces courbes ont été prises dans les conditions suivantes : $\mathcal{B}_{max} = 11200$ gauss, $f = 63$ p : sec.

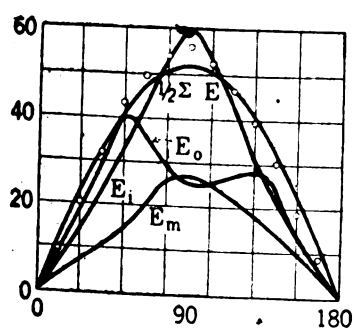


Fig. 6. — Reproduction des oscillogrammes de tension relatifs aux trois zones et sinusoïde équivalente à la force électromotrice totale. La sommation des ordonnées est figurée par des petits cercles.

L'analyse des courbes en série de Fourier est la suivante :

$$\begin{aligned}
E_0 &= 34{,}5 \sin\theta + 5{,}3 \sin 3\theta - 4{,}2 \sin 5\theta + \dots \\
&\quad + 3{,}1 \cos\theta - 2{,}9 \cos 3\theta + 0{,}4 \cos 5\theta + \dots \\
E_m &= 23{,}8 \sin\theta - 2{,}4 \sin 3\theta + 0{,}9 \sin 5\theta + \dots \\
&\quad - 1{,}5 \cos\theta + 1{,}0 \cos 3\theta + 0{,}6 \cos 5\theta + \dots \\
E_i &= 47{,}7 \sin\theta - 8{,}6 \sin 3\theta + 2{,}0 \sin 5\theta + \dots \\
&\quad + 0{,}2 \cos\theta + 0{,}1 \cos 3\theta - 0{,}4 \cos 5\theta + \dots \\
\hline
E_0 + E_m + E_i &= 106{,}0 \sin\theta - 5{,}7 \sin 3\theta - 1{,}3 \sin 5\theta + \dots \\
&\quad + 1{,}8 \cos\theta - 1{,}8 \cos 3\theta + 0{,}6 \cos 5\theta + \dots
\end{aligned}$$

Les harmoniques d'ordre supérieur au cinquième sont négligeables pour toutes les courbes. Dans la sommation des trois ondes, les harmoniques disparaissent presque, sauf un résidu de fréquence triple, d'amplitude 6 pour 100.

En intégrant les courbes de la figure 6, pour en déduire les flux magnétiques correspondant à ces forces électromotrices, on obtient les courbes de la figure 7. Comme il est naturel, ces courbes sont plus unies que les courbes de tension dont elles proviennent. Leur somme se rapproche par suite davantage d'une sinusoïde. Le plus grand flux de zone est évidemment le flux intérieur Φ_i. On s'attendrait à ce que le flux externe Φ_0 fût le plus petit, mais, comme l'indique la figure 2, la largeur de la zone moyenne était un peu trop faible. L'analyse de ces courbes en série de Fourier est la suivante :

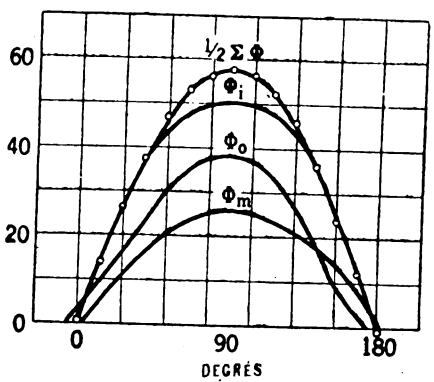


Fig. 7. — Ondes des flux déduites par intégration des courbes de forces électromotrices de la figure 6. Sinusoïde équivalente à leur somme.

$$\begin{aligned}
\Phi_0 &= 36{,}6 \sin\theta - 2{,}4 \sin 3\theta - 0{,}8 \sin 5\theta + \dots \\
&\quad + 3{,}2 \cos\theta + 0{,}3 \cos 3\theta - 0{,}4 \cos 5\theta + \dots \\
\Phi_m &= 26{,}6 \sin\theta + 0{,}8 \sin 3\theta + 0{,}1 \sin 5\theta + \dots \\
&\quad - 1{,}6 \cos\theta - 0{,}4 \cos 3\theta + 0{,}2 \cos 5\theta + \dots \\
\Phi_i &= 53{,}2 \sin\theta + 2{,}6 \sin 3\theta + 0{,}5 \sin 5\theta - \dots \\
&\quad + 0{,}1 \cos\theta - 0{,}04 \cos 3\theta - 0{,}1 \cos 5\theta + \dots \\
\hline
\Phi_0 + \Phi_m + \Phi_i &= 116{,}4 \sin\theta + 1{,}0 \sin 3\theta - 0{,}2 \sin 5\theta + \dots \\
&\quad + 1{,}7 \cos\theta - 0{,}14 \cos 3\theta - 0{,}3 \cos 5\theta + \dots
\end{aligned}$$

Digitized by Google

Causes des déformations des flux de zone. — Dans l'enroulement primaire d'un transformateur mis sous tension à vide, le courant magnétisant, comme on sait, est non sinusoïdal quand la tension appliquée est une sinusoïde; ceci d'abord à cause de la variation de la perméabilité, ensuite à cause de l'hystérésis.

L'onde de courant, dans les conditions ordinaires, est affectée d'une pointe. Cette pointe doit être attribuée au changement de perméabilité du fer pendant le cycle. En admettant que le flux total soit sinusoïdal, le courant magnétisant doit être à chaque instant en conformité avec le cycle *H-B* relatif au noyau entier. Si les circuits suivis dans les différentes zones des tôles avaient des longueurs égales, le flux s'y partagerait également, en négligeant les effets d'écran. Mais en réalité, les circuits de la zone interne sont plus courts et tendent, par conséquent, à transmettre une plus grande partie du flux. Ce fait modifie à son tour la reluctance, parce que la perméabilité dépend de la valeur de l'induction. Aux inductions faibles, il y a tendance vers un accroissement encore plus grand du flux de la zone interne, parce que la perméabilité croît d'abord avec l'induction. Aux inductions fortes, au contraire, la tendance est inverse. Donc, aux inductions faibles, le flux dans la zone intérieure tend à être très différent de celui de la zone extérieure, comme le montre la figure 5. Aux fortes inductions, les perméances des diverses zones sont peu différentes et les flux des zones sont à peu près inversement proportionnels aux longueurs des trajets suivis.

L'examen de la figure 7 montre que la forme d'onde de Φ_i, flux dans la zone intérieure, est aplatie par rapport à une sinusoïde, tandis que l'onde Φ_0 est pointue et Φ_m intermédiaire. L'aplatissement de Φ_i peut se déduire des courbes de la figure 5, qui montrent qu'aux inductions faibles la zone interne est parcourue par un flux majoré, tandis qu'aux inductions supérieures cette majoration est réduite. D'autre part, Φ_0 doit avoir une forme relativement pointue, parce que le flux qui passe dans la zone extérieure augmente quand l'induction croît. Dans la figure 6, les conditions sont inverses; le flux de zone Φ_i, dont la courbe est aplatie, donne naissance à une force électromotrice E_i dont la courbe est relativement pointue, tandis que la courbe pointue de Φ_0 donne naissance à la courbe aplatie de E_0. De plus, le courant magnétisant a sa forme d'onde déterminée par le flux total dans le noyau, qui est la somme de tous les flux de zone. Aux inductions plus faibles qui existent dans la zone extérieure, ce courant aura une courbe trop pointue et déformée pour produire une onde de flux sinusoïdale, de sorte que l'onde de flux de la zone extérieure sera de même pointue et déformée. Les conditions sont inverses pour la zone intérieure. Ceci explique pourquoi l'onde de force électromotrice est beaucoup plus irrégulière dans la zone extérieure que dans les autres. Enfin le flux intérieur, étant le plus grand des trois, a la part la plus grande dans la détermination du courant magnétisant et c'est pourquoi sa courbe est la moins déformée.

Courbe de magnétisme. — La figure 8 indique la courbe de magnétisme ABC pour le noyau entier de 25 tôles, telles qu'on l'a déduite d'observations faites en courant continu avec un fluxmètre relié à une bobine de six spires secondaires entourant le noyau. La courbe supérieure a b c représente la courbe de magnétisme correspondante avec un courant alternatif à 60 p : sec, en multipliant le courant primaire efficace observé par $\sqrt{2}$ pour obtenir le maximum périodique du champ $\mathcal{H}$. La tension observée par spire secondaire était aussi multipliée par $\sqrt{2}$, pour obtenir le maximum périodique des kilogauss $\mathcal{B}$. En raison de la déformation des tensions appliquées pour les inductions élevées, le facteur $\sqrt{2}$ est évidemment trop bas pour $\mathcal{H}$ et trop fort pour $\mathcal{B}$. Il est probable que, si ces erreurs n'existaient pas et que $\mathcal{H}$ et $\mathcal{B}$ fussent des sinusoïdes dans toute l'étendue de leur variation, la courbe a b c coïncide-

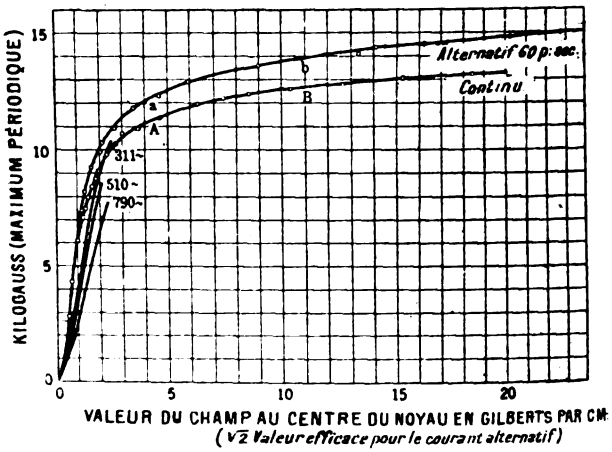


Fig. 8. — Courbes de magnétisme d'un anneau constitué par 25 tôles d'acier au silicium.

rait avec la courbe de magnétisation par courant continu A B C.

La même figure montre aussi des courbes de magnétisme en courant alternatif à des fréquences plus élevées jusqu'à 7 et 9 kilogauss. Elles se placent au-dessous de la courbe à basse fréquence, sans doute à cause de l'effet d'écran.

Les courbes correspondantes de la réluctivité dans les tôles, pour différentes valeurs de $\mathcal{H}$, sont représentées figure 9. La réluctivité pour les courants continus est une

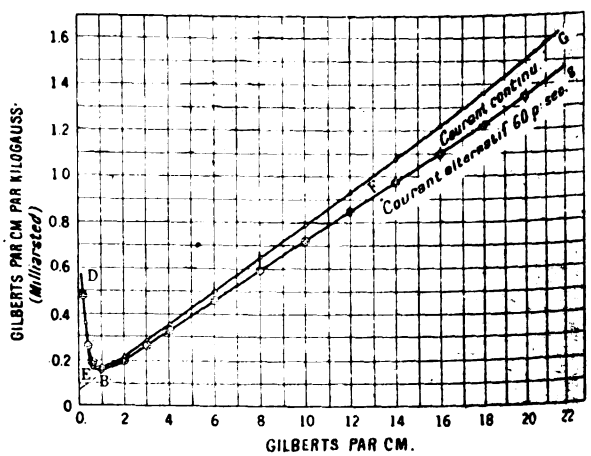


Fig. 9. — Courbes de la réluctivité en fonction du champ.

ligne rapidement descendante de 0 à 0,5 gilbert : cm. Elle devient alors une ligne droite ascendante FG définie par l'équation

$$r = 0{,}00007 + 0{,}0000723\ \mathcal{H} \text{ œrsted : cm},$$

r étant la réluctivité. La réluctivité apparente pour l'excita-

Digitized by Google

tion par courant alternatif, qu'on obtient de même par la courbe a b c de la figure 8, est la courbe D E f g. Ici encore, il est probable que, s'il n'y avait pas d'erreurs de déformation dans la courbe de la tension appliquée, cette courbe D E f g coïnciderait avec D E F G. La courbe rectiligne B F G de la réluctivité est une valeur moyenne obtenue pour l'ensemble du noyau.

Les auteurs indiquent une théorie de la variation de la réluctance suivant le rayon.

Voici les conclusions de leurs recherches :

1° L'induction prend des valeurs différentes dans les différentes zones d'une tôle d'acier annulaire, sous l'influence d'une force magnétomotrice circonférentielle produite par un enroulement toroïdal. C'est ce qu'on peut appeler la déformation radiale de l'induction.

2° La déformation se produit avec une force magnétomotrice soit continue, soit alternative. Elle peut être très marquée aux inductions faibles. Aux hautes fréquences, la déformation de l'induction se complique d'effets d'écran.

3° Avec les forces magnétomotrices alternatives, une déformation se produit dans l'onde magnétique alternative, aussi bien que dans le maximum périodique de l'induction. Chaque zone a sa valeur d'induction et sa forme d'onde. Si le flux total dans les tôles est, par exemple, sinusoïdal, les flux de zone individuels seront non sinusoïdaux. Ce sont les flux de la zone extérieure qui ont, en général, les courbes d'onde les plus déformées.

4° La grandeur des déformations de l'induction peut être définie comme la différence entre les inductions extérieure et intérieure, divisée par la valeur de l'induction au rayon géométrique moyen. Dans le cas étudié, la déformation de l'induction alternative était à peu près

$$\frac{0{,}45 - 0{,}24}{0{,}31}$$

pour de faibles valeurs de l'induction.

5° La valeur de la déformation de l'induction dépend du rapport *largeur* à *rayon* des tôles, c'est-à-dire du rapport obtenu en divisant la largeur de la tôle par son rayon géométrique moyen. Dans le cas étudié, ce rapport était 0,224. Toutes choses égales d'ailleurs, plus ce rapport est faible, moindre est la déformation.

6° Pour un rapport *largeur* à *rayon* donné, la déformation de l'induction dépend, en première approximation, du rapport

$$\frac{a}{r},$$

a étant le terme constant de l'expression de la réluctivité ($r = a + b\,\mathcal{H}$) et r la réluctivité totale dans la zone moyenne géométrique. Sur la branche rectiligne ascendante de la courbe représentant les variations de la réluctivité r en fonction du champ $\mathcal{H}$, ce rapport est moindre que l'unité, de sorte que, du moins dans le cas du courant continu, la déformation sera inférieure au rapport largeur à rayon dans cette région (au-dessus de $\mathcal{H} = 1$ dans le cas étudié). Sur la branche descendante de la courbe r-$\mathcal{H}$, le rapport $\frac{a}{r}$ sera plus grand que l'unité, de sorte qu'aux faibles valeurs de $\mathcal{B}$ et de $\mathcal{H}$, la déformation excédera probablement le rapport largeur à rayon (au-dessus de $\mathcal{H} = 1$ et $\mathcal{B} = 6000$ dans le cas étudié).

7° Quand on veut mesurer avec précision les constantes magnétiques des tôles d'acier, il faut employer de faibles valeurs du rapport largeur à rayon, de façon à éviter les erreurs dues à la déformation de l'induction. Les courbes déduites des tôles annulaires sont toutes influencées par les erreurs de déformation, surtout aux inductions faibles.

8° Les pertes par courants de Foucault qui se produisent dans les tôles annulaires magnétisées par un courant alternatif sinusoïdal sont exagérées par la présence des harmoniques dans les flux des différentes zones. P. L.

Sur un cas particulier de répartition du courant entre bobines de transformateur couplées en parallèle (1).

Si, dans un transformateur monophasé, les enroulements sont rassemblés en deux paquets distincts primaire et secondaire le long du noyau et si les bobines de l'un ou l'autre paquet sont réunies en parallèle, les intensités de courant dans ces bobines sont différentes et d'autant plus grandes que la bobine considérée est plus proche de l'autre enroulement.

M. Paul Girault suppose que les bobines en parallèle sont équidistantes et sont des galettes infiniment minces et ce pour négliger les effets d'impédance intérieure. Soient 1, 2, 3 ... m ces bobines comptées à partir de la culasse adjacente, l'auteur néglige la réluctance du noyau et désigne par p la perméance du circuit de fuite passant entre deux bobines, par r et n la résistance et le nombre de spires d'une bobine;

$i_1, i_2, \ldots i_m$, les courants dans les bobines 1, 2 ... m ;

$\Phi_1, \Phi_2, \ldots \Phi_m$, les flux totaux traversant ces bobines;

$\varphi_{1,2}, \ldots \varphi_{m-1,m}$ les flux de fuite entre 1 et 2 et entre $m-1$ et m.

On a

$$(1)\qquad r i_1 + n\frac{d\Phi_1}{dt} = r i_2 + n\frac{d\Phi_2}{dt} = \ldots = r i_m + n\frac{d\Phi_m}{dt},$$

$$(2)\qquad \begin{cases} \Phi_2 = \Phi_1 \pm \varphi_{1,2}, \\ \Phi_3 = \Phi_2 \pm \varphi_{2,3}, \\ \Phi_m = \Phi_{m-1} \pm \varphi_{m-1,m}. \end{cases}$$

et

$$(3)\qquad \begin{cases} \varphi_{1,2} = \pm\, 4\pi n p\, i_1, \\ \varphi_{2,3} = \pm\, 4\pi n p\, (i_1 + i_2), \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ \varphi_{m-1,m} = \pm\, 4\pi n p\, (i_1 + i_2 + \ldots + i_{m-1}). \end{cases}$$

Le double signe correspond au primaire ou au secondaire.

On déduit des équations précédentes

$$(4)\qquad \begin{cases} i_2 = i_1 + \dfrac{4\pi n^2 p}{r}\dfrac{d i_1}{dt}, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ i_3 = 2 i_2 - i_1 + \dfrac{4\pi n^2 p}{r}\dfrac{d i_2}{dt}, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ i_m = 2 i_{m-1} - i_{m-2} + \dfrac{4\pi n^2 p}{r}\dfrac{d i_{m-1}}{dt}. \end{cases}$$

Ce système d'équations est identique à celui donnant la répartition du courant dans un mur conducteur, il y a donc analogie complète avec le *skin effect*.

En partant du vecteur i_1, le système (4) permet de déter-

(1) Paul Girault. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 22 juillet 1918, t. CLXVII, p. 159, 1000 mots

Digitized by Google

miner successivement les secteurs $i_2, i_3 \ldots i_m$: les courants se déphasent et vont toujours en croissant, l'effet est d'autant plus accentué que $\frac{p\omega}{r}$ est plus grand (la pulsation ω provient de $\frac{di}{dt}$).

Comme la répartition du courant est indépendante de la tension aux bornes, l'essai en court-circuit permet de mesurer cette répartition pour toutes les charges.

L'inégalité de répartition, qui cause des pertes supplémentaires dans le cuivre, disparaît dans un transformateur ou un élément de transformateur présentant un plan de symétrie, si les bobines couplées en parallèle y sont réduites à deux symétriques.

L'auteur examine le cas d'un élément de transformateur présentant un plan de symétrie avec $m > 2$. Soit I la résultante des courants des bobines mises en parallèle.

Posons

$$x = \frac{4\pi n^2 p}{r},$$

$$\beta = \frac{\Sigma r i^2}{\frac{r}{m} I^2}.$$

En comptant les courants à partir du plan de symétrie, on obtient

1° Pour trois bobines en parallèle.

$$\frac{i_1}{I} = \frac{1}{\sqrt{9 + x_2}},$$

$$\frac{2 i_2}{I} = \sqrt{\frac{4 + x^2}{9 + x^2}},$$

$$\beta = \frac{3}{2}\left(\frac{6 + x^2}{9 + x^2}\right).$$

2° Pour quatre bobines en parallèle

$$\frac{2 i_1}{I} = \frac{1}{\sqrt{4 + x^2}},$$

$$\frac{2 i_2}{I} = \sqrt{\frac{1 + x^2}{4 + x^2}},$$

$$\beta = \frac{4 + 2x^2}{4 + x^2}.$$

3° Pour cinq bobines en parallèle

$$\frac{i_1}{I} = \frac{1}{\sqrt{25 + 15x^2 + x^4}},$$

$$\frac{2 i_2}{I} = \sqrt{\frac{4 + x^2}{25 + 15x^2 + x^4}},$$

$$\frac{2 i_3}{I} = \sqrt{\frac{4 + 12x^2 + x^4}{25 + 15x^2 + x^4}},$$

$$\beta = \frac{5}{2}\left[\frac{10 + 13x^2 + x^4}{25 + 15x^2 + x^4}\right].$$

Dans tous les cas, β tend vers $\frac{N}{2}$ quand x tend vers l'infini, N désignant le nombre de bobines en parallèle par paquet.

La mise en parallèle de bobines secondaires rassemblées en paquets se présente dans certains transformateurs d'électrométallurgie devant débiter de très fortes intensités au secondaire sous faible tension, on a indiqué plus haut le moyen d'éviter l'inégalité de répartition.

Les électrométallurgistes demandent souvent pour leurs transformateurs toute une gamme de valeur de la tension secondaire; ceci s'obtient par le couplage série parallèle des bobines basse tension et en munissant la haute tension de prises supplémentaires.

Il peut en résulter la mise en parallèle de portions de bobines haute tension, s'il en est ainsi ces portions en parallèle doivent être réduites à deux par élément de transformateur; de plus, pour obtenir une symétrie parfaite de l'élément, les deux bobines correspondantes doivent être enroulées en sens inverse, les connexions étant faites en conséquence.

De la thermo-électricité du tungstène [1].

L'auteur a étudié trois filaments de tungstène étirés fournis par la Société Lacarrière. Ces filaments relativement purs présentaient une légère différence de constitution mécanique ou chimique.

L'auteur a traité ces filaments à l'eau régale pure, l'attaque est très lente, même à chaud; il a constaté des traces de fer dans les chlorures obtenus, mais en quantité variable d'un échantillon à l'autre.

M. Pécheux a étudié les variations de résistances des trois filaments entre les températures de 21° et 200° au moyen du pont de Wheatstone, il est arrivé aux formules suivantes concernant la résistivité à t^0 en microhms des trois échantillons classés d'après leur pureté décroissante.

Tungstène (G) : $\rho_t = 5{,}30\,(1 + 0{,}0054\,t + 0{,}0000195\,t^2)$.

Tungstène (F) : $\rho_t = 5{,}41\,(1 + 0{,}0037\,t + 0{,}0000041\,t^2)$.

Tungstène (M) : $\rho_t = 5{,}31\,(1 + 0{,}0048\,t + 0{,}0000015\,t^2)$.

M. Pécheux a réalisé ensuite des couples tungstène-cuivre, dont la soudure chaude a été portée successivement dans des bains à températures fixes connues, la température constante de 21° étant maintenue à la soudure froide. Il a relevé les forces électromotrices de ces couples entre 21° et 630° et est arrivé aux formules suivantes des pouvoirs thermo-électriques données en microvolts. Le tungstène est négatif par rapport au cuivre après la température d'inversion.

Cuivre-tungstène (G) : $\frac{dE}{dt} = 0{,}0336\,t - 0{,}651$ (inversion à 39°).

Cuivre-tungstène (F) : $\frac{dE}{dt} = 0{,}0339\,t - 1{,}120$ (inversion à 69°5).

Cuivre-tungstène (M) : $\frac{dE}{dt} = 0{,}0358\,t - 1{,}249$ (inversion à 66°).

De l'examen de ce tableau et de la comparaison des résultats qu'il renferme, obtenus après cinq ou six recuits avec un dernier essai, l'auteur a déduit que :

1° Le coefficient angulaire de la droite représentative du pouvoir thermo-électrique et, par suite, l'accroissement de ce pouvoir thermo-électrique est d'autant plus élevé que la teneur en fer est plus grande;

2° Le recuit relève le pouvoir thermo-électrique de tous les couples;

3° A recuit égal, le pouvoir thermo-électrique s'accroît d'autant plus que le filament est moins écroui à l'origine.

Dans la série thermo-électrique, le tungstène se place entre le cuivre et le platine, le cuivre étant lui-même entre le tentale et le tungstène.

(1) H. Pécheux. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 30 septembre 1918, t. CLXVII, p. 487.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Remarques sur l'établissement et l'exploitation des installations de condensation

Le rendement global d'une centrale électrique dépend du rendement particulier de chacune des parties qui composent l'installation. Parmi ces parties, celles qui comprennent les appareils de condensation de la vapeur sont parfois négligées, tant au point de vue de l'établissement que de l'exploitation; il en résulte, surtout quand les machines motrices sont des turbines à vapeur, des pertes qui peuvent être considérables. L'auteur de l'article que nous publions ci-dessous étudie comment doit être réalisé l'établissement des appareils de condensation se réservant d'étudier prochainement les soins dont on doit entourer ces mêmes appareils en exploitation.

Le développement considérable de la turbine à vapeur dans toutes les branches de l'industrie a conduit les fabricants de condenseurs à perfectionner ces appareils.

On sait que la turbine à vapeur, contrairement à la machine à piston, utilise efficacement un plus grand nombre des calories contenues dans la vapeur à mesure que le vide du condenseur augmente.

Les constructeurs de condenseurs sont arrivés à construire des appareils fonctionnant avec un vide presque théorique, ce qui permet d'obtenir des consommations de vapeur très avantageuses.

Mais il ne suffit pas seulement d'avoir un outil excellent; il faut savoir s'en servir convenablement pour en tirer tous les profits possibles. Il s'ensuit qu'il est indispensable que l'installateur établisse son usine avec une grande attention, afin de permettre à l'exploitant d'assurer la marche continue des condenseurs avec ces vides élevés.

L'exploitant, de son côté, ne doit pas négliger les mesures d'entretien nécessaires pour conserver ces avantages précieux; sans cela, il risque de gaspiller inutilement de très grosses sommes, comme nous allons le démontrer dans un exemple très simple.

Prenons une unité de 5 000 kw qui assure un service de 7 000 heures par an avec une charge moyenne de 4 000 kw.

Sa production totale annuelle de 28 000 000 kw-h exige une consommation de 25 000 t de charbon. Supposons que le vide réalisé au condenseur soit, pendant cette période, inférieur de 0,8 cm de mercure à ce qui peut être obtenu; il en résulte une perte annuelle de 420 t de charbon, ce qui correspond à la quantité de combustible nécessaire pour une marche ininterrompue de cinq jours. Au prix actuel du charbon, cette perte représente 70 000 fr sans compter les frais supplémentaires pour les services auxiliaires, pompes, etc.

On voit, par cet exemple, que des sommes fantastiques seraient perdues si la diminution du vide au condenseur était encore plus forte.

D'après tout ce qui précède, on peut se demander quelles sont les précautions à prendre pour éliminer, dans la mesure du possible, ces pertes démesurées.

Ces précautions incombent, d'une part, à l'installateur, d'autre part, à l'exploitant. Nous allons examiner le rôle de chacun d'eux.

Rôle de l'installateur. — C'est à l'installateur qu'il incombe de juger convenablement quel est le système de condensation qui s'impose dans chaque cas, il doit s'arrêter au type qui, à rendement égal, présente le plus de solidité et de stabilité.

Tout ingénieur ayant fait de l'exploitation connaît les perturbations graves qui sont provoquées dans une usine par l'arrêt accidentel d'un condenseur. La turbine et les chaudières ne peuvent plus fournir la pleine puissance demandée par le réseau; il faut brusquement couper des secteurs, ce qui peut immobiliser toute l'industrie d'une région sans parler de la dépense supplémentaire de vapeur. Si on dispose d'un groupe de réserve, on va le mettre en route le plus rapidement possible; mais il arrive souvent que c'est justement pendant cette mise en marche précipitée que des accidents graves se produisent par suite de l'inobservation des précautions habituelles. Par exemple, nous signalerons le cas où l'on avait négligé de faire fonctionner la pompe auxiliaire à huile de la turbine, ce qui eut pour résultat de mettre un groupe entier hors de service par destruction de ses coussinets.

Une fois le choix de la condensation fait, l'installateur doit disposer son unité de façon que toutes les parties qui ont besoin d'une surveillance et d'un entretien soient facilement accessibles. Il doit également penser à toutes les dispositions qui peuvent faciliter le montage et le démontage des pièces, et, en particulier, de celles de grandes dimensions; ce dernier point a une grande importance pour l'exploitation future, comme le prouve le cas suivant observé dans une centrale. Comme au moment de l'installation on

Digitized by Google

n'avait rien prévu pour le démontage des couvercles des condenseurs, chaque fois qu'on était obligé d'exécuter ce travail, fait qui se reproduisait souvent à cause de la malpropreté de l'eau de circulation, il fallait réquisitionner des palans, des chaînes, des cordes, ce qui entraînait de grands dérangements et avait pour résultat de ne faire exécuter le nettoyage des condenseurs que lorsque le vide avait considérablement baissé à la suite du bouchage d'un grand nombre de tubes.

L'installateur doit porter également son attention sur toute la tuyauterie en communication avec le vide qui doit satisfaire aux conditions suivantes : 1° en cas de fonctionnement avec échappement à l'air libre, sa dilatation doit s'effectuer facilement; 2° les joints doivent être disposés de façon à être serrés sans difficulté; 3° la tuyauterie doit être supportée d'une façon rationnelle; 4° sa longueur doit être réduite autant que possible afin de diminuer le nombre de joints à entretenir étanches.

Cette dernière condition n'ayant pas été réalisée dans une station centrale où l'on avait installé les soupapes d'échappement à l'air libre à 8 m de distance environ des condenseurs (fig. 1), il s'y est produit l'incident que nous allons relater ci-dessous.

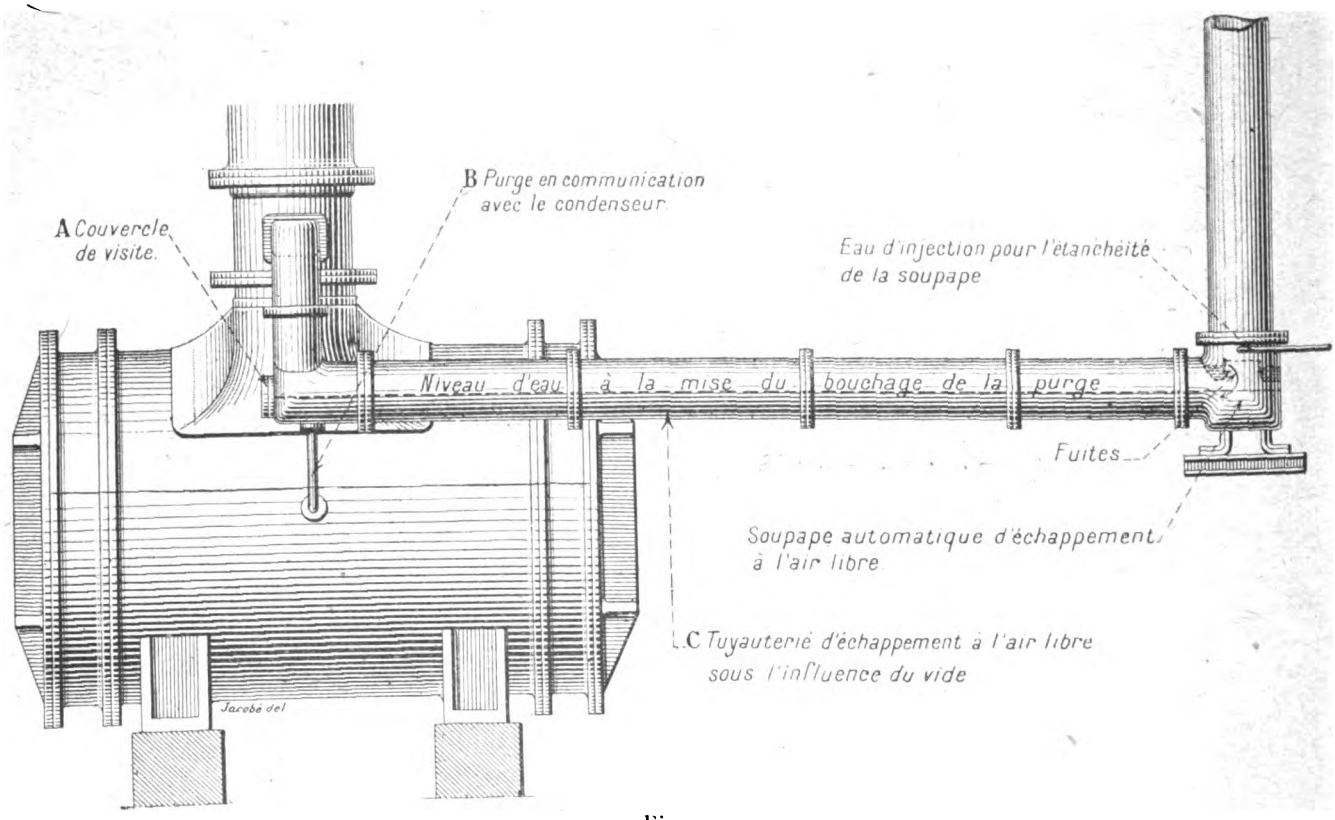


Fig. 1.

Un groupe turbo-alternateur était en service régulier d'exploitation depuis plusieurs mois lorsqu'un bruit sourd provenant de l'intérieur de la machine se fit entendre. Ce bruit se répétant par intervalles, on craignit tout d'abord qu'un accident se fût produit dans la turbine. Une fois la machine arrêtée et après qu'on eut desserré les boulons du couvercle de visite A, on vit s'échapper du tuyau C une grande quantité d'eau. Le phénomène pouvait donc s'expliquer facilement; le bruit entendu avait été provoqué par les chocs de l'eau contre les parois et ces mouvements pulsatoires de l'eau se produisaient chaque fois que le débit de vapeur était modifié par la variation de charge de la machine.

D'où provenait cette eau ? L'examen minutieux de la tuyauterie le montra facilement. On employait, pour assurer l'étanchéité de la soupape à air libre, l'eau de la ville qui avait un degré de dureté assez considérable. Une petite fuite avait permis à l'eau de s'infiltrer lentement dans la grande tuyauterie et d'y déposer des sels. Le tuyau de purge B de 24 mm de diamètre, qui était en communication avec le condenseur, s'était bouché; à la longue le niveau de l'eau était monté peu à peu dans la tuyauterie, ce qui avait fini par produire le phénomène que nous venons de signaler.

Pour remédier à cet état de choses, on n'a eu qu'à roder la soupape d'échappement à l'air libre, et à utiliser comme eau de scellement de cette soupape de l'eau distillée prise dans les bâches d'alimentation des chaudières.

Un autre point qui doit retenir aussi toute l'attention

Digitized by Google

de l'installateur est la question de la circulation de l'eau de réfrigération. Il doit tout d'abord prendre toutes les dispositions nécessaires pour faire circuler dans le faisceau tubulaire de l'eau absolument propre. On sait, en effet, que le rendement du condenseur, c'est-à-dire le coefficient de transmission de la chaleur de la vapeur à travers les tubes en laiton est diminué rapidement par la plus faible couche de dépôt qui peut s'y fixer.

En second lieu, l'installateur doit établir la tuyauterie de façon à réduire au strict minimum la puissance de la pompe de circulation et utiliser, si possible, les propriétés connues du siphon, en ayant soin d'éviter que des rentrées d'air ne se produisent dans toutes les conditions de marche.

Enfin l'installateur doit étudier avec détails quels sont les appareils nécessaires pour permettre à l'exploitant de suivre la marche de ses machines par un contrôle constant et suffisant. L'emplacement de ces appareils doit faire aussi l'objet de ses soins. A titre d'exemple, nous citerons un cas observé qui prouve l'indispensabilité de placer un thermomètre à l'entrée et un autre à la sortie des eaux de circulation.

Dans une installation, où on avait négligé de prendre cette précaution, on constatait que le vide au condenseur diminuait peu de temps après la mise en charge. On fit des essais, et on constata que la température de l'eau à l'entrée augmentait peu à peu ; on en conclut qu'il devait y avoir une communication entre l'eau d'entrée et l'eau de sortie et c'est ce que l'on constata effectivement ; une valve placée à un endroit peu accessible était restée ouverte, parce que son volant se manœuvrait dans le sens opposé à celui des valves normales, et établissait une communication entre les canalisations d'arrivée et de sortie de l'eau. Si des thermomètres s'étaient trouvés placés dès le début sur l'arrivée et la sortie de l'eau de circulation, on aurait évité bien des recherches inutiles.

Avant de terminer nos observations sur les projets d'installation ajoutons encore quelques détails qui peuvent également avoir leur importance.

Ainsi l'indicateur de niveau de l'eau condensée doit être placé à un endroit se trouvant sous la surveillance constante de l'homme de service. Le tuyau réunissant ce niveau d'eau avec son condenseur doit avoir un diamètre d'au moins 12 mm pour éviter qu'il ne se bouche facilement.

Enfin l'installateur doit prévoir une série complète de pièces de réserve pour toutes les parties des machines qui peuvent se détériorer en cours de marche ; une économie sur ce point est mal placée, car très souvent elle se paie plus tard beaucoup plus cher en immobilisant pour un temps prolongé des unités importantes.

Dans un prochain article, nous nous occuperons du rôle de l'exploitant.

Charles OETTINGER,
Ingénieur diplômé de l'Ecole polytechnique de Zurich.

Les éjecteurs extracteurs d'air

L'étude du problème de l'amélioration du rendement dans l'utilisation du charbon, étude d'autant plus ardue que le rendement atteint s'élève, a amené nos ingénieurs à perfectionner méthodiquement tous les détails et accessoires des stations centrales thermiques. L'auteur de cette note examine aujourd'hui les différentes solutions qui ont été trouvées pour améliorer le vide au condenseur et réduire la puissance nécessaire pour l'obtention de ce haut vide. Les dispositifs décrits, bien que très récemment mis au point, ne supportent plus la comparaison avec les anciens et doivent leur être substitués dans toute usine thermique.

Lorsque avec l'apparition des turbines à vapeur s'est fait sentir la nécessité de l'obtention de vide élevé dans les condenseurs, on s'est trouvé en présence de l'appareil assez imparfait qu'était la pompe à air à piston, enlevant simultanément du condenseur, pour les rejeter à l'atmosphère, l'eau d'injection et de condensation et l'air provenant de la vapeur et de l'eau d'injection et surtout des joints et presse-étoupes imparfaits.

La turbine à vapeur pouvant utiliser sans aucun inconvénient les détentes les plus prolongées, on s'ingénia à obtenir des vides très élevés. Les remarquables études de Maurice Leblanc sur cette question ont amené sur le marché, en 1907, cet appareil magnifique qu'est la pompe à air rotative « Westinghouse-Leblanc » et dont les résultats ont été si considérables qu'actuellement près de soixante millions de kilogrammes de vapeur s'échappent dans des condenseurs munis de pompe à air de ce système.

Cette pompe (fig. 1) est constituée par une turbine renversée à injection partielle projetant l'eau en lames minces dans un diffuseur. Les gaz à extraire se trouvent emprisonnés entre des lames d'eau qui travaillent à la manière de pistons et cet appareil très simple, sans soupapes, ni clapets, ni pistons, est très apte à produire de très hauts vides.

Dans une voie parallèle et malgré le succès considérable de la pompe Leblanc, les partisans de l'éjecteur à vapeur pour l'extraction des gaz continuent leurs études, cet appareil ayant sur la pompe Leblanc l'avantage d'un rendement supérieur, puisqu'il n'exige aucune force motrice extérieure et que les calories contenues dans la vapeur peuvent être récupérées dans l'eau d'alimenta-

Digitized by Google

tion des chaudières. La grande difficulté à vaincre était due à l'instabilité de ces appareils aussitôt que le rapport de compression dépasse 1 à 7, c'est-à-dire qu'on arrive à un vide d'environ 650 mm de mercure.

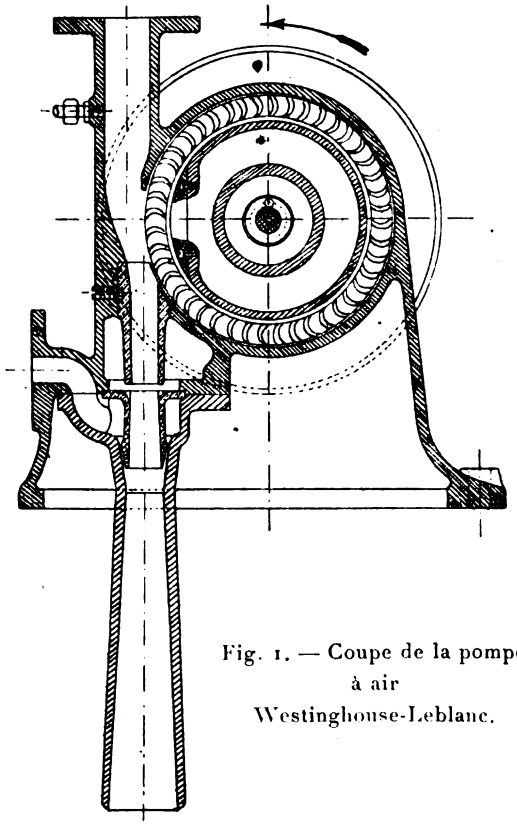


Fig. 1. — Coupe de la pompe à air Westinghouse-Leblanc.

Ce problème a été résolu par plusieurs artifices que nous allons examiner, dans trois appareils parfaitement au point et ayant fait leurs preuves dans de nombreuses installations industrielles.

Ejectair Bréguet. — M. Delaporte a imaginé pour obtenir un rapport de compression convenable de l'air extrait de placer deux éjecteurs en série, avec, entre les deux, un condenseur auxiliaire. L'ensemble schématique du montage de cet appareil sur un condenseur est représenté sur la figure 2.

Un premier éjecteur à vapeur ou éjecteur d'amont A, puise dans le condenseur C et refoule le mélange d'air et vapeur éjecté dans le petit condenseur auxiliaire D. L'air est repris dans celui-ci par l'éjecteur d'aval E, tandis que l'eau est rejetée dans le condenseur principal par un tube en U dont les branches sont suffisamment longues pour permettre à la différence des pressions dans les deux condenseurs de subsister tout en assurant l'écoulement de l'eau et en empêchant celui de l'air; l'échappement de l'appareil barbote dans l'eau de la bâche d'alimentation à laquelle il transmet toutes les calories apportées par la vapeur dans l'éjecteur d'aval.

Cette récupération porte sur les 2/3 environ des calories consommées par l'éjectair et même sur la totalité dans le cas des condenseurs par surface, où toute la vapeur condensée retourne aux chaudières.

Dès que le vide atteint environ 650 mm de mercure dans le condenseur auxiliaire, l'éjecteur d'aval risquerait de travailler avec un rapport de compression trop élevé, compromettant sa stabilité et, à ce moment, un reniflard permet une rentrée d'air supplémentaire dans ce condenseur auxiliaire où la pression est ainsi maintenue automatiquement à une valeur convenable.

L'air est puisé au condenseur principal, en un point maintenu aussi froid que possible, par une injection d'eau froide qui, en condensant la vapeur en ce point, enrichit d'autant en air le mélange gazeux.

L'éjectair est mis en action par simple envoi de vapeur aux éjecteurs et ne comporte aucun dispositif spécial d'amorçage, ni d'organes mobiles à surveiller et à entretenir; il possède une remarquable stabilité de

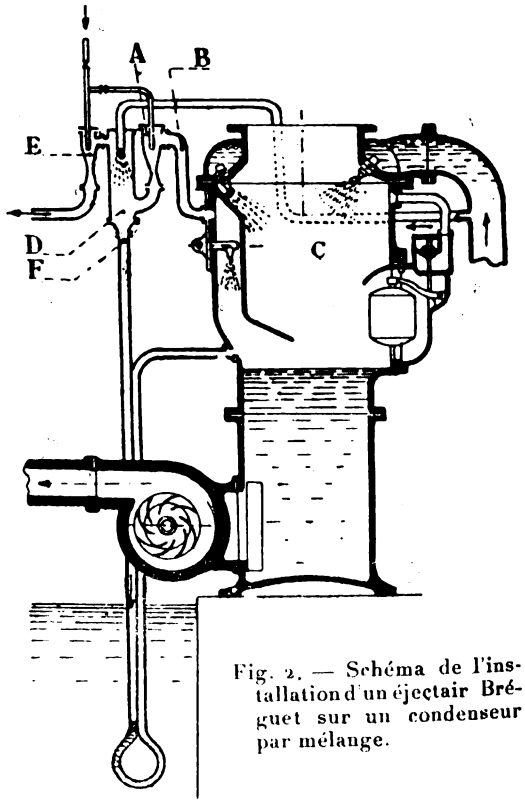


Fig. 2. — Schéma de l'installation d'un éjectair Bréguet sur un condenseur par mélange.

fonctionnement et une grande puissance d'extraction d'air, et se réamorce immédiatement si, par suite d'une ouverture intempestive au condenseur, le vide était tombé

Radojet de la « Wheeler Manufacturing » (fig. 3). — Les deux éjecteurs en série sont ici l'un à la suite de l'autre dans le même appareil. La vapeur vive, après avoir traversé la vanne d'arrêt, se divise en deux circuits : une première partie vient aux ajutages d'ex-

Digitized by Google

pension e, où elle se détend et acquiert une grande vitesse ; en passant dans la chambre d'aspiration f, elle entraîne dans le diffuseur g le mélange gazeux d'air et de vapeur venant du condenseur.

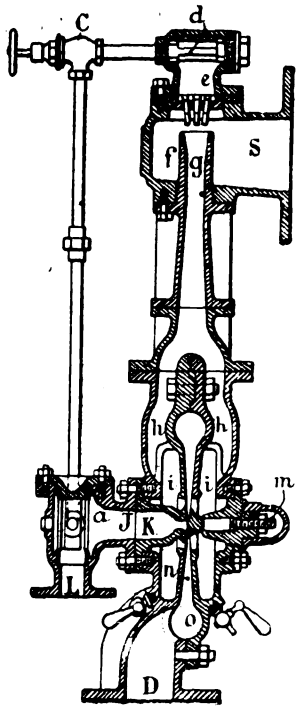


Fig. 3. — Coupe du radojet.

Ce mélange arrive alors à une pression supérieure à celle du condenseur dans deux chambres annulaires de succion, d'où il sera entraîné par le deuxième courant de vapeur se détendant dans un ajutage circulaire k, dont on peut varier la section par une vis de réglage m. Cette nappe de vapeur aplatie entraîne le mélange dans le diffuseur annulaire n à une pression élevée, par suite de la large surface d'entraînement de ce deuxième éjecteur.

Le mélange est recueilli dans la bâche d'alimentation où toutes les calories de la vapeur sont récupérées intégralement.

L'appareil est d'un poids très réduit. Pour le condenseur d'une turbine de 7 500 kw, le radojet pèse environ 200 kg.

On a obtenu les résultats suivants sur une turbine de 11 000 kw, dont le condenseur était muni de cet appareil :

Surface de refroidissement du condenseur....	1 950 m²
Charge de la turbine.....	11 200 kw
Pression barométrique.....	760 mm
Degré de vide à la sortie de la turbine.....	710
Degré de vide à l'aspiration de l'appareil....	720
Température à l'échappement de la turbine..	36,6
Id. à l'admission de l'eau condensée.	24
Id. à l'échappement de la circulation.	32
Id. de la bâche.....	34

Ejecteur « Westinghouse-Leblanc » (fig. 4). — Comme dans le radojet, M. Maurice Leblanc, dans son éjecteur, a supprimé le condenseur intermédiaire et peut récupérer dans tous les cas, très simplement, la totalité des calories de la vapeur.

M. Leblanc avait remarqué que, dans un éjecteur ordinaire, au fur et à mesure de la production du vide, la forme de la gerbe fluide dans le diffuseur varie ; elle s'allonge et se détache des parois, ce qui donne naissance à des tourbillons détruisant la force vive et amenant rapidement le désamorçage. Il faudrait donc modifier la forme du diffuseur, avec le degré de vide.

Dans l'appareil Leblanc, on a ménagé un peu en aval

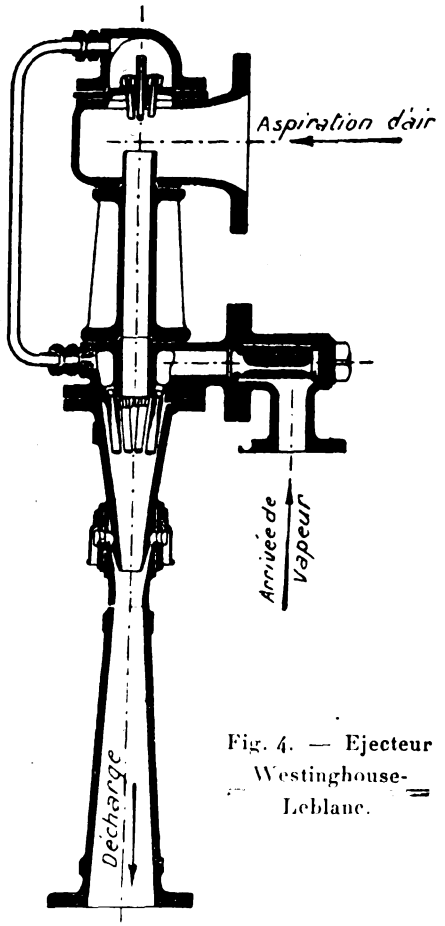


Fig. 4. — Ejecteur Westinghouse-Leblanc.

du col du diffuseur une tuyère annulaire en communication permanente avec l'atmosphère.

Au début de l'amorçage, la tuyère ne débite pas, le profil du diffuseur étant calculé pour cette période. Aussitôt qu'il se produit une dépression, si minime soit-elle, entre l'espace en amont de l'éjecteur et la sortie du diffuseur, la veine motrice est automatiquement entourée d'une gaine d'air entrant par la tuyère et se déplaçant parallèlement à elle, en la serrant et en occupant la place où se produiraient les tourbillons. Plus le vide augmente, plus la veine s'allonge, plus il y a nécessité de la gonfler pour qu'elle remplisse le diffuseur et plus la tuyère annulaire débitera automatiquement, puisque le vide croît. Le phénomène inverse

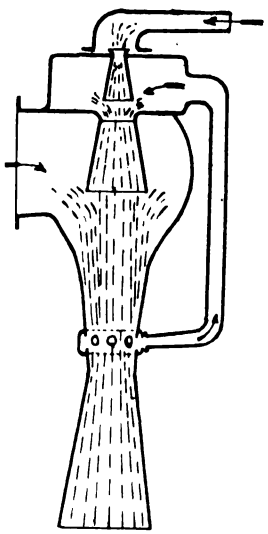


Fig 5. — Ejecteur de la British Westinghouse.

Digitized by Google

se produit en cas de chute accidentelle du vide.

L'ensemble de l'appareil comprend une couronne de tuyères supérieures et une couronne de tuyères inférieures réunies par un canal cylindrique.

La dépense de vapeur dans les premières est d'environ 1/20 de la dépense totale; leur rôle est d'amener aux tuyères principales des fluides animés d'une grande vitesse, ce qui réduit le glissement et la perte de force vive et augmente d'autant le rendement. Les tuyères inférieures débitent dans le diffuseur dont nous avons parlé et dont le col est muni de la tuyère annulaire de rentrée d'air.

Cet appareil est parfaitement stable, très simple et permet la récupération totale.

La British Westinghouse Electric and Manufacturing Co a breveté le 23 janvier 1918 un appareil représenté sur la figure 5, comportant aussi deux éjecteurs en série, écartés d'une très faible distance.

La chambre, qui sépare les deux éjecteurs, est reliée par une tubulure à un point de la zone de convergence du cône de l'éjecteur principal, placé de telle façon qu'en marche normale aucun écoulement ne se produit par cette tubulure. Dans la période de mise en marche, au contraire, par suite des différences de pression, un courant s'établira dans cette tubulure, ramenant une partie du fluide dans la chambre séparant les deux éjecteurs où il est alors repris et entraîné dans l'éjecteur principal qu'il remplit en partie en maintenant l'amorçage.

Les précieuses qualités des appareils que nous venons

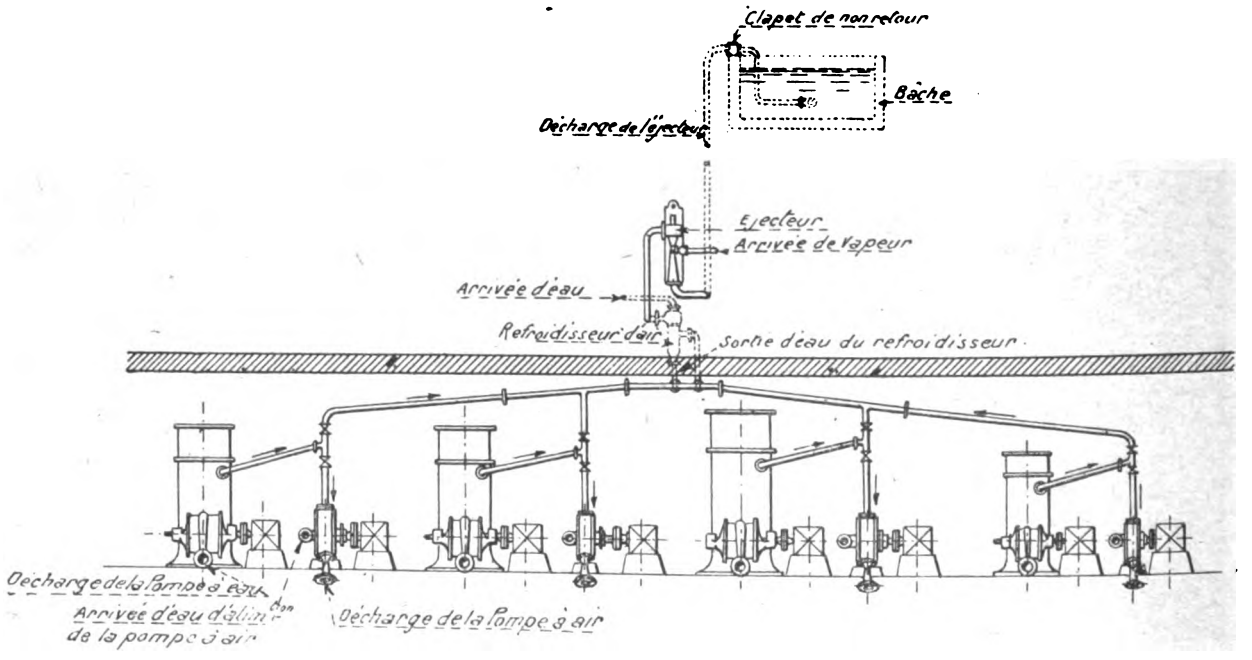


Fig. 6. — Installation d'un éjecteur à vapeur comme secours aux pompes à air d'une station centrale.

d'examiner et que nous pouvons résumer par : extrême simplicité; récupération totale des calories de la vapeur motrice et des gaz aspirés, par conséquent rendement maximum, grande facilité de mise en route et de surveillance, aptitude à la production de vides élevés, stabilité absolue, devaient en développer rapidement les applications industrielles et, en fait, de très nombreuses installations modernes en sont munies.

Dans plusieurs cas, on a conservé la pompe à air rotative Leblanc et on a adjoint un éjecteur de secours et d'appoint, pouvant être branché sur l'ensemble des condenseurs de la Centrale.

La figure 6 en montre un exemple avec quatre condenseurs par mélange munis déjà de leurs pompes à air rotatives.

Ces appareils pourront également être précieux pour l'amorçage rapide des pompes centrifuges de circulation des condenseurs par surface, de siphons de prise d'eau, etc..., c'est-à-dire dans tous les cas où, disposant de vapeur vive, on veut obtenir un vide élevé.

L. Conge,
Ingénieur, Chef des Services électriques à la poudrerie de Saint-Médard.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Congrès général du Génie civil (*Suite*)

TRAVAUX DE LA SECTION IX (*Suite*)

L'aménagement d'espaces libres destinés à être mis à la disposition des travailleurs pour y pratiquer la culture physique et les sports (1).

M. Paul Rousseau, après avoir démontré l'utilité absolue de l'éducation physique pour le développement de la race et étudié les différentes méthodes à employer, a proposé au Congrès du Génie civil d'adopter le projet de délibération ci-après.

Le Congrès général du Génie civil national et interallié :

Dans le but de favoriser la régénération de la race, de combattre les fléaux de l'alcoolisme, de la tuberculose et de la syphilis,

Afin de préserver, de conserver et d'améliorer la santé des travailleurs des usines par une culture physique et une pratique des sports qui leur assure les saines distractions auxquelles ils ont droit,

Emet le vœu :

Qu'à proximité de chaque centre ouvrier soient installés des terrains libres aménagés en stades d'exercice,

Que les municipalités fournissent gratuitement ces terrains,

Que les pouvoirs publics subventionnent ces entreprises,

Que toutes facilités soient données aux travailleurs qui utiliseront les espaces mis ainsi à leur disposition.

Et que le projet de loi rapporté par M. le sénateur Chéron au nom de la Commission de réorganisation de l'éducation physique dans l'enseignement soit sans retard déposé sur les bureaux des Chambres par le gouvernement.

(1) Rapport de M. Paul Rousseau.

TRAVAUX DE LA SECTION V

Treize rapports présentés à la section V, Physique et Chimie industrielles. L'un intéresse l'industrie en général; c'est celui de M. Fleurent, relatif à la « Création d'un Conseil d'Etat technique ». Trois autres se rapportent à l'enseignement chimique ; ils sont dus à MM. Kling, Besson et Bochand et ont donné lieu à un projet de résolutions présenté par M. Guiselin. Cinq ont pour objet les combustibles; l'un, intitulé « Les avantages économiques de l'industrie de la carbonisation de la houille », a été présenté par M. Berthelot; des quatre autres, qui se rapportent aux pétroles, trois sont dus à M. Guiselin, le quatrième à M. Fabien Thibaut. Enfin, quatre rapports sont tout à fait particuliers à l'industrie chimique; ce sont ceux de :

M. P. de Sisley sur l'Etat actuel et l'avenir de l'industrie des matières colorantes en France;

M. Lormand sur la Défense économique contre l'Allemagne de nos produits pharmaceutiques;

M. Crolard sur le Papier;

M. Carron sur la Taylorisation dans l'industrie chimique.

Nous donnons ci-dessous l'analyse des rapports ou des parties de rapports qui, par répercussion, présentent quelque intérêt pour les électriciens.

Création d'un Conseil d'Etat technique (1).

La création d'un Conseil d'Etat technique intéresse l'ensemble de nos industries; elle a été envisagée par la Section de Physique et Chimie industrielles en vue de permettre à nos gouvernants de prendre en toute connaissance de cause les mesures destinées à réparer les erreurs du passé et à profiter des leçons de la guerre.

Un premier rapport de M. Fleurent, présenté à la séance plénière du 12 juin 1917, a donné lieu à une étude très approfondie à la suite de laquelle la section s'est attachée à résoudre le problème de l'institution d'un organisme réalisant à la fois les divers desiderata exprimés par ses membres, en particulier par MM. Barbet, Bordas, Fleurent, Pagès, Lindet. M. Barbet réclamait l'exclusion presque systématique des fonctionnaires de ce Conseil, cependant officiel. M. Bordas désirait que cet organisme prenne la forme d'un Conseil technique composé à la fois de fonctionnaires et d'industriels recevant là une sorte de haute récompense morale. M. Pagès attachait une grande importance à ce que ce Conseil prenne surtout la forme d'un organe juridique et soit appelé à trancher les différends techniques entre les industriels et l'Etat. M. Lindet proposait de rattacher le Conseil technique au Conseil d'Etat. Enfin, M. Fleurent préconisait l'extension pure et simple du Comité consultatif des Arts et Manufactures en vue de lui donner le caractère d'une grande institution officielle chargée du soin, non seulement d'examiner les problèmes industriels et commerciaux, mais

(1) Rapport de M. E. Fleurent, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Digitized by Google

encore de procéder à des enquêtes et travaux de toute nature touchant les diverses branches de l'industrie française et étrangère.

A la suite d'une nouvelle discussion il fut décidé que : la présidence de l'institution devait être obligatoirement confiée à un technicien; que le nombre des fonctionnaires ne devait pas dépasser le tiers du total des membres; que ces fonctionnaires auraient seulement voix consultative. Il fut, en outre, entendu que le Conseil serait constitué par le Conseil consultatif des Arts et Manufactures tel qu'il a été institué puis complété par le décret du 25 avril 1917, auquel serait adjointe une section spéciale, dite Section de Contentieux. Un projet de décret fixant les détails d'organisation et de compétence fut également envisagé.

Ce rapport a été examiné par la Section X du Congrès dans sa séance du 25 février 1918, et cet examen a conduit aux observations suivantes : a) La qualification de Conseil d'État ne paraît pas s'appliquer exactement à un Conseil dans lequel les fonctionnaires en faisant partie n'auraient que voix consultative; un tel conseil serait, à cause de cela, toute autre chose qu'un organisme d'État; il vaudrait mieux l'appeler Conseil technique. b) Il existe des organes administratifs investis actuellement des attributions envisagées par le rapport, et les Chambres de Commerce pourraient très utilement s'acquitter du rôle prévu par le Conseil d'État technique. c) Parmi les attributions de ce Conseil figure la documentation technique et économique; or, la Section VIII du Congrès a étudié la création d'Offices de documentation et de statistique qui précisément rempliraient un rôle analogue.

Les modifications profondes à faire subir à l'organisation de l'enseignement chimique en France (1).

L'auteur estime que l'enseignement de la chimie en vue de son application à l'industrie a besoin d'être modifié plus profondément encore que l'enseignement d'autres sciences, celui de la mécanique par exemple.

Il signale, en s'y associant pleinement, le vœu déposé sur le bureau du Conseil municipal de Paris par M. Pierre Mahler relatif à la création d'« écoles d'apprentis manipulateurs de chimie » dont les élèves se recruteraient parmi les sujets un peu brillants, garçons et filles, de l'enseignement primaire. Ces écoles fourniraient des manipulateurs capables de décharger les véritables chimistes d'une part importante de leur travail.

Mais il reste à assurer le recrutement des ingénieurs-chimistes. Le rapporteur reconnaît que les Écoles de Chimie ont pu recruter d'excellents élèves dans les écoles primaires supérieures, mais il lui paraît infiniment souhaitable, si l'on veut à l'avenir des ingénieurs au sens étymologique du mot, qu'elles essaient de plus en plus d'atteindre des jeunes gens ayant fait de véritables études secondaires et pourvus du baccalauréat qui en est la sanction. Il lui paraît non moins souhaitable que l'enseignement secondaire s'attache « à apprendre à l'élève à observer, à analyser, à réfléchir, à penser et à travailler par lui-même », qu'on y diminue les leçons ex cathedra que des livres bien faits peuvent remplacer fort à propos, mais qu'on augmente tous exercices littéraires ou scientifiques susceptibles de développer l'initiative intellectuelle, la réflexion, la méthode et le jugement. A leur sortie de l'enseignement secondaire les futurs chimistes feraient une année d'enseignement supérieur dans les Facultés, où serait créé un diplôme analogue à ceux qui aujourd'hui sanctionnent les études de mathématiques, mécanique, etc. Ils se présenteraient alors à l'examen des écoles spéciales de chimie, lesquelles seraient de trois types suivant qu'elles formeraient des directeurs d'usines, des ingénieurs-chimistes ou des savants.

Les vœux qui résument ce rapport sont les suivants :

« 1° Que le titre de chimiste ne prête pas à une série d'acceptions différentes, mais qu'une distinction très nette soit établie entre les simples manipulateurs et les véritables ingénieurs-chimistes.

» 2° Que les manipulateurs recrutés parmi les élèves des écoles primaires, soient formés dans des écoles professionnelles créées ou adaptées à cet effet et dont l'enseignement aura un caractère nettement pratique.

» 3° Qu'au sortir du lycée, les futurs ingénieurs-chimistes suivent les cours théoriques de l'Université et soient astreints simultanément à des exercices pratiques, le concours d'entrée à l'école sanctionnant ce double travail.

» 4° Que les écoles chargées d'orienter les jeunes gens vers la chimie se partagent en trois catégories :

» *a*) Ecoles chargées de former les chefs d'usine;

» *b*) Ecoles techniques chargées de former les ingénieurs-chimistes;

» *c*) Ecoles de science pure chargées de former des savants.

» 6° Que seuls portent le titre d'ingénieur-chimiste, les jeunes gens ayant obtenu le diplôme de sortie de ces écoles. »

Projet d'une école supérieure de chimie appliquée (1).

Il paraît nécessaire au rapporteur de créer, au-dessus des Ecoles de Chimie appliquée des Universités et de l'École municipale de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris, une École supérieure de Chimie appliquée. Cette école serait organisée comme l'École supérieure d'Électricité.

A cette école serait annexé un Laboratoire central de chimie appliquée pour des essais, le contrôle et les recherches.

L'école se recruterait parmi les élèves des grandes écoles, des Instituts de Chimie appliquée, de l'École municipale de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris.

(1) Rapport de M. Kling, docteur ès sciences, directeur Laboratoire municipal de Paris.

(1) apport de M. Paul Besson.

Digitized by Google

La réforme de l'enseignement chimique en France [1].

Après avoir consulté différents groupements de chimistes, le rapporteur estime qu'il n'est pas nécessaire d'augmenter le nombre des centres d'instruction de la chimie, lesquels sont à l'heure actuelle : Bordeaux, Lille, Montpellier, Nancy, Toulouse et Paris et qui peuvent donner annuellement environ 300 chimistes.

Il conviendrait que toutes ces écoles aient le même programme d'enseignement général de la chimie. La durée normale des études serait de trois années. Une quatrième année, dite de spécialisation, comprendrait l'étude appliquée des industries de la région et pourrait être suivie, soit par les élèves de l'école même, soit par les élèves des autres centres désirant chercher leur voie dans l'une des industries spécialement étudiées dans les écoles régionales.

Les programmes des concours d'admission devront être aussi complets qu'il est nécessaire au point de vue des mathématiques, lesquelles seront étudiées à l'école comme sciences d'application Pour la mécanique, le programme d'admission pourrait être celui exigé au concours des Écoles d'Arts et Métiers (dessins et travaux pratiques). En ce qui concerne la physique et la chimie, les programmes s'arrêteraient aux études théoriques et pratiques de ces sciences faites dans les cours du P. C. N. (sciences physiques, chimiques et naturelles).

Résolutions concernant l'enseignement technique de la chimie appliquée [2].

Après avoir discuté les rapports signalés ci-dessus de MM. Kling, Besson et Bochand et après avoir entendu les explications présentées à la réunion du 10 janvier 1918, notamment par MM. les professeurs Haller, Marchis, Kling, Marquis et MM. les industriels Pascalis, Pages, Manoury, la Section de Physique et de Chimie industrielles a adopté les résolutions suivantes :

« 1° Les écoles de chimie destinées à former des chimistes pour l'industrie, donneront en premier lieu à leurs élèves une solide culture générale, comportant à la fois l'enseignement de la chimie, de la physique, des mathématiques, de la mécanique; le programme d'études pour les trois dernières sciences étant cependant limité à celui imposé par les nécessités d'une application efficace de la première dans la grande industrie chimique.

» 2° Les écoles de chimie donneront en outre aux élèves l'habitude de mesurer, de comparer, de contrôler et de déduire, en les obligeant à des manipulations constantes et à des travaux pratiques, choisis précisément parmi ceux qu'ils rencontreront au début de leur carrière dans la petite industrie, afin qu'ils puissent à la rigueur remplir le multiple rôle de chimiste, d'ingénieur, de mécanicien, d'architecte... A cet effet, les élèves chimistes recevront à l'école des notions suffisantes de mécanique appliquée, de calcul de résistance de matériaux; ils s'exerceront au dessin industriel et à main levée.

» 3° Toutes les écoles de chimie existant en France et celles qui pourraient être créées après la guerre, s'efforceront d'unifier le programme des premières études destinées surtout à former et à préparer l'élève à la spécialisation.

» Pour cela, dans chacune de ces écoles, seront professés des cours spéciaux sur les industries de la région qui permettront aux élèves de se spécialiser dans l'étude de ces branches bien déterminées de la chimie appliquée. Ces cours spéciaux seront complétés par des travaux et manipulations pratiques, effectués dans des ateliers et si possible dans les laboratoires de recherches, où l'élève apprendra à réfléchir et à constater qu'il existe encore bien autre chose à apprendre et à trouver, que ce qui lui a été enseigné et signalé à l'école. Ces ateliers et laboratoires seront outillés en conséquence, ils pourront être subventionnés par les industriels et recevoir des dons en nature ou en argent.

» 4° Les cours de spécialisation et les laboratoires de recherches des écoles de chimie seront ouverts non seulement aux élèves de l'école, mais encore à ceux des autres écoles de chimie qui désireraient étudier la chimie propre des industries de la région. L'enseignement n'y sera pas donné à titre gratuit; les boursiers eux-mêmes devront prendre l'engagement d'honneur de rembourser les frais de leurs études, lorsque les circonstances le leur permettront.

» 5° Une conférence générale entre les directeurs et professeurs de toutes les écoles de chimie de France, pourrait avoir lieu après la guerre, en vue de répartir entre toutes les différents instituts de spécialisation adjoints à chacune d'elles.

» 6° Les programmes d'examen d'entrée dans les écoles de chimie exigeront des candidats, des connaissances générales en physique, chimie et mathématiques, supérieures à celles que l'on demande pour le baccalauréat; ils aideront à s'assurer que les futurs chimistes possèdent une culture intellectuelle et littéraire suffisante pour leur permettre d'aspirer aux hautes situations de l'industrie Cette culture correspondant, au minimum, à celle des élèves ayant fait leurs humanités.

» 7° Les cours et laboratoires des écoles proprement dites seront libres et payants. Les élèves seront soumis à une surveillance et les notes d'examen pourront tenir compte de leur assiduité.

» Aux cours de chimie, de physique, de mécanique, de mathématiques, de dessin, seront adjoints des cours supplémentaires, non obligatoires, où les élèves recevront des notions d'économie politique, de bonne administration, de finance et même de comptabilité qui pourront les aider, dans l'avenir, à acquérir les hautes situations de l'industrie réservées jusque-là aux anciens élèves des grandes écoles actuellement existantes.

» La V^e section estime, dans ces conditions, que l'industrie chimique en France pourrait recruter des directeurs chimistes, des ingénieurs-chimistes et des manipulateurs aux divers stades de l'instruction donnée dans

[1] Rapport de M. CHAND, ingénieur-chimiste E. P. C. I.
[2] Présentées par M. GUISELIN, ingénieur E. P. C., vice-président de la section V, faisant fonction de secrétaire.

Digitized by Google

les écoles de chimie, sans qu'il soit nécessaire de recourir à la création d'écoles supérieures, réellement spéciales.

» En résumé, toutes les Ecoles de chimie de France auraient un enseignement général uniforme et se distingueraient les unes des autres par leurs cours de spécialisation ouverts à tous.

» Cette forme nouvelle de l'enseignement de la chimie appliquée supprimerait la concurrence entre les Ecoles de chimie qui, dès lors, pourraient toutes concourir au but commun : celui de former des chefs (officiers et sous-officiers) à l'industrie chimique. »

(*A suivre.*)

Revues, analyses et informations

Les progrès de l'industrie des combustibles pendant la guerre.

Sous ce titre, M. Emilio Damour vient de faire paraître un article (1) dont nous donnons ci-dessous une analyse étendue en raison de l'intérêt de la question ; on y trouvera les deux points de la question, « meilleure utilisation des combustibles » et « nouveaux combustibles » que l'auteur étudie particulièrement, ainsi que ses conclusions.

I. — Meilleure utilisation des combustibles. — 1. *Combustibles solides.* — On sait que les principales causes du mauvais rendement des foyers à combustibles solides sont : la combustion incomplète (pertes par les escarbilles) ; le mauvais réglage de la combustion donnant lieu à un excès d'air dans les fumées ; la température excessive des fumées à la sortie des foyers.

La *perte par escarbilles*, très variable suivant la façon dont est fait le décrassage, peut atteindre 8 à 10 pour 100.

L'emploi des grilles mécaniques permet bien de réduire cette perte, mais il ne la supprime pas complètement. Aussi a-t-on songé à séparer le charbon des stériles dans les escarbilles. Divers appareils ont été imaginés dans ce but ; peu répandus avant la guerre parce que le prix relativement bas des combustibles rendait leur emploi peu intéressant, ils sont aujourd'hui employés par plusieurs sociétés industrielles. Les Aciéries de la Marine et d'Homécourt, qui installent en ce moment dans leurs usines d'Assailly des rhéo-laveurs, système Fives-Lille, vont commencer très prochainement à titre d'essai, dans les usines de Saint-Chamond, l'installation d'un appareil « Rouveure » pouvant traiter 25 t de crasses par jour avec possibilité de doubler immédiatement la production. D'autre part, MM. Manhes et Teissier du Gros frères, à Toulouse, construisent un appareil fondé sur la propriété que possèdent les escarbilles de charbon pulvérisé de rester à la surface de l'eau tandis que les stériles tombent au fond ; cet appareil exige un broyage préalable et ne récupère le charbon que sous forme de menus, mais les inventeurs affirment que la récupération est complète et la séparation parfaite. Enfin un autre mode d'utilisation des déchets de combustible a été employé par les chemins de fer italiens qui fabriquent des briquettes contenant trois quart de charbon et un quart de fraisil de locomotives ; ces briquettes donnent de bons résultats et permettent ainsi d'utiliser par mois 1 700 t de déchets (2).

La *perte par mauvais réglage de la combustion* est plus importante que la précédente : elle peut quelquefois dépasser 20 pour 100. Des essais faits aux Aciéries de la Marine et d'Homécourt sur une batterie de chaudières ont permis, par la seule diminution de l'air en excès dans le foyer, de réaliser une économie de 16,5 pour 100. Pour obtenir un pareil résultat, aucune installation coûteuse n'est nécessaire ; une surveillance efficace du personnel suffit, et l'ingénieur possède pour se rendre compte des progrès réalisés, un moyen de contrôle très simple : c'est l'analyse des fumées, qui peut se faire très rapidement et plusieurs fois par jour, pour ainsi dire sans dépense (1).

La *perte par les fumées* est d'importance variable suivant la température de régime des foyers considérés : faible dans les chaudières, la température du gaz rejeté à la cheminée ne dépassant pas 250 à 300°, elle peut atteindre 60 pour 100 dans les fours à réchauffer ou à forger où cette température s'élève à 1 200° au moins. Un moyen très simple de diminuer cette perte, employé d'ailleurs depuis longtemps, consiste à utiliser les chaleurs perdues de ces fours à chauffer des chaudières. Depuis la guerre on est allé plus loin dans la voie de l'économie et on a cherché à diminuer encore la perte par les fumées, même dans les foyers à basse température. De là l'emploi de réchauffeurs d'air à la suite des chaudières, des chaudières à basse pression à la suite des moteurs à explosion, etc. ; on peut citer encore l'emploi du tirage induit ou tirage par ventilateur, qui permet d'envoyer les gaz à la cheminée à une température de 100° ou 150°, insuffisante pour le tirage naturel.

2. *Combustibles gazéifiés ou pulvérisés.* — L'emploi des combustibles gazéifiés ou pulvérisés a permis de pousser l'économie beaucoup plus loin, car il est plus facile alors de réaliser la combustion complète, sans escarbilles, et de se rapprocher de la combustion neutre par suite du mélange intime de l'air et du combustible. Trois solutions peuvent être adoptées.

La *carbonisation*, solution qui consiste à distiller toutes les houilles, même de qualité inférieure, à utiliser directement le gaz riche, recueillir les sous-produits, employer le coke produit soit en haut fourneau, soit en gazogène (2).

L'auteur écrit à son propos : « Ce mode d'emploi de la houille peut être intéressant actuellement à cause de la

(1) E. Damour : Les progrès de l'industrie des combustibles pendant la guerre ; *Chimie et Industrie*, septembre 1918, t. 1, p. 378-385.

(2) *Le Génie civil*, juillet 1918, t. LXXIII, p. 45.

(1) On trouvera des détails sur l'organisation du service d'économies de combustibles des Aciéries de la Marine et d'Homécourt dans une étude de M. Théodore Laurent, directeur général de ces Aciéries, parue dans la *Revue de Métallurgie*, mars-avril 1918, t. XVII, p. 117-126.

(2) L'auteur donne à ce sujet les indications bibliographiques suivantes :

L'utilisation rationnelle des combustibles en Allemagne et la gazéification complète des combustibles solides. *Le Génie civil*, 3 novembre 1917, t. LXXI, p. 293.

L'emploi du coke comme combustible. *Chemiker Zeitung*, 1916, n° 39, p. 285.

Les combustibles gazeux dans les années 1912 à 1915. *Chemiker Zeitung*, 1916, n°s 151 à 156.

L'emploi rationnel des combustibles. *Chemiker Zeitung*, 1917, n°s 56 à 57, p. 393-395.

Digitized by Google

hausse énorme des sous-produits, mais il est douteux qu'il puisse être l'unique solution dans l'avenir. En tout cas, certains sous-produits, comme le brai, étaient avant la guerre d'une vente difficile (1). On ne récupère, d'ailleurs, sous forme d'ammoniaque que 10 pour 100 de l'azote total. D'autre part, le coke des charbons inférieurs a peu de valeur. Enfin, l'utilisation des calories est loin d'être complète. »

La *gazéification en gazogènes* a l'inconvénient de rendre difficile la récupération des sous-produits. Cependant le procédé Mond permet d'obtenir du sulfate d'ammonium en proportion plus forte que la carbonisation, et, d'après diverses publications, un autre procédé pour l'obtention de ce même produit vient d'être mis au point par Feld, en Allemagne, et est appliqué depuis peu dans une usine allemande (2). D'autre part, comme utilisation des calories, la gazéification est très supérieure à la carbonisation : si dans un gazogène on récupère la chaleur par le chauffage de l'air primaire, le rendement peut se rapprocher de 100 pour 100. En outre, les gazogènes permettent l'emploi de combustibles inférieurs dans d'excellentes conditions. Leur seul inconvénient est que, même dans les plus perfectionnés, le travail du gazier est pénible, et que la qualité du gaz dépend du plus ou moins de soins de cet ouvrier.

La *pulvérisation* (3) évite cet inconvénient, et, d'après les industriels qui ont préconisé ce procédé, il possède sur les gazogènes certains autres avantages. Le combustible est, par suite de son extrême division, tout à fait analogue à un gaz et on peut réaliser un mélange intime d'air et de charbon et un réglage parfait de la combustion.

3. *Combustibles liquides.* — L'emploi des huiles lourdes (goudron, pétrole) s'est développé en France depuis la guerre, soit pour l'alimentation des moteurs Diesel, soit pour le chauffage de certains fours avec brûleurs appropriés. C'est ainsi que les Aciéries de la Marine et d'Homécourt ont installé des moteurs Diesel à Assailly et au Boucau, des fours à ogiver les obus à Saint-Chamond, des chaudières à huile lourde à Saint-Chamond, etc. Le prix élevé de ces combustibles en limite malheureusement l'emploi.

II. Nouveaux combustibles. — Dans cette partie de son étude l'auteur envisage successivement la tourbe, le lignite, le bois et les charbons inférieurs. Les nombreux articles qui ont été publiés ici sur les deux premiers de ces combustibles nous permettent d'être bref.

1. *Tourbe.* — La gazéification de la tourbe avec récupération de sous-produits est pratiquée en Italie, en Allemagne, en Norvège, en Angleterre, etc. On obtient, avec une tourbe à 50 pour 100 d'eau, du coke utilisable directement et un gaz à 1350 calories au mètre cube, contenant entre autres constituants 40 pour 100 environ d'azote qu'on peut transformer en sulfate d'ammonium; on recueille, en outre, du goudron et des huiles lourdes. Deux usines italiennes réalisent de beaux bénéfices grâce à la vente du sulfate d'ammonium qu'elles produisent par le procédé Mond. « Il y a lieu toutefois d'ajouter qu'il règne une certaine incertitude dans l'avenir sur la valeur du sulfate d'ammonium résultant de la découverte du procédé Haber (ammoniaque synthétique) employé en Allemagne. De sorte qu'il est difficile de prévoir l'avenir réservé à la tourbe après la guerre. »

2. *Lignite.* — A Marseille et à Pau on a distillé un mélange de 15 pour 100 de lignite et 85 pour 100 de houille; le gaz produit est distribué comme gaz d'éclairage.

3. *Bois.* — Certaines villes (Angers, Arcachon, etc.) distribuent depuis la guerre, comme gaz d'éclairage, du gaz mixte de houille et de bois, à raison de un quart de gaz de bois pour trois quarts de gaz de houille.

Certaines usines à bois, comme l'usine de carbonisation de bois de Pantaléo (Sardaigne), l'usine de fabrication de bobines d'Helsingfors, en Finlande, emploient le gaz de déchets de bois comme gaz de chauffage et de force motrice. En Suède, on utilise depuis 1857 des gazogènes au bois. En France, la verrerie de la Vieille-Loge est alimentée avec du gaz de bois; celle de Chalon-sur-Saône avec du gaz de houille et du gaz de bois mélangés.

4. *Charbons inférieurs.* — Parmi les charbons extraits des mines, il en existe que leur très forte teneur en cendres rend inutilisables dans les foyers ordinaires. Dans ces dernières années on a réussi à les utiliser avantageusement sur le carreau de la mine pour la production d'énergie électrique soit au moyen de chaudières et de moteurs à vapeur, soit au moyen de gazogènes et de moteurs à gaz.

III. — Conclusions. — Nous les reproduisons textuellement :

« Depuis la guerre et surtout depuis 1915, toutes les nations belligérantes, même celles qui pratiquaient autrefois le gaspillage le plus irraisonné du combustible et de la puissance motrice, se sont appliquées à économiser aussi bien les calories que les produits dérivés des combustibles.

» De l'ensemble des efforts tendant à ce but sont nées ou se sont développées trois méthodes : la carbonisation, la gazéification, la pulvérisation.

» La première a l'avantage précieux en temps de guerre, beaucoup moins appréciable quand la production des explosifs sera réduite, de recueillir tous les sous-produits : benzène, toluène, brai, goudrons, mais elle coûte en calories toute la chaleur nécessaire à la carbonisation; à cet égard, elle n'est pas économique. Le coke sous-produit (bye, product coke) n'est d'une utilisation industrielle facile que lorsque la houille traitée présente une teneur suffisante en matières volatiles. Nous ne croyons pas que le procédé se généralise au delà d'une certaine limite de charbon maigre, même en pratiquant la distillation à basse température préconisée et très discutée à l'heure actuelle. Le procédé de carbonisation récupère aussi un peu d'azote sous la forme de sulfate d'ammoniaque, mais en faible proportion; c'est un autre avantage, de peu d'importance, à son actif.

» La seconde solution, la gazéification par gazogène, avantageusement complétée par une centrale électrique avec moteurs à explosion, est celle qui donne la meilleure utilisation des calories, avec un rendement qui peut être au gazogène de 90 à 95 pour 100 et à la centrale de 30 à 35 pour 100. Nous la croyons appelée à un certain développement, surtout auprès des houillères, et notamment des nouvelles exploitations de combustibles médiocres qui,

(1) Rappelons, à ce propos, les articles suivants parus dans ces colonnes :

E. Pierret. La distillation de la houille et l'utilisation directe au chauffage du goudron et du brai. *R. G. E.*, 12 janvier 1918, t. III, p. 61-65; — La distillation du goudron et l'utilisation de ses éléments. *R. G. E.*, 23 février 1918, t. III, p. 301-303.

(2) *Chemiker Zeitung*, 18 août 1917; article reproduit dans *Le Génie civil*, 4 mai 1918.

Voir aussi : Le soufre du gaz de houille. *L'Industrie chimique*, 1915, nos 39-40, p. 605-626.

(3) Voir :

Les économies de combustibles obtenues par l'emploi du charbon pulvérisé. *R. G. E.*, 29 juin 1918, t. III, p. 939-943.

L'emploi de combustibles pulvérisés dans les générateurs de vapeur *La Métallurgie*, 12-19 juin 1918, nos 24-25, p. 873-909.

Une nouvelle méthode de combustion du charbon. *The Iron Age*, 28 février 1918, p. 547.

Digitized by Google

sans cela, ne survivront peut-être pas à la guerre. Cette solution du gazogène devrait être étayée sur la récupération de l'azote, dont les procédés Mond démontrent la possibilité et dont il serait bien intéressant de poursuivre l'étude et de fixer scientifiquement les meilleures conditions.

» La troisième solution, la pulvérisation, s'est surtout développée aux Etats-Unis, parce qu'elle supprime toute la main-d'œuvre spéciale et coûteuse des chauffeurs. Son principal avantage est cette économie de travail humain; elle ne peut donner aucune récupération de sous-produits ou d'azote. Malgré les très intéressants efforts faits en France pour y introduire le procédé, nous ne croyons pas à son développement en métallurgie, sauf peut-être pour les fours à réchauffer de grosse forge ; nous ne voyons d'application très intéressante que dans les chaudières des grandes centrales électriques où l'emploi du charbon pulvérulent donne à tout point de vue de meilleurs résultats et un meilleur rendement que les foyers les plus perfectionnés à chargement continu et à décrassage automatique.

» Ainsi, chaque solution a ses avantages et ses applications que nous résumons par trois exemples : dans de grandes centrales électriques, celles de Paris par exemple, nous recommanderions la pulvérisation; dans une aciérie jointe à des forges et ateliers comme il en existe tant dans la Loire, nous sommes partisans de la gazéification avec batteries centrales de gazogènes; dans une usine sidérurgique possédant des hauts fourneaux nous recommandons la carbonisation poussée aussi loin que possible, c'est-à-dire jusqu'à la suppression complète du charbon cru dans l'usine.

» Quelques mots en terminant sur les nouveaux venus, sur tous ces combustibles que la hausse des prix a fait sortir de terre, bien souvent pour la plus grande peine des ingénieurs à qui on en impose l'emploi.

» Beaucoup de ces exploitations sont appelées à disparaître, et cependant combien il serait désirable que le merveilleux effort d'où elles sont nées ne soit pas tout perdu et que toutes celles qui sont simplement viables, subsistent : le meilleur moyen d'atteindre ce but est la création d'usines électriques près de la mine, partout où la houille blanche n'est pas un concurrent invincible. Nouveaux exploitants et pouvoirs publics devraient favoriser cette solution.

» On se saurait non plus, sans regret, voir tomber à rien l'effort d'études et de recherches qui s'est poursuivi autour de la tourbe dont la France est si abondamment pourvue. Il ne faut pas perdre de vue que le rapport de l'azote au carbone dans la tourbe est triple de ce qu'il est dans les houilles, de sorte que la récupération de l'azote seul en justifierait l'exploitation; on ne doit pas davantage oublier que toute la difficulté du problème réside dans une question de séchage dont la réalisation n'est pas théoriquement impossible par un séchoir récupérateur dont nous avons indiqué le principe ; si cette difficulté était résolue, l'utilisation pratique de tourbe serait possible en France comme elle l'est en Italie.

» Nous ne saurions terminer ces remarques sans attirer l'attention, pour l'avenir, sur tous les efforts actuels en vue de l'utilisation de tous les déchets, résidus, escarbilles, sciures. Combien il est désirable que ces habitudes d'économie se conservent, car on ne se rend pas compte en général de l'importance en calories de tous ces combustibles perdus. Pour cela il faut perfectionner les appareils d'utilisation, foyers ou gazogènes, au point que les combustibles inférieurs ne soient pas d'un emploi plus pénible que les bons charbons.

» C'est par l'ensemble de ces mesures que la France pourra supporter, pendant et après la guerre, la crise charbonnière dont la durée se prolongera sans doute, et à laquelle nous devrons parer par tous les moyens en notre pouvoir. »

Assemblées générales

Appareillage électrique Grivolas.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 21 AOUT 1918.

L'équipement et l'organisation de l'usine de Bobigny ont nécessité une dépense de 1 100 481,17 fr. Divers achats de matériel et les dépenses de l'usine de Montreuil s'élèvent à 32 084,88 fr.

L'augmentation du capital de 3 500 000 fr à 5 000 000 fr votée par l'assemblée extraordinaire a eu un plein succès.

Pendant cet exercice, le solde bénéficiaire s'est élevé à 739 896,41 fr, en augmentation de 227 937,71 fr sur le solde de 1916.

Sur ce bénéfice il est versé 51 548,97 fr à la réserve légale, un premier dividende de 5 pour 100 sur le capital versé et 46 096,74 fr aux attributions statutaires.

Il reste 414 870,70 fr, en y ajoutant le report 1916-1917, 120 592,65 fr, on obtient une somme de 535 463,65 fr sur laquelle un dividende supplémentaire de 5 fr par action est prélevé et 129 280,20 fr portés à la réserve.

Le report à nouveau est de 156 183,45 fr.

BILAN AU 31 MARS 1918.

Actif.

	fr
Apports, matériel, agencements, mobilier et divers	1 196 491,70
Immeubles rues Volta et Montgolfier	669 702,52
A reporter	1 866 194,22
Report	1 866 194,22
Usine de Montreuil	331 957,76
Terrain et usine de Bobigny	1 532 708,70
Matières premières	1 746 358,59
Marchandises fabriquées	884 705,69
Débiteurs divers	2 070 226,33
Obligations amorties	32 500 »
Actionnaires	452 400 »
Portefeuille-titres	815 827,25
En caisse et en banque	1 183 618,33
	10 916 496,77

Passif.

	fr
Capital	5 000 000 »
Obligations	1 500 000 »
Coupons restant à payer	32 013,25
Obligations à rembourser	9 990 »
Créanciers divers	1 738 575,18
Crédit Foncier	189 340,45
Réserve légale	245 370,70
Réserve	150 000 »
Réserve pour divers et imprévus	27 000 »
Provision pour dépréciation du portefeuille titres	4 513,50
Amortissements	1 000 000 »
Caisse de prévoyance	38 485,26
Prime d'émission	120 719,80
Report de l'exercice 1916-1917	120 592,95
Bénéfice de l'exercice 1917-1918	739 896,41
	10 916 496,87

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

La guerre et les concessionnaires

Extension du droit à indemnité.

Ainsi que nos lecteurs le savent, plusieurs arrêts du Conseil d'Etat ont reconnu aux concessionnaires de services publics un droit à indemnité dans le cas où, « d'une part », le bouleversement économique dû à l'état de guerre a pour conséquence de modifier profondément les conditions dans lesquelles s'exerce la concession, et dans le cas où, « d'autre part », l'autorité concédante ne se met pas d'accord avec le concessionnaire pour assurer dans de nouvelles conditions cet exercice de la concession. Mais le Conseil d'Etat n'avait jamais eu à trancher en termes formels la question de savoir si cette indemnité peut être réclamée dans le cas où la Compagnie concessionnaire a vu diminuer ses bénéfices du fait de la guerre, aussi bien que dans le cas où, pour la même cause, elle se trouve en déficit. Pour la première fois, un Conseil de Préfecture vient d'avoir à trancher la question. L'article ci-dessous expose et justifie la solution favorable aux concessionnaires qui est intervenue.

Le Conseil de Préfecture du Finistère vient de rendre, le 2 août dernier, un arrêté qu'il est essentiel de signaler.

Il tranche en effet pour la première fois la question de savoir si un concessionnaire a le droit de réclamer au concédant une indemnité à raison des charges imprévues que lui impose l'état de guerre, alors même que ces charges n'ont pas eu pour résultat de le constituer en perte ou en déficit, mais seulement de diminuer, dans une proportion très importante, les bénéfices que lui assurait le jeu normal de la convention.

I. — Voici dans quelles conditions se présentait l'affaire :

La Compagnie des Chemins de fer départementaux du Finistère exploite un réseau composé de cinq lignes.

La formule d'exploitation peut se résumer comme suit :

Le département concédant garde, en principe, toutes les recettes, mais il verse au concessionnaire une somme kilométrique forfaitaire proportionnelle à ces recettes. Moyennant ce versement à lui fait, le concessionnaire doit supporter toutes les dépenses. Cette somme forfaitaire a d'ailleurs, dès l'origine, été calculée en vue de laisser au concessionnaire, toutes dépenses payées, un bénéfice à peu près égal à la part de recettes restant au département.

En fait, ce partage à peu près égal avait été réalisé jusqu'à la veille de la guerre et, comme l'exploitation était très productive, ces parts représentaient, l'une et l'autre, un bénéfice important.

La guerre bouleversa bien entendu les conditions d'exploitation.

Les dépenses de main-d'œuvre, de charbon, d'huile et de toutes matières premières augmentèrent dans les proportions que l'on sait ; d'où une énorme diminution du bénéfice de la compagnie.

Par contre, la part de recettes revenant au département ne subissait aucune diminution puisqu'elle n'était pas calculée en fonction des dépenses.

Non seulement elle ne subissait aucune diminution, mais elle était en augmentation du fait que les recettes s'étaient accrues.

La compagnie fit observer au département que ce déséquilibre dans le partage des bénéfices était contraire en même temps à l'équité et à l'esprit du contrat. Cette situation anormale étant la conséquence du bouleversement économique dû à l'état de guerre, le département — ajoutait la compagnie — est tenu, en vertu des principes posés par le Conseil d'État, de rétablir l'équilibre. Un concessionnaire ne saurait être tenu d'exécuter ses obligations dans des conditions si différentes de celles prévues à l'origine.

Le département ne voulut rien entendre.

La compagnie s'adressa donc au Conseil de Préfecture. Et le Conseil de Préfecture lui a donné raison.

Il a admis que la conception initiale du contrat était bouleversée du moment que la hausse des matières premières due à l'état de guerre avait pour résultat de réduire dans des proportions considérables les bénéfices du concessionnaire et d'augmenter, au contraire, dans la même proportion, les bénéfices du département.

II. — Cette décision est conforme à l'esprit des arrêts du Conseil d'État.

Dans aucun de ses arrêts, en effet, cette haute juridiction n'a tiré argument de la situation déficitaire dans laquelle se trouvait le concessionnaire. Bien mieux, à la lecture de ces documents, il est impossible de se rendre compte si la société concessionnaire était ou non en perte.

Ce qui détermine le Conseil d'État, c'est la considération non pas d'une perte subie, mais d'un contrat bouleversé dans toutes ses prévisions :

Digitized by Google

« Par suite de la hausse du prix de revient du charbon, disait le commissaire du gouvernement, la Compagnie d'éclairage de Bordeaux ne peut plus assurer le service public *dans les conditions prévues au contrat de concession.* »

« La puissance publique — dit-il encore — doit tenir compte au concessionnaire de l'excédent des charges dépassant le maximum des difficultés (ou le maximum de l'amplitude des variations économiques) *dont la prévision était possible* au moment où l'on avait contracté.

» La puissance publique est tenue de le faire puisque, *au delà du maximum de difficultés qu'on pouvait prévoir, le concessionnaire ne serait pas obligé d'assurer le service* en vertu de son contrat. »

Et plus loin :

« Le concessionnaire ne peut être tenu de faire face à des sujétions *extra contractuelles.* »

Et encore :

« Les parties contractantes avaient prévu une hausse, mais une hausse qui, *dans leur esprit*, était limitée à un certain chiffre. »

Le Conseil général du Finistère avait donc été mal inspiré en justifiant le refus qu'il opposait au concessionnaire par ce premier et simple motif : que « le département n'est pas en face d'une de ces situations désastreuses... qui justifient un dédommagement ! »

Peu importe, a fort justement répondu le Conseil de Préfecture, que la soctété ne soit pas, à strictement parler, *en perte ou en déficit.* Il suffit que les prévisions de son contrat soient complètement bouleversées. Et elles le sont.

Il suffit que les charges de la compagnie dépassent le maximum de ce qu'il était possible de prévoir.

Il peut en effet y avoir charges extra-contractuelles sans qu'il y ait déficit.

Le législateur paraît d'ailleurs l'avoir admis, aussi bien que le Conseil d'État. La loi du 23 janvier 1918 (loi Failliot) semble bien en effet viser les deux hypothèses lorsqu'elle dit :

« Les contrats peuvent être résolus s'il est établi qu'à raison de l'état de guerre, l'exécution des obligations de l'un des contractants *entraînera pour lui des charges* ou *lui causera un préjudice*, dont l'importance dépasserait de beaucoup les prévisions, etc. »

Ces expressions n'auraient point de sens si elles ne visaient pas deux cas distincts : *d'une part* le cas où le contractant subit une perte effective, un déficit, que la loi — improprement d'ailleurs — qualifie de « préjudice », et, *d'autre part*, le cas où le contractant, sans subir aucune perte effective et sans se trouver en déficit, a cependant à supporter des *charges* imprévues.

III. — Le département invoquait un autre argument : les diminutions de bénéfices subies par la compagnie depuis la guerre sont — disait le département — largement compensées par les gains importants qu'elle a réalisés avant la guerre.

Le Conseil de Préfecture a fort justement rejeté cette prétention.

Les gains que le concessionnaire a réalisés au cours des années normales ont pour contre-partie les pertes qu'il a subies — ou qu'il aurait pu subir — pendant les mêmes années normales.

C'est le jeu même des contrats de concession.

Les parties ont tenu compte, lorsqu'elles ont contracté, de la hausse et de la baisse possible des matières premières, des matériaux, de la main-d'œuvre, etc. Elles ont tenu compte des variations économiques probables, vraisemblables, prévisibles.

Mais celles qui ne pouvaient être prévues ?

Par définition même, il faut bien admettre que les parties n'en ont pas tenu compte.

Le concessionnaire qui subit des phénomènes économiques de cette sorte est donc *hors de son contrat.* C'est le mot même qu'a employé le commissaire du gouvernement.

Il est tellement *hors de son contrat* que s'il ne s'agissait pas d'un service public, la résiliation du contrat devrait être prononcée ou, plus exactement, constatée par justice.

Mais le service public ne peut être interrompu. C'est pour cela, et uniquement pour cela, que la résiliation ne peut être demandée.

Le concessionnaire n'en est pas moins dans la situation d'un contractant dont les engagements ne subsistent plus tels qu'ils étaient à l'origine.

***

Nous espérons fermement que le Conseil d'État adoptera cette thèse lorsqu'elle viendra à lui être soumise. Il n'aura pas, en tout cas, à se prononcer à propos de l'arrêté du Conseil de Préfecture du Finistère. A la suite et en conséquence de cet arrêté du 2 août dernier, un arrangement est intervenu entre le département et la compagnie. Mais d'autres instances du même ordre sont pendantes devant d'autres Conseils de Préfecture. Nous ferons connaître à nos lecteurs les arrêtés qui seront rendus.

Fernand PAYEN,
Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF : Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. TOME IV. — N° 18. 2 NOVEMBRE 1918.

AVIS. — *La nécessité de restreindre la consommation du papier nous met dans l'obligation de limiter au strict nécessaire le tirage de nos exemplaires. Nous prions donc instamment ceux de nos abonnés dont l'abonnement expire au 31 décembre (et pour l'instant nous nous adressons particulièrement à nos abonnés de l'Etranger) de nous envoyer le montant de leur renouvellement avant cette date, s'ils veulent éviter une interruption dans l'envoi des numéros et le risque de ne pouvoir se procurer ensuite les numéros non envoyés. Il est rappelé que les lecteurs qui reçoivent leurs numéros par l'intermédiaire des Syndicats de l'Electricité doivent s'adresser directement au Syndicat dont ils font partie et non à nos bureaux.*

Chronique. — Un exemple de l'emprise allemande sur l'industrie française avant la guerre. — Les conférences sur le « Scientific Management » au Conservatoire national des Arts et Métiers. — Bibliographie : I Fenomeni elettro-atomici sotto l'azione del Magnetismo, par Augusto RIGHI, p. 641-642.

Section scientifique et technique. — Diagramme de fonctionnement des moteurs série polyphasés à collecteur, par A. TUMERELLE, p. 643. — Revues, analyses et informations : Méthode d'essai des diélectriques, p. 648 : Les fonctions électrosphériques sous forme de déterminants ; p. 651 ; Efforts internes développés dans les métaux et alliages par l'effet d'un refroidissement rapide, p. 652.

Section industrielle. — Etude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice, par E. MAYNARD, p. 653. — Aménagement des usines hydro-électriques de « pointes ». Chutes moyennes et hautes chutes. De l'étude des divers organes hydrauliques. par A. CAUSSE et H. GOUA, p. 676. — Revues, analyses et informations : Bénéfices résultant de l'utilisation à la fabrication synthétique de l'acide chlorhydrique, de l'hydrogène et du chlore provenant de l'électrolyse des chlorures alcalins, p. 676 ; Appareil de mesure de la perte à la cheminée et des éléments constitutifs de cette perte, p. 667. — Notes pratiques : L intensification de la production obtenue par l'emploi de compteurs enregistreurs, p. 678.

Section de Législation. — Concession de service public et la guerre. Arrêt du Conseil d'Etat, des 27 juillet et 3 août 1917, Compagnie des Messageries maritimes, par Paul BOUCAUD, p. 679. Législation, jurisprudence, réglementation : Documents de jurisprudence, p. 680.

Un exemple de l'emprise allemande sur l'industrie française avant la guerre. — A propos de la question posée dans le « Bulletin R. G. E. » du 6 juillet « Qu'a-t-on déjà fait pour réaliser l'allumage automatique de l'éclairage public dans les petites communes? », un de nos lecteurs nous signale le fait suivant qui démontre, une fois de plus, combien nous étions tributaires de l'industrie électrique allemande.

Peu d'années avant la guerre, l'entreprise de distribution d'énergie électrique que dirige ce lecteur ayant eu à desservir un secteur assez éloigné du centre de la ville, se préoccupa de trouver des allumeurs-extincteurs automatiques à mouvement d'horlogerie. Des propositions lui furent faites par des maisons françaises et par des maisons allemandes, notamment l'Allgemeine Elektricitaets Gesellschaft et la firme Bergmann. Bien que les prix indiqués par ces dernières fussent un peu plus bas que ceux des premières, elle donna la préférence à l'une des maisons françaises. Aussi son étonnement fut-il grand, lorsqu'elle reçut livraison du matériel, d'y trouver la marque fatidique D. R. G. M. et le nom d'un obscur fabricant de Nuremberg.

Notre lecteur ajoute : « L'appareil m'a d'ailleurs donné satisfaction ; il y a bien quelques « ratés », mais on n'en est pas exempt avec l'allumage et l'extinction par bipède humain (surtout en ce moment). »

L'anecdote comporte une leçon pour l'avenir. Aucune maison française ne voudra certes servir d'intermédiaire pour la vente de matériel allemand ; mais il est néanmoins à craindre que pour divers objets que nous ne fabriquons pas ou que nous ne fabriquons qu'en trop petite quantité, certaines maisons se trouvent amenées à vendre du matériel allemand introduit sous une fausse marque par le canal des pays neutres. Le remède serait que nos industriels se mettent courageusement à construire tout le matériel, si peu importants qu'en soient parfois les débouchés, qu'exige l'appareillage électrique. Les idées d'union et de coopération entre fabricants, si

Digitized by Google

souvent préconisées et, en fait, mises en pratique par quelques-uns, permettraient de résoudre le problème, même pour les objets de consommation infime, en confiant la fabrication de ces objets à une seule maison qui pourrait ainsi les fabriquer en série. C'est une proposition qui a déjà été faite dans ces colonnes, en particulier par M. R. Legouez, pour toutes les pièces accessoires nécessaires à la construction du matériel électrique.

Les conférences sur le « Scientific Management » au Conservatoire national des Arts et Métiers. — M. Bertrand Thompson a terminé ses conférences au Conservatoire national des Arts et Métiers en exposant les résultats caractéristiques du « Scientific Management ». Il a donné des statistiques des applications de l'organisation scientifique du Travail en montrant qu'elles s'étendaient, aux Etats-Unis, sur des industries fort variées. M. Bertrand Thompson a fait voir ensuite comment l'application du système causait une augmentation de production pour un prix de revient minimum, soit par les systèmes secondaires, soit par le système intégral; c'est dans ce dernier cas surtout que les résultats se font sentir. Le conférencier a examiné ensuite le système des primes et ses conséquences qui sont salaires maximum pour efforts minimum, développement de l'habileté de l'ouvrier, de son initiative et de son esprit d'invention, diminution des chômages. M. Bertrand Thompson a terminé ses intéressantes conférences en exposant la nécessité pour l'industrie française d'adopter le système Taylor si elle veut arriver à lutter avantageusement contre les concurrents étrangers.

Bibliographie : I Fenomeni elettro-atomici sotto l'azione del Magnetismo, par Augusto Righi (1). — En publiant ce volume, l'auteur a voulu faire connaître, sous une forme accessible, même aux personnes qui n'ont pas fait de la physique une étude approfondie, les principaux résultats de son travail des dernières années. L'ordre suivi est celui que suggèrent naturellement les relations existantes entre les questions exposées et nécessairement ne coïncide pas avec l'ordre chronologique suivant lequel elles ont été étudiées, quelque particularité inattendue se présentant au cours d'une recherche ayant souvent amené l'auteur a explorer un champ nouveau et à suspendre momentanément le travail en cours d'exécution.

L'ouvrage est divisé en cinq chapitres.

Le premier est une sorte d'introduction qui n'a d'autre but que de mettre le lecteur quelque peu au courant des idées qui dominent aujourd'hui dans la physique, et particulièrement dans l'électricité ; nous y trouvons le rappel sommaire des lois de l'électrolyse et de la décharge dans les gaz raréfiés, l'exposé de la théorie des électrons et de l'ionisation des gaz.

Les recherches expérimentales de l'auteur sur les conditions nécessaires pour que la décharge se produise dans un gaz, lorsqu'il est soumis à l'action du magnétisme, forment l'objet du second chapitre. M. Righi ne s'y est pas borné à une description aride de faits nouveaux, mais il a, en outre, cherché à les expliquer par une théorie nouvelle, celle admise auparavant ayant été trouvée plusieurs fois en défaut ; tandis que cette dernière ne fait intervenir l'influence du magnétisme que dans les changements des chemins décrits par les particules électrisées, M. Righi admet de plus que le magnétisme favorise l'ionisation ; c'est la théorie de la magnéto-ionisation à laquelle ses recherches ont donné une confirmation complète.

Le chapitre III est consacré à l'étude des phénomènes lumineux, souvent assez brillants et à première vue assez étranges, qui se produisent, particulièrement près de l'électrode négative, pendant les décharges électriques dans les gaz raréfiés, lorsque des champs magnétiques entrent en jeu; ces phénomènes ont été expliqués jusqu'ici, comme ceux du chapitre précédent, par des forces électromagnétiques ; cette explication est, comme l'ont d'ailleurs constaté divers physiciens, insuffisante ; pour les expliquer M. Righi a été conduit à proposer sa théorie des rayons magnétiques. Tout d'abord il ne lui attachait d'autre valeur que celle d'une « hypothèse de travail », c'est-à-dire d'un instrument utile pour coordonner les faits connus et en prévoir de nouveaux ; mais les confirmations expérimentales qu'il en a trouvées l'induisent à la considérer comme une expression de la réalité.

Le chapitre IV contient l'exposé de faits absolument nouveaux auquels M. Righi a été accidentellement conduit par certaines des expériences décrites dans le chapitre précédent; ce sont certaines rotations auxquelles il a donné le nom de « rotations ionomagnétiques » pour rappeler les conditions dans lesquelles elles se produisent ; leur explication se déduit des changements de forme des trajectoires des particules électrisées, conséquence qui n'avait été énoncée par personne jusqu'ici. Ce qui donne une importance particulière à ces phénomènes, c'est que si l'on transporte les propriétés des gaz ionisés qu'elles révèlent dans la théorie électronique de la conduction métallique, on arrive à formuler une théorie du mécanisme des forces électromagnétiques : à cause de la forme curviligne que prennent les trajectoires des ions et des électrons dans un gaz soumis à à l'action d'un champ magnétique, la résultante des chocs sur les parois du récipient n'est pas nulle, mais forme un couple, dont l'axe est parallèle à la direction du champ, de sorte qu'un tube à décharge se déplace, et précisément comme le ferait un conducteur parcouru par le même courant ; on peut donc en conclure que les électrons libres à l'intérieur d'un métal donnent naissance, d'une manière semblable, aux mouvements des conducteurs attribués à des forces électromagnétiques agissant à distance.

Cette extension des rotations ionomagnétiques aux circuits métalliques forme l'objet du chapitre V qui est consacré à l'étude des phénomènes dus à l'action du champ magnétique sur les courants à l'intérieur des différents corps et en particulier des métaux et des liquides.

L'ouvrage est complété par des appendices où certains points sont explicités par des calculs, d'ailleurs très simples; il se termine par un index bibliographique des publications de l'auteur classées par ordre chronologique, index qui contient 234 références.

(1) Un vol., 24 cm × 16 cm, 435 pages, 131 fig., édité par Nicola Zanichelli, à Bologne. Prix, broché, 20 fr.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Diagramme de fonctionnement des moteurs série polyphasés à collecteur

Dans la présente note, l'auteur expose un diagramme permettant l'étude du fonctionnement des moteurs série polyphasés à collecteur. Ce diagramme permet d'obtenir aisément les courbes caractéristiques du moteur alimenté sous tension constante.

Nous supposerons d'abord le stator et le rotor bipolaires et le rotor alimenté directement à la suite du stator.

Considérons deux balais du rotor et la tension appliquée aux bornes du stator qui correspondent à ces deux balais. Considérons le sens de rotation du rotor et prenons pour balai 1 celui des deux balais qui, par rapport à la rotation du rotor, est à l'extrémité de l'arc sous-tendu. A ce balai 1 correspondra la phase 1 du courant; soit i_1 le courant dans cette phase 1 du stator. Prenons pour origine des temps l'instant où i_1 est maximum et dirigé du balai vers l'extérieur, ce qui donne comme direction positive de i_1 la direction du balai vers le stator.

Ce sens définira le sens positif sur le circuit ABCD.

La répartition dans l'espace des courants i sera celle

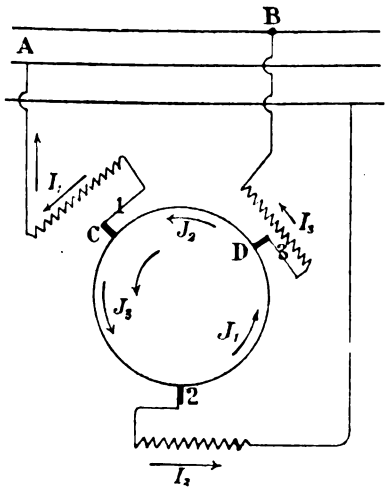


Fig. 1.

de la figure 1 pour que le champ tournant du stator tourne dans le sens de la flèche.

La direction positive du courant J_2 sera celle indiquée par la flèche qui correspond au sens du mouvement du rotor.

Des relations

$$I_1 = J_2 - J_3,$$
$$I_2 = J_3 - J_1,$$
$$I_3 = J_1 - J_2,$$

on déduit la position respective des courants I et J représentée figure 2.

Nous exprimerons que, pour une vitesse quelconque

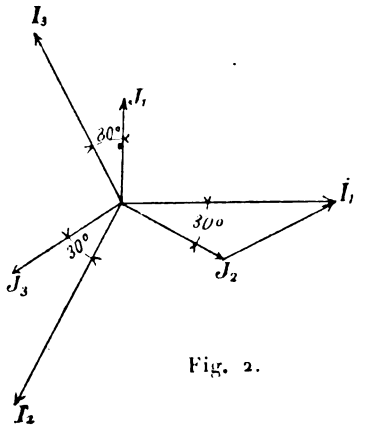


Fig. 2.

du moteur, la tension simple appliquée est constante.

Les forces électromotrices développées sont :

Dans la phase considérée du stator :

1° La force électromotrice de self-induction du stator ;

2° La force électromotrice induite dans le stator par le flux émané du rotor ;

Dans la phase considérée du rotor :

3° La force électromotrice de self-induction du rotor;

4° La force électromotrice induite dans le rotor par le flux du stator.

1° *Force électromotrice de self-induction du stator.* — Cette force électromotrice est $-L_1 \frac{di_1}{dt}$ soit $-L_1\Omega I_1$ portée en OB (fig. 3).

2° *Force électromotrice induite dans le stator par le*

Digitized by Google

flux émané du rotor. — Le flux du rotor à travers le stator est un flux tournant Φ_2 dont la direction passe par l'axe défini par un balai quand le courant extérieur qui passe par ce balai est maximum.

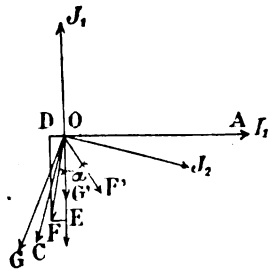


Fig. 3.

D'autre part, la force électromotrice développée par un flux tournant dans un bobinage fixe est maximum quand l'axe du flux est perpendiculaire et en avance sur l'axe du bobinage. Définissons donc l'angle de décalage des balais α par rapport au stator par l'angle de la direction du balai de la phase 1 avec l'axe du bobinage, cet angle étant positif quand le balai est décalé en arrière de l'axe du bobinage, négatif en avant (fig. 4).

Le flux tournant passe par le balai 1 à l'origine des temps ; il sera perpendiculaire, en avance sur l'axe du bobinage du stator, au bout du temps nécessaire au champ tournant pour parcourir l'angle $\alpha + 90^\circ$ et la phase correspondante sera en retard quand $\alpha + 90^\circ > 0$.

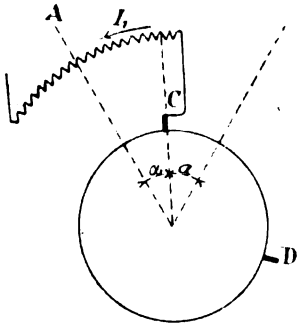


Fig. 4.

On sait que la valeur efficace de la force électromotrice induite dans une phase du stator est

$$\frac{N_1 \Omega \Phi_2}{2\pi\sqrt{2}} \sin \frac{\pi}{3}.$$

La force électromotrice engendrée dans la phase considérée du stator sera donc en grandeur et en phase

$$\frac{N_1 \Omega \Phi_2}{2\pi} \sin \frac{\pi}{3} \cos [\Omega t - (\alpha + 90^\circ)], =$$

$$\frac{N_1 \Omega \Phi_2}{2\pi} \sin \frac{\pi}{3} \sin (\Omega t - \alpha).$$

Cette force électromotrice sera représentée comme il est indiqué figure 3, son vecteur OC étant en retard de $90^\circ + \alpha$ sur celui de I_1, c'est-à-dire en retard de l'angle α sur le vecteur représentatif de $- L_1 \Omega I_1$. Ce résultat était évident a priori puisque le champ tournant du rotor est décalé de l'angle α par rapport au champ tournant du stator.

3° *Force électromotrice de self-induction du rotor.* — Sa valeur est $- L_{2g} \frac{dJ_2}{dt}$ représentée par le vecteur $- L_{2g} \Omega J_2$ suivant OG (fig. 3).

4° *Force électromotrice induite dans le rotor par le flux du stator.* — Le flux tournant du stator passe par l'axe de la phase 1 dudit stator, soit OA (fig. 4), à l'origine des temps, puisque le courant est maximum dans cette phase à cet instant.

Considérons la spire occupant à l'instant t la position définie par l'angle a, l'origine de cet angle étant le diamètre OC passant par le balai 1 et l'angle a étant compté positivement en sens inverse du sens de rotation de l'induit.

A l'instant t le flux tournant du stator à travers le rotor a tourné de l'angle Ωt à partir de OA dans le sens de rotation de l'induit. Le flux au travers de la spire considérée est

$$\frac{\Phi_1}{2} \sin (\alpha + a + \Omega t).$$

La force électromotrice induite

$$- \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{\Phi_1}{2} \left(\frac{da}{dt} + \Omega \right) \cos (\alpha + a + \Omega t),$$

$$- \frac{d\Phi}{dt} = \frac{\Phi_1}{2} (\Omega - \omega) \cos (\alpha + a + \Omega t) \quad \text{car} \quad \omega = - \frac{da}{dt},$$

$$- \frac{d\Phi}{dt} = \frac{\Phi_1}{2} (\omega - \Omega) \cos (\alpha + a + \Omega t),$$

ou en reprenant un calcul connu basé sur la remarque que, dans l'angle da, il y a $\frac{N_2}{2\,2\pi} da$ spires (N_2 désignant le nombre de fils périphériques du rotor) ; la force électromotrice induite dans les spires de l'angle da est

$$\frac{N_2}{8\pi} \Phi_1 (\omega - \Omega) \cos (\alpha + a + \Omega t)\, da.$$

D'où la force électromotrice induite entre les balais 1 et 2 est

$$\frac{N_2}{8\pi} \Phi_1 (\omega - \Omega) \int_0^{\frac{2\pi}{3}} \cos (\alpha + a + \Omega t)\, da =$$

$$= \frac{N_2}{8\pi} \Phi_1 (\omega - \Omega) \left[\sin (\alpha + a + \Omega t) \right]_0^{\frac{2\pi}{3}}, =$$

$$= \frac{N_2}{8\pi} \Phi_1 (\Omega - \omega) \left[\sin \Omega t \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \sin \alpha + \frac{3}{2} \cos \alpha \right) - \right.$$

$$\left. - \cos \Omega t \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cos \alpha - \frac{3}{2} \sin \alpha \right) \right].$$

Ce sera donc la somme de deux forces électromotrices induites

$$\frac{N_2}{8\pi} \Phi_1 (\Omega - \omega) \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \sin \alpha + \frac{3}{2} \cos \alpha \right) \sin \Omega t,$$

Digitized by Google

et

$$-\frac{N_2}{8\pi}\Phi_2(\Omega-\omega)\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\cos\alpha-\frac{3}{2}\sin\alpha\right)\cos\Omega t.$$

La première $\overline{OE}$ sera portée suivant la direction de J_1 ou la direction opposée, suivant que le coefficient de $\sin\Omega t$ sera négatif ou positif. La deuxième $\overline{OD}$ sera portée suivant la direction de I_1 ou la direction opposée suivant que le coefficient de $\cos\Omega t$ sera positif ou négatif. En faisant la somme géométrique $\overline{OE}+\overline{OD}$ de ces deux vecteurs, on aura le vecteur représentatif de la force électromotrice induite dans le rotor par le flux du stator.

$\overline{OA}$ et $\overline{OB}$ étant les directions positives des vecteurs $\overline{OE}$ et $\overline{OD}$, si nous faisons la somme $\overline{OE}+\overline{OD}$ (fig. 3), nous aurons

$$\frac{DF}{OD}=\frac{\frac{\sqrt{3}}{2}\sin\alpha+\frac{3}{2}\cos\alpha}{\frac{\sqrt{3}}{2}\cos\alpha-\frac{3}{2}\sin\alpha}=\frac{\operatorname{tg}\alpha+\sqrt{3}}{1-\operatorname{tg}\alpha\sqrt{3}}=\frac{\operatorname{tg}\alpha+\operatorname{tg}60^\circ}{1-\operatorname{tg}\alpha\operatorname{tg}60^\circ},$$

$$\operatorname{tg}\widehat{DOF}=\operatorname{tg}(\alpha+60^\circ),\quad \widehat{DOF}=\alpha+60^\circ.$$

L'angle de $\overline{OG}$ et de la résultante de $\overline{OD}$ et de $\overline{OE}$ est donc égal à α, résultat évident a priori, les deux champs tournants du stator et du rotor étant décalés de α l'un par rapport à l'autre. De plus, la valeur de la résultante EF est égale à

$$\frac{N_2}{8\pi}\Phi_1(\Omega-\omega)\sqrt{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\sin\alpha+\frac{3}{2}\cos\alpha\right)^2+\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\cos\alpha-\frac{3}{2}\sin\alpha\right)^2}=$$

$$\frac{N_2}{8\pi}\Phi_1 g\Omega\sqrt{3}.$$

Les tensions induites dans les phases du rotor sont des tensions composées. Nous considérerons les tensions simples équivalentes. La transformation s'effectuant par les relations (fig. 5)

$$u_2=e_1-e_3,$$
$$u_3=e_2-e_1,$$
$$u_1=e_3-e_2,$$

On voit que la tension simple e_1 est en avance de 30° sur la tension composée u_2 et que sa valeur efficace est égale à la valeur efficace de la tension composée divisée par $\sqrt{3}$. Les vecteurs représentatifs des tensions simples induites dans le rotor correspondant au balai 1 considéré sont donc représentés en OG' et en OF' (fig. 3), le vecteur $\overline{OF'}$ correspondant à $\overline{OF}$ étant en avance de α sur le vecteur OG' (g est supposé positif).

Si e_1 est la tension simple appliquée à la borne 1 considérée du stator, nous aurons, en négligeant les chutes de tension ohmiques,

$$e_1=L_1\frac{di_1}{dt}+\frac{N_1\Omega\Phi_2}{2\pi}\sin\frac{\pi}{3}\sin(\Omega t-\alpha)+$$

force électromotrice self-induction rotor (tension simple) + force électromotrice induite par stator dans rotor (tension simple) = 0, ou en prenant les valeurs efficaces

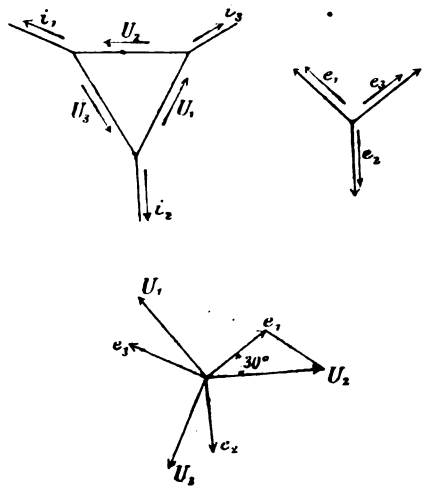


Fig. 5.

$$E_1=\overline{L_1\Omega I_1}-\frac{\overline{N_1\Omega\Phi_2}}{2\pi\sqrt{2}}\sin\frac{\pi}{3}+\frac{\overline{L_2 g\Omega I_1}}{3}-\frac{\overline{N_2\Phi_1 g\Omega}}{8\pi}.$$

Les vecteurs représentés dans le deuxième membre de l'égalité précédente étant de direction opposée à celle des vecteurs définis dans le calcul des forces électromotrices; Φ_1 et Φ_2 étant proportionnels à I_1, nous poserons, pour simplifier l'écriture

$$\frac{-N_1\Phi_2\Omega}{2\pi\sqrt{2}}\sin\frac{\pi}{3}=M\Omega I_1,$$

$$\frac{-N_2\Phi_1 g\Omega}{8\pi}=M' g\Omega I_1$$

$$E_1=L_1\Omega I_1+M\Omega I_1+\frac{L_2 g\Omega I_1}{3}+M' g\Omega I_1.$$

Les vecteurs représentatifs des quantités indiquées au deuxième membre de l'égalité (1) sont tracés (fig. 6) pour une valeur donnée de α. E_1 sera donc en définitive la somme de quatre vecteurs, deux proportionnels à I_1 et deux proportionnels à gI_1 faisant respectivement entre eux l'angle α; OA (fig. 6) sera décalé de 90° en avance sur I_1; OB sera porté suivant la même direction que OA quand le glissement est positif et suivant la direction opposée quand le glissement est négatif. Enfin

Digitized by Google

OC est en retard de α sur OA et OF en avance de α sur OB. Supposons le glissement positif et compris entre o et 1 ; pour une valeur déterminée du décalage la somme $\overline{L_1\Omega I_1} + \overline{M\Omega I_1}$ aura une direction fixe quel que soit I_1 ainsi que la somme $\frac{\overline{L_2 g\Omega I_1}}{3} + \overline{M' g\Omega I_1}$ quelles que soient les valeurs de I_1 et de g. La première représente la force

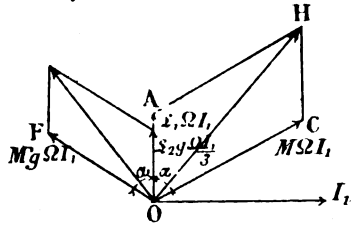


Fig. 6.

électromotrice résultante dans le stator changée de signe et la deuxième la force électromotrice induite résultante dans le rotor changée de signe également. On prend

$$OH = \overline{L_1\Omega I_1} + \overline{M\Omega I_1} = K\Omega I_1,$$

$$HP = \frac{L_2 g\Omega I_1}{3} + M' g\Omega I_1 = K' g\Omega I_1,$$

$$OP = E_1,$$

E_1 représente la tension appliquée, OH la force électromotrice résultante dans le stator changée de signe et HP la force électromotrice induite résultante dans le stator également changée de signe et le lieu du point H sera le cercle capable de l'angle 0 des deux directions définies ci-dessous, décrit sur $OP = E_1$.

Pour une valeur I_1 du courant I, le diagramme représentatif est tracé (fig. 7). L'intensité I_1 est proportion-

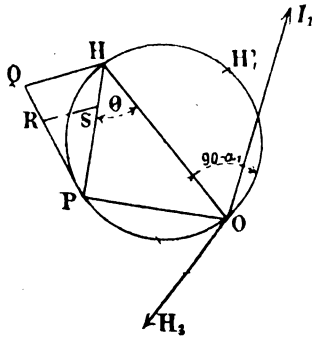


Fig. 7.

nelle en grandeur à la valeur du vecteur OH : $I_1 = \frac{OH}{K\Omega}$.

Si α_1 représente le décalage de OH par rapport à OA (α_1 étant positif pour un décalage en retard et négatif pour un décalage en avance), la direction de l'intensité sera décalée en retard par rapport à OH de l'angle $90 - \alpha_1$.

Le glissement g est représenté par le rapport $\frac{K}{K'} = \frac{HP}{OH}$.

Le point représentatif H définira donc la valeur efficace de l'intensité I_1 par la longueur OH et le glissement par le rapport $\frac{K \times HP}{K' \times OP}$.

Pour pouvoir poursuivre l'étude du fonctionnement du moteur en fonction du décalage α, il faut exprimer les valeurs des forces électromotrices en jeu, en fonction des données du moteur.

Calcul des coefficients. — Soient N_1 le nombre des fils périphériques du stator, N_2 du rotor, $\mathcal{R}$ la réluctance du circuit magnétique commun au stator et au rotor, V_1 et V_2 respectivement les coefficients de fuite du stator et du rotor.

1° *Self-induction du stator.* — On sait que sa valeur est donnée par la formule

$$L_1 = \frac{\pi K_1 k_1 N_1^2 V_1}{3\mathcal{R}}.$$

K_1 et k_1 désignant respectivement les coefficients de réduction du flux et de la force électromotrice dans le stator.

2° *Self-induction du rotor.* — Sa valeur est donnée par la formule

$$L_2 = \frac{\pi K_2 k_2 N_2^2 V_2}{3\mathcal{R}},$$

K_2 et k_2 désignant respectivement les coefficients de réduction du flux et de la force électromotrice dans le rotor.

3° *Force électromotrice induite dans le stator par le flux émané du rotor.*

$$M = \frac{-N_1\Phi_2}{2\pi\sqrt{2}\, I_1} \sin\frac{\pi}{3}.$$

Comme

$$\Phi_2 = K_2 \frac{4\pi N_2 I_1 \sqrt{2}}{2\pi\sqrt{3}}, \quad M = -\frac{K_2 N_1 N_2}{2\mathcal{R}}.$$

4° *Force électromotrice induite dans le rotor par le flux du stator.*

$$M' = \frac{N_2}{8\pi}\frac{\Phi_1}{I_1}.$$

Comme

$$\Phi_1 = \frac{K_1 4\pi N_1 I_1 \sqrt{2}}{2\mathcal{R}}, \quad M' = \frac{K_1 N_1 N_2}{2\sqrt{2}\,\mathcal{R}},$$

5° $$K = \sqrt{L_1^2 + M^2 + 2L_1 M\cos\alpha},$$

$$K' = \sqrt{\frac{L_2^2}{9} + M'^2 + \frac{2L_2}{3}M'\cos\alpha}.$$

Digitized by Google

Intensité et vitesse. — Au démarrage, le point représentatif est en H_1 tel que $\frac{OH_1}{H_1P} = \frac{K}{K'}$.

Au synchronisme, il vient en P, la tension dans le rotor est nulle. Lorsque l'intensité tend vers O, la vitesse du rotor augmente indéfiniment, la valeur de la tension dans le stator tend vers zéro, sa direction tendant vers la direction OH_3 tangente en O au cercle.

L'intensité part, au démarrage, d'une valeur représentée par OH_1, croît jusqu'à une valeur représentée par le diamètre du cercle et décroît ensuite jusque O pour la vitesse infinie du rotor en passant par la valeur OP au synchronisme.

Ω étant la vitesse des champs tournants et ω celle du rotor, on a

$$\frac{\Omega - \omega}{\Omega} = \frac{K}{K'}\frac{HP}{OH},$$

d'où

$$\omega = \Omega\left(1 - \frac{K}{K'}\frac{HP}{OH}\right) \text{ au-dessous du synchronisme;}$$

$$\omega = \Omega\left(1 + \frac{K}{K'}\frac{HP}{OH}\right) \text{ au-dessus.}$$

Il est facile de déduire d'une construction graphique simple la valeur de ω pour un point représentatif déterminé.

Sur une direction quelconque issue de P on prend les longueurs PQ et QR respectivement proportionnelles à

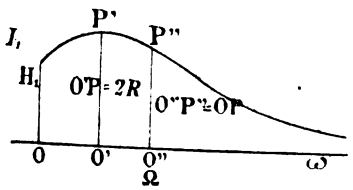


Fig. 8.

K et K' et menant RS parallèle à QH, on obtient en HS une valeur telle que

$$\omega = \Omega\left(1 - \frac{HS}{OH}\right) \text{ ou } \omega = \Omega\left(1 + \frac{HS}{OH}\right).$$

La courbe de variation de l'intensité en fonction de la vitesse du rotor est représentée (fig. 8).

Puissance et décalage du courant sur la tension. — La puissance totale mise en jeu vaut (fig. 6)

$$3(OC \times I_1 \cos \widehat{COI_1} + OF \times I_1 \cos \widehat{FOI_1}) = 3I_1(OC - OF)\sin\alpha.$$

Supposons d'abord g positif compris entre o et 1, on a

$$OC = \frac{K_2 N_1 N_2}{2\mathcal{R}}\Omega I_1,$$

$$OF = \frac{K_1 N_1 N_2}{2\mathcal{R}\sqrt{2}} g\,\Omega I_1$$

D'où $OC - OF > 0$.

On voit immédiatement que si l'on a $0 < \alpha < 180°$ la puissance totale est positive; si l'on a $180° < \alpha < 360°$ elle devient négative.

Dans le premier cas, l'appareil fonctionnera en générateur, dans le deuxième cas en moteur.

Quand le glissement devient négatif, les conclusions restent les mêmes (fig. 9).

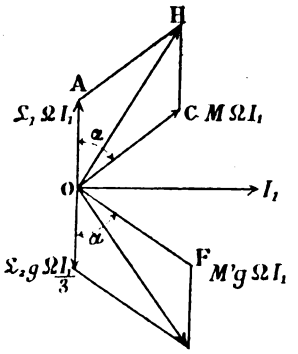


Fig. 9.

Le fonctionnement en moteur s'obtiendra donc par un décalage des balais en retard compris entre 180° et 360° ou ce qui revient au même pour un décalage des balais en avance compris entre o et 180°. Nous supposerons le décalage des balais en avance et compris entre o et 180°.

Le diagramme des vecteurs de la figure 6 est repro-

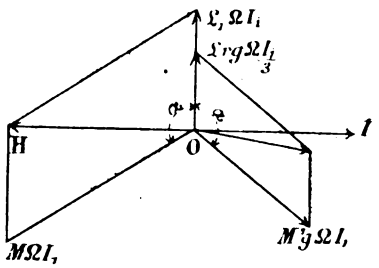


Fig. 10.

duit (fig. 10). Dans cette hypothèse, le diagramme du cercle est celui de la figure 11.

Pour un point représentatif de fonctionnement H la direction de l'intensité s'obtiendra ainsi que l'avons vu en traçant la direction OI_1 en retard de $90° + \alpha_1$ sur OH

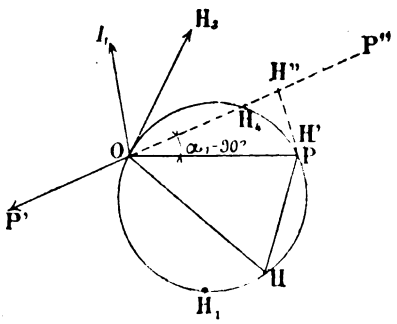


Fig. 11.

(α_1 étant l'avance du vecteur OH, force électromotrice induite totale dans le stator changée de signe sur le vecteur. OA, force électromotrice de self-induction du stator changée de signe).

Digitized by Google

L'intensité s'obtiendra en prenant sur cette direction $OP_1 = \frac{OH}{K}$.

La puissance totale du moteur sera donc

$$3 \times OP \times \frac{OH}{K} \times \cos \widehat{I_1 OP}.$$

pour chaque point représentatif H, au lieu de faire tourner le vecteur $\frac{OH}{K}$ de l'angle $90° + \alpha_1$ en retard, il revient au même de faire tourner le vecteur, OP représentant la tension simple appliquée de $90° + \alpha_1$ en avance ; l'intensité reste représentée suivant la direction OH par le vecteur $\frac{OH}{K}$, la direction de la tension simple appliquée vient en OP', en sorte que la puissance totale du moteur est

$$3 \times E_1 \times \frac{OH}{K} \cos \widehat{HOP'}.$$

La puissance est donc représentée simplement par la projection de OH sur OP'. Cette puissance est négative ainsi que nous l'avons vu plus haut. En définitive, la puissance sera représentée par la projection de OH sur la direction OP'' qui fait par rapport à OP l'angle en avance de $90° + \alpha_1 - 180° = \alpha_1 - 90°$.

En comptant positivement le puissance du moteur, le décalage du courant sur la tension sera l'augle $\widehat{HOP''}$, l'angle $\widehat{POP''} = \alpha_1 - 90°$ est pris dans le sens direct ou en sens inverse, suivant que $\alpha_1 - 90°$ est positif ou négatif. La puissance maximum correspondra au point représentatif H' donné par la tangente au cercle perpendiculaire à OP''.

Le décalage nul du courant sur la tension sera donné

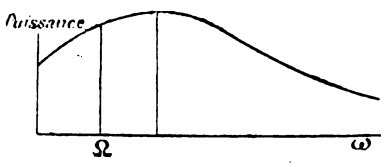


Fig. 12.

par le point représentatif H_4 pour lequel la puissance totale est représentée par CH_4.

La courbe de la variation de la puissance en fonction de la vitesse est représentée par la figure 12.

A. TUMERELLE,
Ingénieur des Ponts et Chaussées

Revues, analyses et informations

Méthode d'essai des diélectriques (1).

La méthode proposée par l'auteur pour l'étude des pertes dans les diélectriques sous de faibles fréquences (60 p : sec) et des gradients de potentiel élevés (31 500 v. : cm) repose principalement sur l'emploi du pont de Wheatstone. Elle permet de mesurer avec précision un intervalle étendu d'angles de perte. Les principales modifications apportées par l'auteur à la méthode classique du pont consistent dans le développement de formules générales pour déterminer la capacité géométrique, l'angle de perte diélectrique, le courant total et la perte d'énergie diélectrique, dans l'emploi d'un fil d'aluminium comme vibrateur dans le galvanomètre d'Einthoven utilisé et dans la méthode de mise au sol adoptée.

SIGNIFICATION DES SYMBOLES UTILISÉS. — Φ, angle de phase des condensateurs ;

$\theta = 90° - \Phi$, angle de perte du diélectrique ;

$\cos \Phi = \sin \theta$, facteur de puissance du diélectrique ;

$P = 2\pi f$, f la fréquence du courant alternatif ;

$C_x = C_s$, capacités géométriques respectives du condensateur à étudier et du condensateur de comparaison étalon ;

r_s, résistance équivalente qui donnerait, associée à la capacité géométrique parfaite C_s, le même déphasage Φ_s que le condensateur de capacité C_s ;

r_x, résistance équivalente correspondant à C_x ;

L_1, inductance de la branche 1 du pont ;

L_2, inductance de la branche 2 du pont ;

R_1, résistance non inductive dans la branche 1 du pont ;

R_2, résistance non inductive dans la branche 2 du pont ;

$$\left.\begin{aligned} a_s &= r_s - \frac{i}{PC_s} \\ a_2 &= R_2 + iPL_2 \\ a_x &= r_x - \frac{i}{PC_x} \\ a_1 &= R_1 + \frac{i}{PL_1} \end{aligned}\right\} \text{impédance des diverses branches du pont.}$$

ÉTABLISSEMENT DES FORMULES. — *Equation relative aux capacités.* — La capacité géométrique est la même, qu'on la mesure en courant continu ou en courant alternatif et elle peut être déduite de la relation établissant la condition d'équilibre du pont schématisé en figure 1. Cette condition est, d'après lord Rayleigh,

$$(1) \qquad a_s a_2 - a_x a_1 = 0.$$

En substituant les valeurs de a_s, a_2, a_x, a_1, et groupant les termes réels et les termes imaginaires on obtient : termes réels

$$(2) \qquad R_2 r_s + \frac{L_2}{C_s} - R_1 r_x - \frac{L_1}{C_x} = 0.$$

(1) Chester Arthur BUTMAN. *Electrical World*, 9 mars 1918, t. LXXI, p. 502-506, 5 000 mots, 4 fig.

Digitized by Google

termes imaginaires

$$(3) \qquad -\frac{R_2}{PC_s} + PL_2r_s - PL_1r_x + \frac{R_1}{PC_x} = 0.$$

On voit, d'après la figure 2, qu'on a

$$r : \frac{1}{PC} = \operatorname{tg} C = PCr;$$

d'où on tire ainsi que de (2)

$$(4) \qquad \frac{R_2 \operatorname{tg} \theta_s + PL_2}{R_1 \operatorname{tg} \theta_x + PL_1} = \frac{C_s}{C_x}.$$

On peut utiliser l'équation (4) pour déterminer la capacité géométrique de C_x si l'on connaît la capacité géométrique

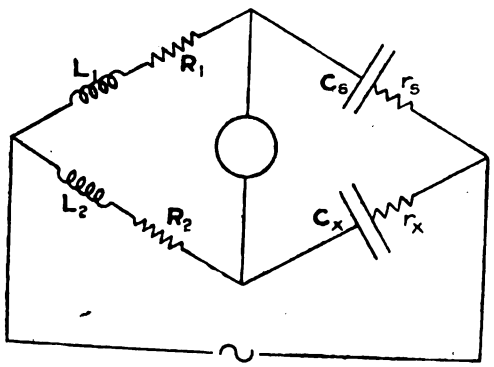


Fig. 1. — Pont pour les essais des diélectriques.

de C_s. Toutefois, pour la plupart des applications, l'équation donnant la capacité tirée de (3) sera prise sous la forme

$$(5) \qquad C_x = C_s \frac{R_1 - PL_1 \operatorname{tg} \theta_x}{R_2 - PL_2 \operatorname{tg} \theta_s}.$$

C'est l'équation (5) qu'on a utilisé dans tous les calculs suivants relatifs à la capacité. Si les condensateurs C_x et C_s sont parfaits, il n'y aura aucun angle de perte diélectrique.

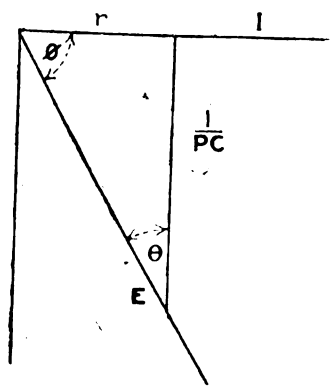


Fig. 2. — Relation entre E, I, $\frac{1}{PC}$, la phase et l'angle de perte du diélectrique.

On a donc $\operatorname{tg} \theta = 0$, en sorte que le terme correctif $PL \operatorname{tg} \theta$ s'annule et qu'il reste

$$\frac{C_x}{C_s} = \frac{R_1}{R_2}.$$

La mesure de la capacité repose donc tout d'abord sur la mesure des résistances R_1 et R_2. Généralement le terme correctif est faible, quoiqu'il soit nécessaire, dans la plupart des cas, d'utiliser la formule complète afin d'obtenir la valeur correcte de la capacité géométrique.

Il est important de remarquer que cette formule donne la capacité géométrique pour une fréquence et un angle de perte diélectrique quelconques. La capacité géométrique peut être mesurée pour un condensateur déterminé en équilibrant le pont une seule fois.

Formule relative à la constante diélectrique. — La constante diélectrique, ou pouvoir inducteur spécifique K, pour deux plateaux parallèles, est donnée par l'équation

$$(6) \qquad K = \frac{4\pi e C_x}{S},$$

où e désigne la distance entre les plateaux en centimètres et S l'aire en centimètres carrés de l'un des plateaux. En utilisant l'équation (5) et portant dans (6)

$$(7) \qquad K = \frac{4\pi e C_s (R_1 - PL_1 \operatorname{tg} \theta_s)}{S (R_2 - PL_2 \operatorname{tg} \theta_s)}.$$

Equation donnant l'angle de perte du diélectrique. — En égalant les équations (4) et (5) on obtient

$$\frac{P_2 \operatorname{tg} \theta_s + PL_2}{R_1 \operatorname{tg} \theta_x + PL_1} = \frac{R_2 - PL_2 \operatorname{tg} \theta_s}{R_1 - PL_1 \operatorname{tg} \theta_x};$$

d'où l'on tire

$$\frac{\operatorname{tg} \theta_s - \operatorname{tg} \theta_x}{1 + \operatorname{tg} \theta_s \operatorname{tg} \theta_x} = \frac{PL_1R_2 - PL_2R_1}{R_1R_2 + P^2L_1L_2},$$

soit

$$(8) \qquad \operatorname{tg} (\theta_s - \theta_x) = \frac{P (L_1R_2 - L_2R_1)}{R_1R_2 + P^2L_1L_2},$$

ou

$$(9) \qquad \operatorname{tg} (\theta_x - \theta_s) = \frac{P (R_1L_2 - R_2L_1)}{R_1R_2 + P^2L_1L_2}.$$

Si l'angle de perte du diélectrique étudié est supérieur à celui du condensateur étalon, on utilisera l'équation (9) ; s'il est moindre, on prendra l'équation (8).

Utilisant l'équation (9) et posant

$$\operatorname{tg} (\theta_x - \theta_s) = \operatorname{tg} A,$$

on a

$$\theta_x = \theta_s + A,$$

d'où

$$(10) \qquad \theta_x = \theta_s + \operatorname{arc\,tg} \frac{P (R_1L_2 - R_2L_1)}{R_1R_2 + P^2L_1L_2}.$$

Il est à remarquer que la mesure de l'angle de perte du diélectrique est indépendante de la mesure de la capacité. Au contraire, la capacité dépend de la mesure précise de l'angle de perte du diélectrique.

Formule relative au courant. — Pour établir la formule du pont on a supposé qu'un condensateur à diélectrique parfait ayant une capacité C est mis en série avec une résistance équivalente r. Le courant dans un condensateur par-

Digitized by Google

fait mis en série avec une résistance est donné par l'équation

$$I_x = \frac{E_x}{\sqrt{\left(\frac{1}{PC_x}\right)^2 + r^2_x}},$$

où E_x est la tension efficace appliquée au condensateur.

D'après la figure 1 on voit que

$$r_x = \frac{\operatorname{tg} \theta_x}{PC_x},$$

d'où

$$(11) \qquad I_x = E_x P C_x \cos \theta_x.$$

Formule relative à la perte d'énergie. — L'énergie perdue en ergs par seconde est

$$(12) \quad W = I_x E_x \sin \theta_x 10^7 = E^2_x P C_x \cos \theta_x \sin \theta_x 10^7.$$

Cette formule montre qu'à fréquence constante, si θ_x et C_x ne varient pas avec l'intensité du champ, la perte d'énergie sera proportionnelle au carré du potentiel appliqué. Les expériences faites sur la variation de capacité en fonction du potentiel appliqué montrent que cette variation est généralement nulle. Dans tous les cas, cette variation est extrêmement faible, en sorte que la capacité C_x peut être considérée comme une constante quand on a la mesure sous des potentiels différents. La perte d'énergie sera donc proportionnelle ou non à E_x^2 suivant que θ sera ou non indépendant du potentiel appliqué.

Les expériences faites montrent nettement que θ est une fonction tantôt croissante, tantôt décroissante du potentiel appliqué. La perte d'énergie n'est donc pas habituellement proportionnelle au carré du potentiel appliqué, mais peut croître plus rapidement ou plus lentement que E^2_x quand E augmente. Le produit $\cos \theta_x \sin \theta_x$ est le facteur déterminant. Ce produit est égal à o quand $\theta_x = 90°$; il n'y a donc pas de perte d'énergie quand le condensateur contient un diélectrique parfait. Si $\theta_x = o$, il n'y a pas non plus de perte d'énergie, auquel cas le condensateur est un conducteur parfait ayant une résistance nulle. Dans ce dernier cas la capacité serait infinie et par suite, aussi, la constante diélectrique. Le produit $\sin \theta_x \cos \theta_x$ est maximum pour $\theta_x = 45°$. Donc, si une substance est caractérisée par un angle diélectrique de perte inférieur à 45° elle doit être considérée surtout comme un diélectrique. Au contraire, si θ est supérieur à 45°, la substance doit être considérée plutôt comme un conducteur. On peut donc donner une définition nouvelle et exacte d'un diélectrique et d'un conducteur : un diélectrique est une substance pour laquelle l'angle de perte diélectrique est inférieur à 45°; un conducteur est une substance dont l'angle de perte diélectrique est supérieur à 45°.

Il résulte des considérations précédentes que si θ augmente la substance se rapproche d'un conducteur. Au contraire, si θ diminue la substance devient un diélectrique plus parfait. L'angle de perte diélectrique peut servir à mesurer le degré d'imperfection d'un diélectrique.

Caractéristiques de l'appareil utilisé. — Le condensateur étalon C_s constitue une partie très importante de l'appareil, car la détermination de la valeur absolue de l'angle de perte diélectrique et de la capacité du condensateur étudié en dépendent. Le condensateur étalon à air utilisé est constitué par 50 plaques de tôle séparées entre elles par un intervalle d'air de 2,54 cm. La tension disruptive est 15000 v. Les plateaux sont enfermés dans une boîte dont on absorbe l'humidité par de l'anhydride phosphorique.

On pensait, en construisant le condensateur, qu'il aurait un angle de perte diélectrique nul. On a constaté cependant, lors des essais, qu'à cause de l'isolement utilisé entre les plaques, il possédait un petit angle de perte diélectrique. On a déterminé cet angle en comparant le condensateur C_s avec deux plateaux d'aluminium de 72 cm de diamètre suspendus dans l'air et écartés entre eux de 4,5 cm environ.

On relie la plaque supérieure à la borne à haut potentiel d'un transformateur et la plaque inférieure repose sur trois isolateurs en porcelaine. On met d'abord les plateaux d'aluminium à la place de C_x.

Pourvu qu'une étincelle ne puisse pas éclater entre les plaques, la distance qui les sépare n'a aucune importance, car la mesure de l'angle de perte diélectrique ne dépend pas de la capacité. Dans ces conditions, on a constaté que la valeur absolue de l'angle de perte diélectrique est de 54'25" pour des tensions allant de 1500 v à 4000 v. Le facteur de puissance correspondant est $\sin \theta_s = 0{,}01583$.

On a vérifié, d'ailleurs, que cet angle de perte ne dépend pas du potentiel utilisé et qu'il ne varie pas avec le temps.

La capacité du condensateur étalon mesurée à partir de la capacité d'un condensateur à mica de Leeds et Northrup est 0,012 microfarad. Elle ne varie ni avec le potentiel appliqué, ni avec le temps.

Pour l'étude des diélectriques on utilise le dispositif représenté sur la figure 3 qui peut servir aussi bien pour

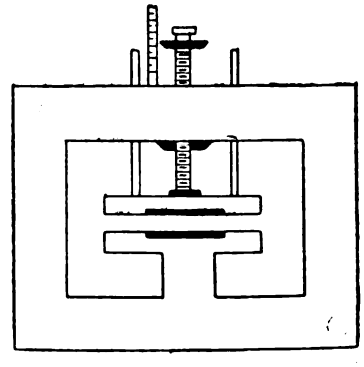


Fig. 3. — Monture permettant de constituer un condensateur avec le diélectrique étudié.

des diélectriques solides que pour des diélectriques liquides.

La source de potentiel est un alternateur de 60 p : sec donnant une onde sinusoïdale. Un transformateur permet d'obtenir des tensions allant jusqu'à 10000 v par fractions égales à 200 v. Une extrémité du secondaire est mise au sol et l'autre reliée au pont par un fusible (fig. 4) destiné à interrompre le courant dans le cas où le condensateur étudié viendrait à claquer.

Les résistances utilisées sont des résistances Leeds et Northrup à curseur, sans inductance. La résistance disposée dans l'une des branches va de o à 100 ohms par fractions égales à 0,1 ohm. La résistance disposée dans l'autre branche va de o à 8000 ohms par fractions égales à 10 ohms.

L'inductance étalon fixe va de o à 100 millihenrys par

Digitized by Google

fractions égales à 2,5 millihenrys. L'inductance variable peut aller de 6 à 43 millihenrys et est graduée en millihenrys en sorte que l'on apprécie le dixième de millihenry.

Le galvanomètre utilisé est un galvanomètre à vibration du type Einthoven construit par la Cambridge Scientific Instrument Co. Il est essentiellement constitué par un fil léger transportant le courant disposé dans un champ électromagnétique intense. Un accroissement du courant fait dévier le fil en vertu de la répulsion électromagnétique mutuelle. On a perfectionné notablement la méthode habituelle d'emploi en constituant le vibrateur par un fil d'aluminium et le disposant directement dans le circuit comme l'indique le schéma (fig. 4). Le bâti du galvanomètre est habituellement mis au sol ; ici, on l'a éloigné du sol autant que possible en disposant un isolement suffisant entre lui et le support.

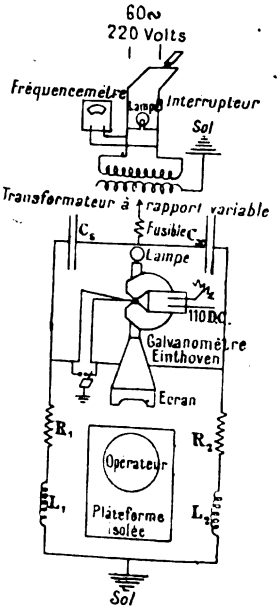


Fig. 4. — Disposition de l'ensemble des appareils.

Le vibrateur est éclairé par une lampe à incandescence qui en donne une ombre sur un écran. Le galvanomètre est utilisé simplement comme détecteur pour permettre de vérifier si le pont est équilibré.

Mode opératoire. — On règle le pont en établissant d'abord un réglage approximatif de R_1 et R_2, puis de L_1 et L_2, puis en effectuant un réglage définitif de la résistance la plus sensible, et enfin de l'inductance variable. Si le pont fonctionne d'une manière convenable, une variation de 0,1 ohm en plus ou en moins dans la résistance, ou de 0,1 millihenry en plus ou en moins dans l'inductance, déséquilibre le pont.

On se trouve dans les meilleures conditions quand R_1 est sensiblement égal à R_2. C'est ce qu'on réalise en prenant la capacité de C_s sensiblement égale à celle du condensateur étudié. On a obtenu cependant de bons résultats avec un rapport des résistances égal à 6. La valeur de la résistance utilisée dépend du nombre de chiffres significatifs nécessités par les calculs de la capacité et de l'intensité du courant qui traverse le pont. Plus le courant qui traverse le pont est intense et plus le galvanomètre est sensible. Cependant il ne faut pas que le courant soit trop fort, sinon le vibrateur serait brûlé. Le courant le plus intense qui a traversé le condensateur est 0,36125 A et le plus faible, 0,000371 A.

Quand l'angle de perte du diélectrique est important (par exemple, 35°), il est parfois bon de prendre $L_1 = 0$. Dans ce cas, on a

$$\operatorname{tg}(\theta_x - \theta_s) = \frac{P L_2}{R_2}$$

et les calculs se simplifient beaucoup. Cependant, cette formule n'est pas commode à employer pour de petits angles de perte (tels que 14°), car il est alors difficile, pratiquement, de prendre L_2 suffisamment faible ou R_2 suffisamment grand.

A. B.

Les fonctions électrosphériques sous forme de déterminants (1).

Les fonctions électrosphériques de MM. Guillet et Aubert (2) ont pour but la résolution numérique d'un certain nombre de questions d'électrométrie ; malheureusement les coefficients de ces polynômes sont très compliqués, M. Pierre Humbert montre qu'on peut représenter les fonctions électrosphériques par des déterminants qui sont au contraire d'une grande simplicité.

Si $U_p(z)$ est le polynôme d'ordre p coefficient de α dans le développement de $(1 - 2\alpha z + \alpha^2)^{-1}$, les polynômes électrosphériques des divers genres s'expriment en fonction des U par les formules

$$(1) \qquad \begin{cases} P_{2p}(x) = a^p b^{p-1}\,[b\,U_p(u) + a\,U_{p-1}(u)], \\ Q_{2p}(x) = a^{p-1} b^p\,[a\,U_p(u) + b\,U_{p-1}(u)], \\ P_{2p+1}(x) = a^p b^p x\,U_p(u), \end{cases}$$

avec

$$u = \frac{x^2 - a^2 - b^2}{2ab},$$

a et b étant des constantes dépendant du problème physique.

Le polynôme $U_p(u)$ qui est un cas particulier des fonctions hypersphériques de Gegenbauer satisfait à l'équation aux différences

$$U_p - 2u\,U_{p-1} + U_{p-2} = 0.$$

En écrivant la suite des équations

$$\begin{aligned} &U_{p-1} - 2u\,U_{p-2} + U_{p-3} = 0, \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ &U_2 - 2u\,U_1 + 1 = 0, \\ &U_1 - 2u = 0, \end{aligned}$$

on obtient p équations linéaires à p inconnues $U_1, U_2, \ldots U_p$ d'où l'on pourra tirer U_p sous forme de déterminant à p lignes, on trouve

$$U_p(u) = \begin{vmatrix} 2u & 1 & 0 & 0 & \ldots \\ 1 & 2u & 1 & 0 & \ldots \\ 0 & 1 & 2u & 1 & \ldots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \end{vmatrix},$$

Une fois ce résultat établi, on écrira immédiatement, à partir des formules (1), les déterminants représentant les fonctions électrosphériques

$$(2) \qquad P_{2p}(x) = a^p b^{p-1} \begin{vmatrix} b & -a & 0 & 0 & 0 & \ldots \\ 1 & 2u & 1 & 0 & 0 & \ldots \\ 0 & 1 & 2u & 1 & 0 & \ldots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \end{vmatrix}.$$

(1) Pierre Humbert. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 16 septembre 1918, t. CLXVII, p. 428.

(2) A. Guillet et M. Aubert. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 1912, t. CLV, p. 139, 204, 708, 820, et 1913, t. CLVII, p. 367 ; *Annales de Physique*, 1918, t. IX, 9e série.

Digitized by Google

$$(3)\qquad P_{2p+1}(x) = a^p b^p x \begin{vmatrix} 2u & 1 & 0 & 0 & \dots \\ 1 & 2u & 1 & 0 & \dots \\ 0 & 1 & 2u & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{vmatrix},$$

le déterminant (2) étant à $p+1$ lignes, le déterminant (3) à p lignes, Q_{2p} s'obtient en permutant a et b dans (2).

Les formules seront plus symétriques et plus simples si l'on pose

$$z = x^2 - a^2 - b^2.$$

On aura alors les déterminants suivants, les deux premiers à $p+1$ lignes le troisième à p lignes

$$P_{2p}(x) = - \begin{vmatrix} -1 & a & 0 & 0 & \dots \\ a & z & ab & 0 & \dots \\ 0 & ab & z & ab & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{vmatrix},$$

$$Q_{2p}(x) = - \begin{vmatrix} -1 & b & 0 & 0 & \dots \\ b & z & ab & 0 & \dots \\ 0 & ab & z & ab & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{vmatrix},$$

$$P_{2p+1}(x) = x \begin{vmatrix} z & ab & 0 & 0 & \dots \\ ab & z & ab & 0 & \dots \\ 0 & ab & z & ab & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{vmatrix},$$

qui présentent les fonctions électrosphériques sous une forme très pratique pour le calcul.

Efforts internes développés dans les métaux et alliages par l'effet d'un refroidissement rapide (1).

Les efforts internes sont mis en évidence par les déformations qui accompagnent l'usinage, c'est-à-dire la suppression des liaisons résultant de la cohésion de la matière.

La méthode de Heyn et Bauer, employée pour l'étude des efforts propres dans les barres étirées, consiste en la détermination de la valeur des efforts internes dans les couches minces enlevées successivement à l'outil, en mesurant avec une très grande précision les modifications de dimensions du solide restant.

M. Portevin a utilisé ce procédé pour l'étude des efforts internes créés lors du refroidissement rapide, par immersion dans l'eau, de cylindres pleins ou creux en divers métaux et alliages (cuivre, nickel, laiton, aciers ordinaires et spéciaux), en opérant, soit sur des jauges à bouts sphériques de 20 mm de longueur, soit sur des cylindres pleins de 70 mm de diamètre, soit sur des cylindres creux de 75 mm de diamètre extérieur et de 8 mm à 10 mm d'épaisseur.

L'auteur est arrivé aux conclusions suivantes relatives à l'effet résultant du refroidissement rapide en dehors de l'influence des points de transformation et limitées à l'étude des efforts longitudinaux.

Pour les échantillons indiqués, le refroidissement rapide, par immersion dans l'eau, développe des efforts internes qui mettent en compression longitudinale les zones extérieures et en extension longitudinale les régions centrales des cylindres pleins. L'importance de ces efforts dépend, à égalité de dimension des cylindres, des caractéristiques physiques de la matière (coefficient de dilatation, conductibilité calorifique, module et limites élastiques).

Le revenu après trempe, dont un des effets est d'atténuer ou de faire disparaître des efforts internes dus à la trempe, peut donc, s'il est suivi d'un refroidissement rapide, en créer de nouveaux.

L'auteur est arrivé aux résultats suivants relatifs à des cylindres pleins de 70 mm de diamètre préalablement trempés à 850° dans l'eau et soumis au revenu à diverses températures :

1° *Acier demi-dur.*

		Compression longitudinale périphérique moyenne sur 10 mm d'épaisseur. kg : mm²
Revenu à 550° suivi de	refroidissement lent..	— 4
	immersion dans l'eau.	—14
Revenu à 700° suivi de	refroidissement à l'air.	— 0,1
	immersion dans l'eau.	—27

2° *Acier-nickel-chrome* (C = 0,3; Ni = 2,5; Cr = 0,7).

		Compression longitudinale périphérique moyenne sur 10 mm d'épaisseur. kg : mm²	Extension longitudinale centrale moyenne sur 15 mm de diamètre. kg : mm²
Revenu à 500° suivi de	refroidissement à l'air.	— 3	+15
	immersion dans l'eau.	—11	+31
Revenu à 650° suivi de	refroidissement à l'air.	— 4	+10,5
	immersion dans l'eau.	—34,5	+49,5

On peut donc être amené à adopter, pour certains travaux de précision, un refroidissement lent après revenu afin d'éviter les déformations à l'usinage final. Par contre, on sait que, pour certains aciers (aciers phosphoreux, aciers nickel-chrome), le refroidissement trop lent après revenu au-dessus d'une certaine température a des inconvénients manifestes au point de vue de leur fragilité. Il ne faut pas oublier qu'un certain état d'équilibre élastique intense peut être plus favorable à la résistance globale d'une pièce vis-à-vis d'efforts extérieurs déterminés que l'absence complète d'efforts internes.

Cette création d'efforts internes par refroidissement brusque, au-dessous des températures de transformation, peut, lors de l'étude de la trempe des aciers, permettre, dans une certaine mesure, de séparer les efforts résultant des modifications de l'état d'équilibre interne de ceux résultant de la trempe proprement dite.

(1) Portevin. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 7 octobre 1918, t. CLXVII, p. 531.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Étude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice

L'auteur attire l'attention sur l'importance que présente aujourd'hui l'utilisation de la puissance des marées pour desservir en force motrice les régions côtières de la France; il signale les difficultés du captage résultant des mouvements très irréguliers de la mer et des conditions à réaliser, et donne des indications sur le régime domanial des côtes et les formalités à remplir pour réaliser une installation de force motrice.

I. — Considérations générales.

La France est bien dotée en hautes chutes d'eau, dont l'aménagement se poursuit selon les besoins de l'industrie, mais le rayon d'action des usines hydro-électriques ainsi créées ne paraît s'étendre que jusqu'à une ligne partant de La Rochelle et aboutissant à la Suisse. Toute la partie du territoire français au nord de cette démarcation est soustraite à l'influence des hautes chutes des Alpes et des Pyrénées.

Par un heureux hasard, la France est également privilégiée au point de vue de l'étendue des côtes dont le développement est d'environ 1 500 km pour l'Atlantique et la Manche, et de l'amplitude des marées qui est plus grande que dans tous les autres pays (1); elle pourra donc tirer, des mouvements de la mer, une nouvelle et inépuisable source de force motrice, située précisément au pourtour des régions que les forces hydro-électriques des montagnes ne peuvent atteindre.

Les hautes chutes les plus faciles à capter ont d'abord été utilisées, puis on s'est occupé de celles de plus en plus coûteuses à aménager, et actuellement, sur une puissance totale évaluée à 9 000 000 ch, il y en a 25 pour 100 au plus en service.

L'aménagement des premières chutes a coûté 250 fr seulement par cheval, mais aujourd'hui, on est arrivé à 800 fr et plus, prix qui assure néanmoins un revenu convenable au capital sur la base de 50 fr par cheval-an, ce qui correspond au prix de 20 fr par tonne de charbon.

L'aménagement des forces motrices du Rhône par le canal de Jonage est revenu à 1 800 fr par cheval, et, malgré ce prix élevé, l'exploitation est suffisamment rémunératrice, grâce à la clientèle exceptionnelle de la ville de Lyon.

Bien des chutes moyennes de plaine seraient avantageuses à aménager; malgré cela, la presque totalité de ces forces motrices hydrauliques sont inutilisées, au grand détriment de l'industrie nationale, de l'éclairage des localités, et des besoins des agglomérations et des fermes en force motrice.

C'est avec raison qu'on s'est d'abord préoccupé des grandes chutes, faciles à aménager, seules capables de donner à bon marché les forces motrices considérables nécessaires aux industries électrochimiques et électrométallurgiques, mais il serait grand temps de se préoccuper des ressources en force motrice que peut donner la mer par le mouvement des marées, en vue de l'activité industrielle qui ne manquera pas de se manifester après la guerre.

L'utilisation des marées a donné lieu à bien des études et projets, et de nombreux brevets ont été pris à cet effet, mais il faut reconnaître que la question n'a pas été examinée et traitée en vue de l'application des moyens dont l'industrie dispose actuellement, et que toutes les solutions proposées n'ont pas abouti à la détermination d'un procédé précis pour la production d'un travail *constant* et *continu* par l'emploi de turbines fonctionnant sous une *chute constante*, et en fait aucune usine à turbines fonctionnant régulièrement par la marée n'existe.

Indications sur les marées. — Dans les grands océans, le niveau de la mer ne reste pas constant : pendant cinq heures et demie au moins, la mer monte, puis elle descend pendant sept heures environ, pour recommencer son mouvement ascensionnel. C'est la marée. Le niveau maximum est désigné par « pleine mer » ou le « plein », et le niveau minimum par « basse mer ».

Le montant, flux ou flot, s'applique à la mer montante; le perdant, reflux ou jusant, désigne la mer descendante.

Au plein et à la basse mer, le niveau de la marée reste sensiblement étale ou stationnaire, pendant peu de temps lors des grandes marées, mais pendant plusieurs heures en faibles marées.

La différence de hauteur entre la pleine mer et la basse mer constitue l'amplitude ou le « marnage » de la marée.

La hauteur des marées, qui varie chaque jour, dépend

(1) Sauf toutefois en un point de la baie de Fundy et du détroit d'Hudson (Canada), au port Gallelos (Patagonie) et à Portishead (Angleterre).

Digitized by Google

de nombreuses circonstances. Les marées sont plus fortes aux syzygies (marées de vives eaux) et faibles aux quadratures (marées de mortes eaux).

Dans la Méditerranée, les marées n'ont qu'une très faible amplitude (0,30 m environ), et ne peuvent servir à la production de force motrice.

Mais sur les côtes de l'Atlantique et de la Manche, où les marées ont une grande amplitude, il existe de nombreuses anses ou baies qui peuvent servir à emmagasiner l'eau à haute mer, par l'exécution de travaux relativement peu coûteux.

Le marnage de la mer sur ces côtes est très variable, mais s'accroît du Sud au Nord. Le tableau suivant indique les hauteurs qu'atteignent les plus grandes et les plus petites marées au-dessus du zéro des cartes marines (niveau des plus basses mers).

Tableau I.

DÉSIGNATION DES PORTS	PLUS GRANDES HAUTES MERS D'ÉQUINOXE	PLUS BASSES MERS D'ÉQUINOXE	DIFFÉRENCES MAXIMUM DE NIVEAU	PLUS PETITES HAUTES MERS DE MORTES EAUX	PLUS HAUTES BASSES MERS DE MORTES EAUX	DIFFÉRENCES MINIMUM DE NIVEAU
St-Jean-de-Luz.....	4,50 m	0,00 m	4,50 m	2,80 m	1,70 m	1,10 m
La Rochelle.....	6,56	0,00	6,56	4,10	2,40	1,70
Brest.....	7,90	0,00	7,10	4,80	2,90	1,70
Saint-Malo.....	13,67	0,00	13,67	8,00	5,00	3,00
Cherbourg.....	7,15	0,00	6,30	4,20	2,90	1,30
Le Havre.....	8,50	0,00	7,55	5,80	3,35	2,45
Boulogne.....	9,30	0,00	9,30	6,20	3,25	2,95
Dunkerque.....	7,15	0,00	5,70	4,15	2,30	1,85

Ce tableau, qui indique les cotes extrêmes des plus hautes et basses mers, montre que l'amplitude des marées varie entre deux points, et, d'autre part, combien les variations de niveau des hautes et basses mers en un même lieu, sont importantes. Les plus hautes mers de syzygies se produisent au commencement d'avril, et les plus petites hautes mers de mortes eaux, vers le 25 février.

On remarquera que la mer à Saint-Malo a une amplitude considérable, qui dépasse celle de presque toutes les mers du monde entier.

Cette surélévation de la marée dans la baie de Saint-Malo ne peut s'expliquer que par un effet de bélier hydraulique, causé par le rétrécissement subit de la Manche, entre le cap de la Hague et la pointe de Portland sur la côte anglaise.

Les eaux, poussées par le flot du large, arrivent à l'entrée de la Manche, et comme elles se trouvent partiellement arrêtées par la muraille orientée normalement au courant que forme la côte française entre Avranches et le cap de la Hague, elles s'engouffrent dans la baie et s'y surélèvent fortement, sous l'effet de la force vive de la masse d'eau brusquement entravée, qui se transforme en pression.

Mais les variations d'amplitude ne sont pas les seules que les marées éprouvent : chaque jour, en effet, le niveau atteint par les hautes et basses mers varie à des heures différentes, et chaque mois, les différences de niveau passent aux pleines et aux nouvelles lunes, et aux premiers et derniers quartiers, et à des heures variables, par un maximum et un minimum ; en outre, les marées subissent des perturbations sous l'influence des vents et du mauvais temps. De plus, le régime des marées n'est pas le même chaque année. Les courbes des marées affectent la forme de sinusoïdes (voir fig. 1, 2 et 3).

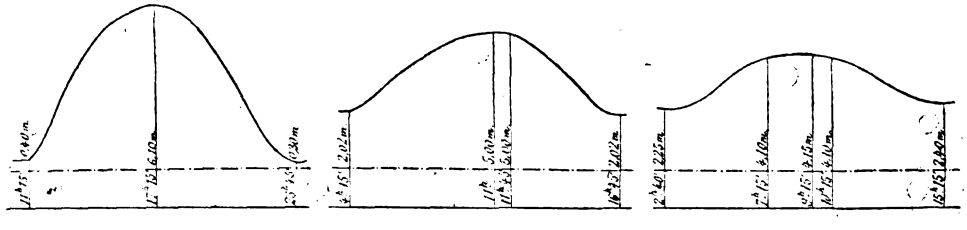


Fig. 1. — Courbes des marées à La Rochelle.

Marée d'équinoxe : basse mer, 11 h 15; pleine mer, 16 h 15; basse mer, 23 h 37. Cotes de l'annuaire, 0,50; 6,00; 0,45.

Marée de demi-vive eau : basse mer, 4 h 11; pleine mer, 11 h 33; basse mer, 16 h 42. Cotes de l'annuaire, 1,80; 4,90; 1,85.

Marée de morte eau : basse mer, 2 h 40; pleine mer, 9 h 15; basse mer, 15 h 15. Cotes de l'annuaire, 2,25; 4,10; 2,40.

Enfin, la durée du flot et du jusant n'est pas la même; c'est ainsi qu'à La Rochelle, en équinoxe, la descente de la mer se fait en 6 h 40 en moyenne, et la montée en 5 h 40 environ. Une marée complète d'équinoxe se produit donc en 12 h 20 environ. En mortes eaux, ces temps deviennent 5 h 50, 6 h 50 et 12 h 40.

Digitized by Google

A Saint-Malo, point particulièrement intéressant pour notre étude, les temps de descente et de montée sont, pour les marées d'équinoxe, 6 h 50 et 5 h 30, soit 12 h 20 en tout. En mortes eaux, on a 6 h 55, 5 h 50 et 12 h 45. En 24 h, il n'y a donc pas quatre marées, montées et descentes complètes, mais seulement 3,87 oscillations, en moyenne pour toute l'année. La mer met en général une heure de plus à descendre qu'à monter, à Saint-Malo.

Le niveau moyen de toutes les hautes mers de l'année 1915 à Saint-Malo est 10,60 m et celui des basses mers, de 2,60 m ; la chute moyenne est donc de 8 m. A La Rochelle, les cotes sont (5,38) et (1,38), soit 4 m de chute en moyenne.

En présence de ces oscillations irrégulières et perpétuelles, on conçoit combien il est difficile d'obtenir la production d'un travail moteur *constant* et *continu*. C'est en effet un problème difficile à résoudre, et il ne faut pas s'étonner si l'on n'est pas encore parvenu à utiliser industriellement la force motrice des marées. Cependant, nous croyons qu'il est possible d'y arriver dans des conditions pratiques, au moyen de réservoirs convenablement disposés et du système que nous indiquerons plus loin pour alimenter les turbines sous une chute *constante*. La plus grosse difficulté réside dans la variation de l'amplitude des marées ; à Saint-Malo, elle passe de 3 m à 13,67 m du 20 février environ au 1er avril, et passe par un minimum et un maximum différents tous les sept jours 1/2 environ, comme l'indique le diagramme de la figure 3. Il est vrai que ces différences maxima ne se produisent que deux jours par année, en février et en septembre.

Nous signalerons enfin qu'en vives eaux, la durée de l'étale de haute et basse mer à La Rochelle est d'environ 15 minutes, alors qu'en mortes eaux elle peut atteindre 2 h 30 à 3 h, temps pendant lesquels la variation de niveau est presque nulle.

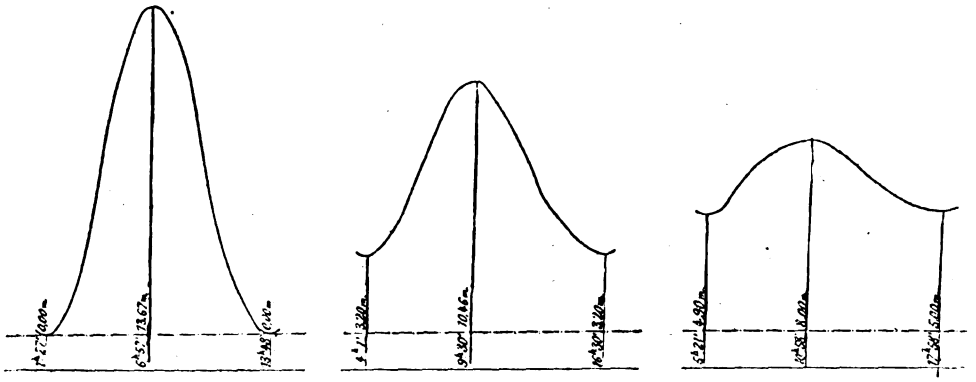


Fig. 2. — Courbes des marées de Saint-Malo.

Marée d'équinoxe : basse mer, 1 h 27 ; pleine mer, 6 h 57 ; basse mer, 13 h 48. Cotes de l'annuaire, 0,00 ; 13,60 ; 0,00.

Marée de demi-vive eau : basse mer, 4 h 1 ; pleine mer, 9 h 30 ; basse mer, 16 h 30. Cotes de l'annuaire, 3,15 ; 10,50 ; 3,15.

Marée de morte eau : basse mer, 5 h 21 ; pleine mer, 10 h 58 ; basse mer, 17 h 58. Cotes de l'annuaire, 4,90 ; 8,10 ; 5,00.

A Saint-Malo, l'étale dure moins longtemps ; on a en effet 0 h 10 et 0 h 30 environ.

En admettant qu'on puisse capter la force motrice des marées lorsque le marnage descend jusqu'à 1,10 m au moment des plus petites hautes mers de mortes eaux, on voit que sur toute l'étendue du littoral de l'Atlantique et de la Manche, il serait possible d'établir des usines hydro-électriques.

La force motrice des marées ne peut évidemment être recueillie en grande quantité que par l'emploi de vastes réservoirs, se remplissant lors du flot, et se vidant à mer baissante ; à chaque pleine et basse mer, la chute, et par suite le travail moteur deviennent nuls ; en outre, le courant des eaux change de sens à chaque vidange et remplissage du réservoir. Il faut donc que les turbines puissent fonctionner d'une manière continue et dans le même sens de rotation, malgré l'inversion du courant moteur. Ces deux difficultés viennent encore accroître toutes celles dues aux variations continuelles de niveau de la marée.

A Saint-Malo, la chute peut se réduire au minimum de 3 m pendant deux jours de l'année, en février et septembre, avec les cotes (8) pour la plus petite haute mer de mortes eaux, et (5) pour la plus haute basse mer.

La différence de niveau augmente assez rapidement, et en 65 h, soit moins de trois jours, la dénivellation atteint 4 m. L'amplitude moyenne, dans cet intervalle de temps, est de 3,34 m, avec minimum de 3 m (fig. 3).

En raison du peu de temps pendant lequel la différence de niveau reste inférieure à 4 m, comme le montre le diagramme de la figure 3, on peut admettre ce dernier chiffre comme amplitude minimum. Dans ces conditions, le travail théorique que produirait une superficie d'un hectare remplie d'eau de mer de densité 1 026 kg : m³, et égal à

$$10\,000\,m^2 \times 4\,m \times 1\,026\,kg : m^3 \times \frac{4\,m}{2} = 82\,080\,000\ kgm$$

pour un flot ou un jusant, et, comme il y a 3,87 oscillations en moyenne par 24 h, c'est un travail total minimum de $3{,}87 \times 82\,080\,000 = 317\,649\,600$ kgm en

Digitized by Google

un jour, soit une puissance de $\frac{317\,649\,600}{24 \times 270\,000} = 49$ ch.

En admettant un coefficient de rendement de 0,80, on trouve que la puissance réelle que peut fournir un hectare de réservoir rempli d'eau de mer sur 4 m de hauteur est de 39 ch en chiffres ronds.

La différence moyenne de toutes les marées étant de 8 m, la puissance moyenne susceptible d'être recueillie par hectare est de 156 ch pour la région de Saint-Malo, la plus favorisée sous le rapport du marnage de la mer.

Ces chiffres, relativement peu élevés, montrent qu'on s'est, en général, fait beaucoup d'illusions sur la force motrice réelle que peuvent pratiquement fournir les marées et cela parce qu'il n'a pas été tenu assez compte de la réduction de la chute en mortes eaux.

Théoriquement, le travail que pourraient produire les marées est colossal, malgré le faible marnage de la mer, mais pour pouvoir recueillir une fraction très importante de cette force motrice, il faudrait disposer de bassins très étendus, munis de digues-barrages ayant assez de longueur pour permettre l'installation, côte à côte, de turbines en nombre suffisant pour écouler toute l'eau de chaque réservoir, dans l'intervalle d'un flot et d'un jusant.

Afin de réduire les frais d'installation, on est évidemment amené à utiliser les anses ou baies qui existent le long des côtes, mais, dans certains cas, on pourra créer des réservoirs par le dragage des alluvions déposées anciennement par la mer dans les dépressions voisines de la côte.

L'inconvénient des retenues d'eau écoulées pendant le jusant est que leur niveau s'abaisse rapidement, alors que la mer ne suit pas, à l'aval du barrage, le même régime d'abaissement et qu'à mer montante, la chute devient nulle dès le début du flot, comme lors du plein. C'est pourquoi la fermeture des rivières à marée, à leur embouchure, présenterait certains avantages par rapport aux réservoirs parce que, pendant l'écoulement des eaux à mer perdante, le niveau de la rivière s'abaisserait moins rapidement en raison du débit d'eau douce du cours d'eau, ce qui maintiendrait une chute assez importante jusque vers la fin du jusant. Mais par contre, il faudrait établir un deuxième barrage à l'amont de celui situé près de la mer afin que le réservoir compris entre les deux barrages se vide complètement au bas d'eau. Le réservoir formé par les deux barrages se remplirait alors au flot en fournissant de la force motrice.

Si la disposition des lieux est telle que le barrage situé en amont, dans la rivière, puisse permettre la retenue de son débit pendant cinq ou six heures, il n'y aura pas lieu d'établir une dérivation, mais si ce n'est pas possible, on sera alors contraint d'en établir une pour écouler l'eau de la rivière. On capterait ainsi une partie du travail que peut donner le volume d'eau débité par la rivière en raison de la dénivellation due à la marée.

Régime domanial des côtes. — Avant d'aller plus loin, nous croyons utile de donner quelques indications sur le régime domanial des terrains recouverts par la mer et des lais de mer qui leur font généralement suit et aboutissent au pied de la côte ou de la falaise.

Tous les terrains en communication directe avec la mer, anses, baies, chenaux maritimes, embouchures de rivières, etc..., que les eaux de la mer recouvrent lors du plus grand flot de mars, font partie du domaine public maritime, qui est imprescriptible et inaliénable, sauf travaux ou causes qui viendraient ultérieurement à en changer le caractère. Ce domaine est géré par le ministère de la Marine, mais toutes décisions relatives à son aliénation ou à son utilisation, ne sont rendues qu'après enquête et sur avis du ministère des Travaux publics et de celui des Finances, pour ce qui concerne les redevances à imposer.

Au-dessus du plus grand flot de mars, et jusqu'au pied de la côte ou de la falaise, il existe presque toujours des apports ou dépôts de vases, sables, galets ou rochers qui ne sont pas recouverts par le flot de mars; ils constituent les lais de mer.

Ces terrains, qui ont pu anciennement être recouverts par la mer, ont changé de caractère par leur exhaussement et sont automatiquement passés du domaine public maritime dans le domaine privé de l'Etat, lequel est administré par le Service des Domaines, mais les décisions relatives à ces terrains sont prises par le ministère des Finances après enquête et avis préalable des ministères de la Marine et des Travaux publics.

En dehors des limites que nous venons d'indiquer, les terrains bordant la côte appartiennent aux riverains jusqu'au pied du talus qui aboutit aux lais de mer, et jusqu'au point situé au-dessus du flot de mars si la falaise est à peu près à pic.

Pour l'utilisation des baies ou anses, en vue d'installation de forces motrices, les propriétaires riverains n'ont pas à intervenir comme cela a lieu pour le captage des chutes des cours d'eau; mais lorsqu'il existe des lais de mer entre le domaine public maritime et les propriétés particulières, il y a lieu de procéder à un bornage pour lequel les riverains interviennent, mais c'est une question exclusivement administrative.

Par contre, les formalités à remplir pour obtenir l'autorisation d'aménager une anse maritime en vue de la force motrice sont assez longues; mais effectuées avec connaissance de cause, elles sont faciles à faire aboutir.

Le domaine public maritime s'étend jusqu'au plus grand flot de mars; les parties de plages ou les lais de mer lui font donc suite sans traces de discontinuité. Pour délimiter le domaine public maritime de ces plages ou lais de mer qui font partie du domaine privé, des formalités assez compliquées sont à remplir par le ministère de la Marine, puis une commission présidée par l'administrateur de la Marine et composée de l'ingénieur des Ponts et Chaussées, d'un inspecteur des Domaines et d'un capitaine du Génie, détermine sur place, le jour de la plus grande marée de mars, la limite qu'atteint le flot sur la plage ou le lais de mer et dresse procès-verbal de ses opérations. Le terrain compris entre la limite du flot et la côte passe alors dans le

Digitized by Google

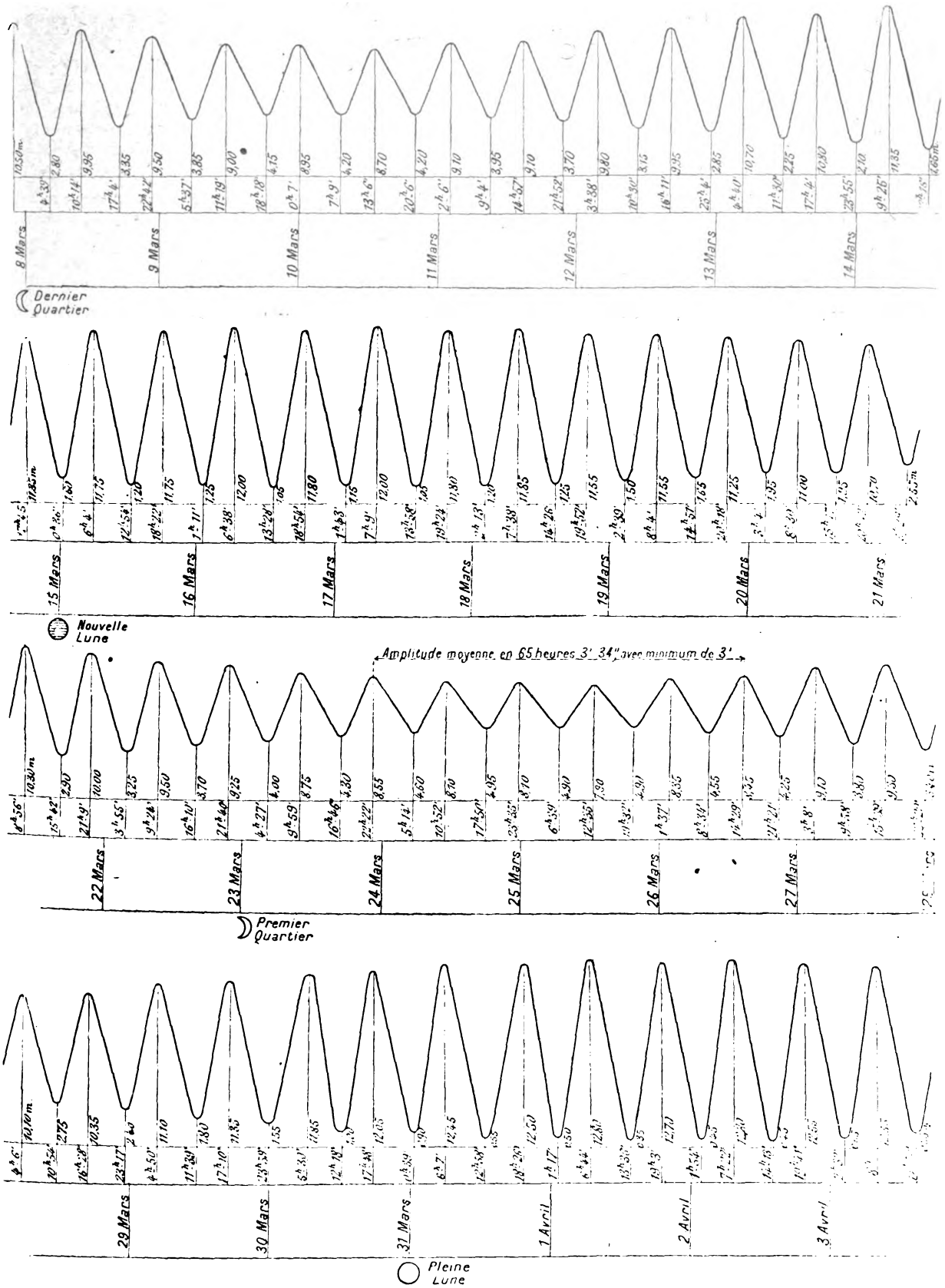


Fig. 3. — Courbes des marées de mortes eaux, de vives eaux et d'équinoxe à Saint-Malo, du 8 mars au 4 avril pour l'année 1915.

Digitized by Google

domaine privé de l'Etat, mais il est administré en fait par le service maritime des Ponts et Chaussées jusqu'à sa remise aux Domaines.

Les formalités à remplir pour aménager une baie ou une anse ont déjà été fixées par diverses décisions ministérielles pour des tentatives d'utilisation de la force motrice des marées dans la région de Saint-Malo.

Les pièces à fournir à l'appui de la demande sont les suivantes :

Un plan à échelle suffisante de la baie, anse et autres lieux à utiliser pour l'installation projetée;

Les plans, élévations et coupes rendant un compte exact et complet des dispositions projetées pour les ouvrages à établir;

Une estimation détaillée des dépenses prévues;

Un mémoire justificatif exposant la nature et l'objet de l'entreprise et indiquant les moyens financiers qui seront consacrés à sa réalisation.

Le dossier étant ainsi constitué, les ingénieurs du service maritime ouvrent alors les conférences mixtes réglementaires avec les services de la Marine, de la Guerre, etc. . Puis le projet est examiné par une commission nautique; une enquête d'utilité publique suit, ainsi que les avis du conseil général des Ponts et Chaussées et enfin les adhésions des ministres de la Marine, de la Guerre et des Finances.

L'établissement sur le domaine public maritime, d'un ouvrage de quelque importance, susceptible d'influer sur le régime des côtes et sur les conditions de la navigation, ne peut être autorisé que par décret rendu à la suite de l'instruction de l'affaire dans le sens qui vient d'être indiqué.

C'est donc ce décret qui clôt l'instruction et autorise l'exécution des travaux projetés.

Telles sont, en résumé, les formalités de toute nature à remplir pour arriver à créer un établissement destiné à utiliser la force motrice des marées en un point quelconque des côtes.

Mais une loi du 15 janvier 1913 a prescrit qu'aucun ouvrage permanent de nature à entraver la navigation maritime, aucun pont ou barrage ne pourront être établis dans la partie maritime des fleuves, rivières, cours d'eau utilisables pour la défense nationale et dont la liste est annexée à cette loi, sans avoir été autorisés par le Parlement après avis du Conseil supérieur et du ministère de la Marine.

Les rivières ou baies visées sont au nombre de 24 pour toute l'étendue des côtes de l'Atlantique et comprennent notamment : L'Orne, la Rance, le Trieuc, les rivières de Tréguier, Lannion, Morlaix, la Penze, l'Abervrac'h, l'Aberbenoit, l'Elorn, l'Aulne, l'Odet, le Blavet, l'Etel, le Crac'h, les rivières d'Auray, de Vannes, de Vilaine, la Charente et la Seudre.

Il faut donc une loi pour autoriser l'exécution d'ouvrages destinés à capter la puissance des marées dans les parties maritimes de ces cours d'eau.

(A suivre.)

E. MAYNARD,
Ingénieur des Ponts et Chaussées; précédemment Ingénieur du Service maritime à La Rochelle et à Saint-Nazaire.

Aménagement des usines hydro-électriques de « pointes »

Chutes moyennes et hautes chutes. — De l'étude des divers organes hydrauliques.

Dans l'article ci-dessous, les auteurs étudient les usines hydro-électriques de pointes, c'est-à-dire celles dont la consommation d'énergie électrique varie dans de très fortes proportions, au cours de la journée, mais qui doivent, en moyenne, fournir sensiblement chaque jour la même quantité d'énergie pendant toute l'année. Il faut donc, pour ces usines, régulariser autant que possible le débit dans l'année et répartir le débit moyen ainsi obtenu suivant les besoins aux différentes heures de la journée. Ces conditions se trouvent réalisées par l'emploi de réservoirs annuels et de réservoirs journaliers. Les auteurs examinent l'établissement de ces réservoirs, ils donnent ensuite des renseignements des plus précieux pour les installateurs d'usines hydrauliques sur les canaux d'amenée en charge, les cheminées d'équilibre et le calcul des conduites forcées.

Dans les usines hydro-électriques dites de « pointes », telles que les usines destinées à alimenter des réseaux de traction, force motrice, éclairage, etc., on n'a pas, comme dans les usines d'électrochimie ou d'électrométallurgie, la faculté de régler la consommation d'énergie suivant les apports en eau du bassin versant utilisé. Tandis que la quantité moyenne d'énergie qu'elles ont à fournir journellement varie peu, en général, d'une saison à l'autre, les demandes de puissance du réseau qu'elles alimentent peuvent atteindre au contraire des valeurs allant de une à trois fois la puissance moyenne journalière, sinon davantage.

L'utilisation complète des ressources hydrauliques dans les usines de pointes nous met donc en face du double problème suivant :

1° Régulariser le débit dans l'année dans la plus large mesure permise par la topographie de la région.

2° Répartir le débit moyen ainsi obtenu, suivant les besoins aux différentes heures de la journée.

Cela revient à renverser complètement le régime hydraulique du cours d'eau.

Nous nous proposons, dans le présent article, de montrer comment on peut résoudre ce double problème dans les conditions les plus avantageuses, et nous étudierons à ce propos les conditions particulières d'établissement

Digitized by Google

des divers organes hydrauliques relatifs à cette catégorie d'usines.

I. — **Réservoirs.** — Selon que l'on a en vue la régularisation du débit dans le cours de l'année, ou sa répartition irrégulière aux divers moments de la journée, les réservoirs à créer seront de deux types différents :

1° Ceux qui auront pour but de ramener à une valeur aussi élevée que possible la puissance moyenne quotidiennement disponible, en emmagasinant l'eau au moment des forts débits, en particulier de la fonte des neiges, pour la restituer aux périodes d'étiages. On les désigne en général sous le nom de *réservoirs annuels* ou *saisonniers*.

2° Ceux que l'on appelle réservoirs *journaliers* et qui permettent de répartir cette puissance moyenne suivant les besoins au cours d'une journée, en emmagasinant le débit disponible aux heures de charge réduite, pour le restituer au moment des « pointes ».

Il peut arriver d'ailleurs que ces deux types de réservoirs soient confondus en un seul, comme dans les usines du lac Delio en Italie, de la Biaschina en Suisse, d'Orlu dans l'Ariège, etc., où l'eau prise dans un lac est amenée directement aux turbines par une canalisation en charge. Mais ce ne sont là que des cas particuliers et le plus souvent on sera obligé de constituer séparément les réservoirs des deux types.

A. — Réservoirs annuels. — A propos de l'aménagement d'ensemble de la Haute-Vallée d'Ossau, il a été indiqué ici (1) un procédé pratique pour déterminer la capacité utile à donner à un de ces réservoirs, soit lorsqu'il doit alimenter une usine isolée, soit lorsqu'il doit servir pour un groupe d'usines conjuguées. Nous ne reviendrons pas ici sur cette étude, et nous supposerons que le volume d'eau à emmagasiner a été défini à l'aide de la courbe des débits cumulés.

Au point de vue de leur aménagement proprement

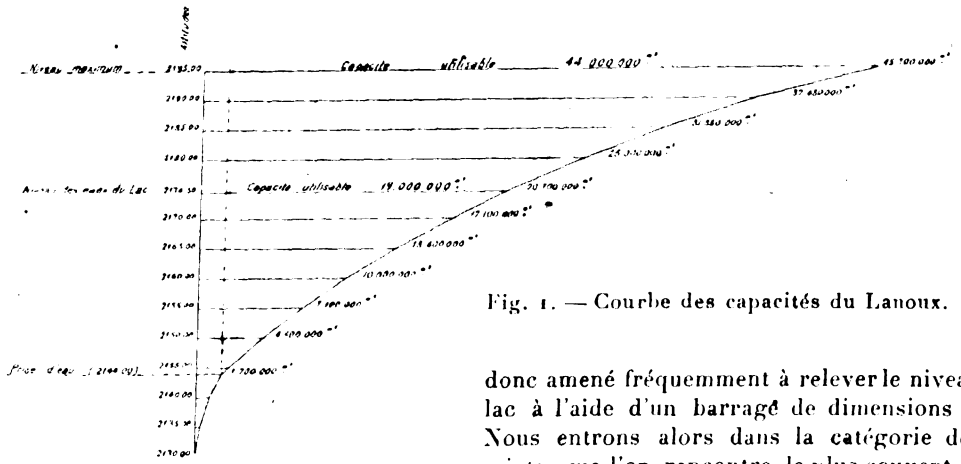


Fig. 1. — Courbe des capacités du Lanoux.

dit, nous distinguerons deux catégories de réservoirs annuels :

1° Les réservoirs naturels ou mixtes ;

2° Les réservoirs artificiels.

1° Par réservoirs *naturels*, nous entendons parler des lacs ou étangs, pour lesquels il est possible d'utiliser comme réserves le volume d'eau contenu dans la vasque du lac, limité au plan d'eau de son émissaire. Ce cas se rencontre assez rarement dans la pratique. Nous pouvons cependant en citer un exemple intéressant : c'est celui du lac de Calhaouas dans la Haute-Vallée du Louron, aménagé par le Service de l'Hydraulique agricole en vue de la régularisation du débit de la Neste, et où on a pu disposer d'une réserve de 7 000 000 m³, en forant une galerie de prise d'eau à 20 m au-dessous du niveau normal du lac.

Le plus souvent les réserves ainsi constituées seront insuffisantes, car il y a toujours intérêt à leur donner le plus d'importance possible et, par suite, à aménager des réservoirs de capacité largement calculée, pour pouvoir, à l'occasion, y faire des reports à longue échéance des eaux des années humides sur les années sèches. On sera donc amené fréquemment à relever le niveau normal du lac à l'aide d'un barrage de dimensions appropriées. Nous entrons alors dans la catégorie des réservoirs *mixtes* que l'on rencontre le plus souvent dans la pratique.

Pour faire l'étude de l'aménagement du réservoir, on construira tout d'abord la courbe des capacités du lac (2) aux différentes hauteurs, en calculant le volume par tranches horizontales successives convenablement espacées et en poussant ce calcul jusqu'à une hauteur suffisante au-dessus du plan d'eau normal.

Cette courbe des capacités permettra de déterminer à la fois la cote à laquelle on devra forer la galerie de prise d'eau et la hauteur qu'il conviendra de donner au barrage, pour obtenir dans les conditions les plus économiques, la capacité utile définie comme il a été indiqué plus haut.

Ayant ainsi déterminé la hauteur du barrage il faudra en choisir le type et en arrêter les dimensions.

Nous n'insisterons pas sur le mode de calcul de ces ouvrages pour lequel il suffira de se reporter aux traités spéciaux, pas plus que sur le choix du type à adopter, lequel a déjà fait l'objet d'études intéressantes diverses,

(1) Voir *R. G. E.* 1er décembre 1917, t. II, p. 851.

(2) A titre de renseignement nous donnons ci-dessous celle du lac Lanoux (Haute-Ariège (fig. 1).

Digitized by Google

parmi lesquelles nous citerons celle de MM. Lévy-Salvador et Maynard parue dans la « R. G. E. » des 15 et 22 septembre 1917 (1).

Nous signalerons, toutefois, que l'étude de MM. Lévy-Salvador et Maynard est incomplète en ce qu'elle omet de parler des barrages en terre qui pourtant sont susceptibles dans bien des cas de fournir des solutions avantageuses au problème de la création des réservoirs. Aussi nous proposons-nous, à propos des réservoirs artificiels, de nous étendre plus longuement sur ce type d'ouvrages, en particulier, sur les digues en terres perméables à revêtement d'étanchéité, type barrage du lac d'Oredon dans les Hautes-Pyrénées qui paraissent susceptibles des applications les plus intéressantes.

Pour en finir avec les réservoirs de cette première catégorie, nous dirons à titre purement documentaire, que dans les nombreux cas que, directement ou non, nous avons eu l'occasion d'étudier, le prix de revient du mètre cube emmagasiné varie entre 0,08 fr et 0,35 fr.

Nous pouvons même citer le cas exceptionnel du lac de Lanoux dans les Pyrénées-Orientales qu'il est possible d'aménager en réservoir de 44 000 000 m³ de capacité utile pour une dépense certainement inférieure à 0,05 fr par mètre cube.

2° Dans la création des réservoirs annuels, il n'est pas toujours possible d'utiliser un lac ou un étang et l'on peut être conduit, lorsque la configuration des lieux s'y prête, à créer un lac artificiel au moyen d'un barrage approprié.

A moins de circonstances exceptionnellement favorables, on ne saurait obtenir, pour le mètre cube emmagasiné, des prix de revient aussi avantageux dans la création des réservoirs artificiels, que ceux que nous avons indiqués pour les réservoirs naturels ou mixtes, car ils nécessitent en général, et à capacité égale, la construction de barrages beaucoup plus importants.

De l'étude de ces ouvrages découlera l'économie de tout le projet.

Les barrages ou digues constitués par une levée de terre offriront, dans bien des cas, une solution favorable.

Leur usage, au moins en ce qui concerne les digues en terre argileuse, a été très répandu dès la plus haute antiquité, dans l'Inde et en Egypte. On en a fait de nos jours de nombreuses applications pour la création des réservoirs destinés à l'alimentation des canaux de navigation.

Leur grand avantage réside surtout dans le fait qu'ils ne nécessitent pour leur construction que l'emploi de matériaux que l'on pourra trouver souvent à proximité de leur emplacement. Cet avantage sera d'autant plus appréciable que l'on se trouvera dans un pays d'accès plus difficile comme cela se produit fréquemment à propos de l'aménagement des chutes d'eau en pays de montagnes, celles que nous envisageons ici plus particulièrement.

Les profils de ces digues sont extrêmement variables, et nous n'entrerons pas dans la description des divers types connus. A ce titre, on pourra, pour les ouvrages français, consulter la remarquable étude publiée dans les « Annales des Ponts et Chaussées » (1914 V) par MM. Jacquinot et Frontard au sujet de l'accident survenu à la digue des Charmes (1).

Nous nous bornerons à rappeler que, dans ces ouvrages, l'étanchéité est obtenue par l'emploi de terres imperméables corroyées contenant en proportions variables, mais sensiblement définies dans chaque cas d'espèce, du sable graveleux et de l'argile (2).

Que ces terres constituent la totalité du remblai ou seulement le noyau destiné à le rendre étanche : l'ouvrage est ensuite revêtu, dans presque tous les cas, d'un léger masque en maçonnerie, dont le rôle est de protéger le remblai contre l'action mécanique de l'eau.

Bien que certains de ces ouvrages aient acquis une durée qui permette d'en envisager de nouvelles applications, ils ont donné lieu dans leur ensemble à tant de mécomptes qu'ils paraissent devoir tomber dans un discrédit immérité tant que l'on n'aura pas étayé sur des données plus précises les règles qui doivent présider à leur conception. A ce sujet nous ne pouvons que renvoyer à l'étude précitée de MM. Jaquinot et Frontard (3) de laquelle il ressort que dans l'état des connaissances relatives à la poussée des terres pourvues de cohésion, l'on ne saurait, sans s'exposer à de graves mécomptes, dépasser pour ces ouvrages une hauteur limite, variable avec la nature des terres employées, mais voisine dans tous les cas de 15 à 16 m. De plus, la forme de la courbe adoptée pour les talus est un des facteurs importants de leur stabilité, et, à ce titre, la forme parabolique comportant des inclinaisons croissantes de la base au sommet du remblai paraît être la meilleure.

On voit, d'après ce qui précède, que les applications de ce type de barrage sont forcément réduites par l'existence d'une hauteur limite que l'on ne peut dépasser sans danger, au moins en l'état actuel de la technique de la poussée des terres. Mais nous avons tenu à développer ces considérations pour mieux faire ressortir l'intérêt d'un autre type de barrages en terres, dont l'usage nous paraît avoir été limité jusqu'ici à la région pyrénéenne, et dont l'idée revient à M. Michelier, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. Nous voulons parler des barrages en terre perméable à revêtement d'étan-

(1) Voir à ce propos, l'intéressante lettre de M. P. Bunet, sur la pratique suivie aux Etats-Unis dans la construction des grands barrages en maçonnerie. *R. G. E.* 22 décembre 1917, t. p. II.

(1) Voir également la conférence sur les barrages-réservoirs faite à Grenoble, le 8 septembre 1902, au premier Congrès de la Houille blanche par M. Dumas, Ingénieur des Arts et Manufactures (*Compte rendu du Congrès*, t. I).

(2) Nous signalerons à ce sujet, que sur l'initiative de M. Jaquinot, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, il a été installé à Langres un véritable musée des terres entrant dans la constitution des barrages connus les plus importants.

(3) Voir également le traité de M. Résal, relatif à la poussée des terres pourvues de cohésion.

Digitized by Google

chéité maçonné, dont le prototype est le barrage du lac d'Orédon qui a permis de créer à l'altitude de 1 850 m un réservoir dont la hauteur de retenue atteint 25 m. Ce genre d'ouvrages est d'autant plus intéressant que, dans les hautes altitudes, on ne trouve que rarement les terres argileuses nécessaires pour la construction d'un barrage en terre du type classique, c'est-à-dire dont le remblai est à la fois étanche et légèrement compressible, alors qu'on rencontre en grande quantité des matériaux provenant des couloirs d'éboulis ou d'avalanches formés d'un mélange de sable et de gravier et dont l'utilisation peut donner des massifs incompressibles mais perméables.

Ici le revêtement doit jouer le double rôle de protéger le talus contre les érosions et d'assurer l'étanchéité de la digue elle-même. On est donc amené à lui donner beaucoup plus d'importance que dans les ouvrages précédents. Le croquis ci-dessous (fig. 2) représente la coupe en travers type du barrage d'Orédon.

La masse du remblai y est constituée par les matériaux tout venant retirés d'un cône d'avalanche situé à proximité, et le revêtement par un double masque en béton séparé en deux parties par un drain en cailloux rangés à la main, dont le rôle est le suivant. Si le premier masque est traversé par l'eau sous pression, celle-ci, qui normalement est toujours en assez faible quantité, s'écoule par le drain jusqu'à une galerie collectrice qui l'emmène à l'aval du barrage. Le second masque, n'étant jamais soumis à aucune pression, empêche complètement l'arrivée de l'eau jusqu'au massif perméable où l'arrivée d'eau sous pression en quantité importante pourrait produire des désordres graves. Aussi au lac d'Orédon, si le masque au contact de l'eau a une épaisseur variant de 1,20 m à 2,50 m, le deuxième n'a plus que 0,30 m.

L'ouvrage de M. Michelier, conçu avec beaucoup d'audace et d'une façon très heureuse pour l'époque, a montré à l'usage quelques défectuosités auxquelles il a été facile de remédier.

Les grandes dalles, qui sont constituées par du béton

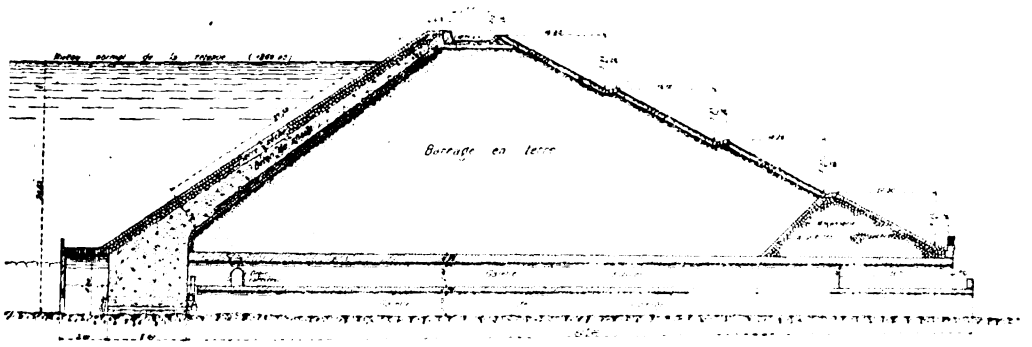


Fig. 2. — Coupe de la digue d'Orédon.

de chaux, sont assez perméables et ont, en raison de leur grande surface, une tendance à se fissurer.

Peu à peu les apports d'eau dans la galerie collectrice étaient devenus très importants et donnaient des dépôts de chaux notables indiquant un appauvrissement graduel des mortiers de nature à susciter des craintes sérieuses pour la conservation de l'ouvrage.

Environ quarante ans après la mise en service de l'ouvrage, il a fallu songer à porter remède à ces défectuosités sous peine de voir sa stabilité compromise.

La solution adoptée sur la proposition de M. Eydoux, alors ingénieur des Ponts et Chaussées chargé du service hydraulique dans les Hautes-Pyrénées, consista à substituer dans la réfection de la partie inférieure du masque (celle qui est soumise aux pressions les plus élevées), le ciment à la chaux, comme étant moins perméable et à prévoir l'emploi d'armatures métalliques pour empêcher la production de fissurations importantes. Ces dispositions paraissent avoir donné les meilleurs résultats, aussi les a-t-on reprises, avec de légères modifications, il est vrai, à propos de la construction actuellement en cours du barrage du lac d'Aubert aménagé également en réservoir par le Service de l'Hydraulique agricole dans les Hautes-Pyrénées. Ici le masque est entièrement constitué par une dalle en béton armé, et le drain général en pierres sèches a été remplacé par un système de drains espacés, tracés suivant la ligne de plus grande pente et constitués par des briques à trous logées dans l'épaisseur du masque.

Il semble qu'on puisse, avec ce système, craindre des infiltrations jusqu'au remblai dans l'intervalle des drains et il paraît préférable, pour des ouvrages de grande hauteur (la hauteur de retenue au lac d'Aubert n'est que d'une dizaine de mètres) de revenir au drain général et ininterrompu type Orédon, combiné avec l'emploi de dalles en béton armé, permettant d'envisager l'obtention d'une étanchéité absolue. On trouvera (fig. 3) la coupe de l'avant-projet d'un ouvrage de ce type.

En admettant qu'au travers de la dalle antérieure il se produise des infiltrations, dont l'importance augmentera avec la pression due à la hauteur de l'eau dans le réservoir, le drain jouera le rôle de *détendeur* et les eaux qu'il recueillera, n'ayant plus de pression, ruisselleront sur la dalle postérieure même fissurée jusqu'au collecteur.

On conçoit alors que, pour des remblais ainsi tenus

Digitized by Google

systématiquement à l'abri des moindres infiltrations, on puisse envisager des hauteurs auxquelles on n'aurait pu songer sans être amené à donner à leur profil des dimensions excessives, et nous pensons que la sagacité des ingénieurs peut utilement s'engager dans cette voie en vue de la solution économique du problème des réservoirs en haute montagne.

Nous pouvons dire d'ailleurs, pour en finir avec ce sujet et sans qu'il nous soit loisible d'entrer dans des explications détaillées, que l'on étudie actuellement des barrages de ce type pour des hauteurs de retenue de 30 m et au delà en vue de la création de grands réservoirs destinés à régulariser la puissance de groupes d'usines hydro-électriques conjuguées.

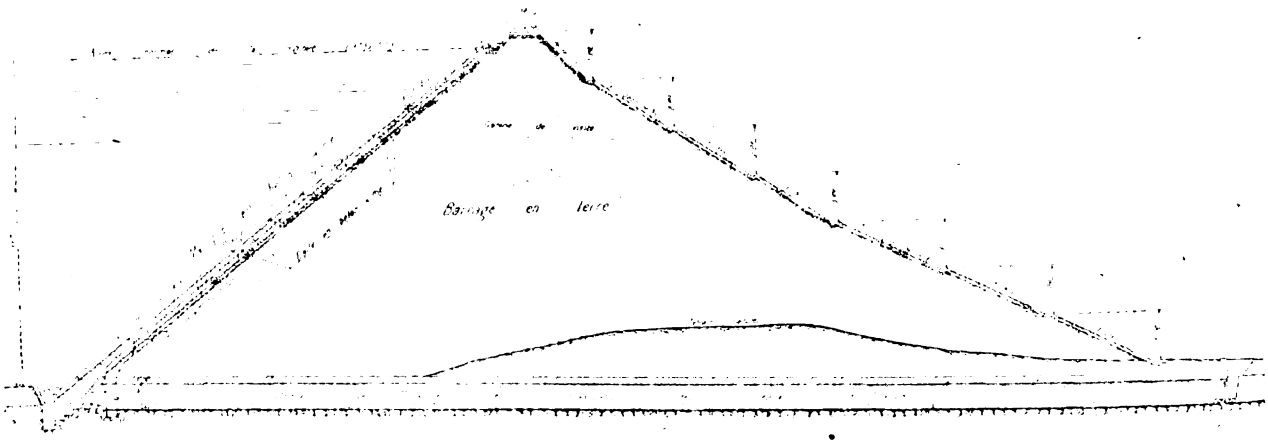


Fig. 3. — Digue avec revêtement d'étanchéité en ciment armé.

B. — Réservoirs journaliers. — Leur but est de permettre la répartition de la puissance moyenne journalière suivant la variation des besoins au cours de la journée. Ils devront donc pouvoir emmaganiser l'eau en excédent pendant la marche à puissance restreinte, pour la restituer aux heures de p[illegible]e charge. Pour déterminer la capacité à donner à un de ces réservoirs, on commencera, lorsque ce sera possible, par établir tout d'abord la courbe des puissances que l'usine doit fournir au cours des vingt-quatre heures de la journée pour faire face aux besoins en vue desquels elle est créée. Suivant que l'usine est destinée à la traction, à l'éclairage ou à la distribution d'énergie, l'allure générale de sa courbe des puissances est très variable, mais la diversité de ces courbes importe peu à l'étude qui nous occupe. A titre d'indication, nous donnons ci-après une courbe de puissances dressée en vue de l'étude d'une usine de traction (fig. 4) devant utiliser un débit moyen continu de 1 410 litres : seconde sous une chute nette de 200 m correspondant à une puissance moyenne de 2 820 poncelets à l'entrée des turbines. La puissance que doit fournir l'usine au cours des vingt-quatre heures de la journée est représentée à chaque instant par l'ordonnée correspondante de la courbe, et la puissance moyenne journalière est mesurée par l'ordonnée de l'horizontale M N.

La détermination exacte des débits totaux absorbés pendant chaque période

$$\int_{t_{n-1}}^{t_n} Q\,dt,$$

ne présente aucune difficulté, mais on peut, comme nous l'avons fait dans le cas présent, simplifier les calculs sans erreur appréciable, en faisant ce que nous pourrions appeler une rectification de la courbe des puissances et qui consiste à remplacer des portions de courbe judicieusement délimitées par des horizontales

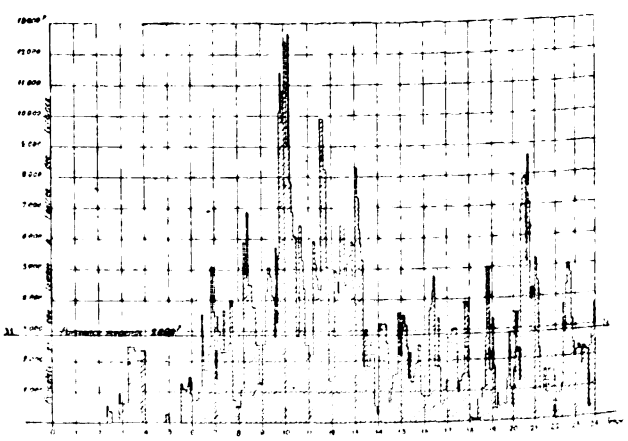


Fig. 4. — Courbe des puissances d'une usine de traction.

dont les ordonnées correspondent à la puissance moyenne pendant la période considérée (fig. 5).

L'examen de cette courbe montre que de A en B et de C en D l'usine n'absorbera rien. Pendant ce temps tout le débit de la rivière pourra être emmaganisé; pendant les autres périodes de la journée le débit absorbé, très variable, est tantôt inférieur au débit moyen continu, tantôt notablement supérieur.

Quelle que soit la méthode employée exacte ou appro-

Digitized by Google

chée, on construira ainsi la courbe des débits cumulés (fig. 6) qui permettra de définir immédiatement la capacité utile du réservoir journalier (voir *Revue générale de l'Electricité*, 1er déc. 1917, t. II, p. 356).

Le problème à résoudre ici est l'inverse de celui de la régularisation d'un cours d'eau, car ce qui est constant; c'est précisément le débit de la rivière pendant la jour-

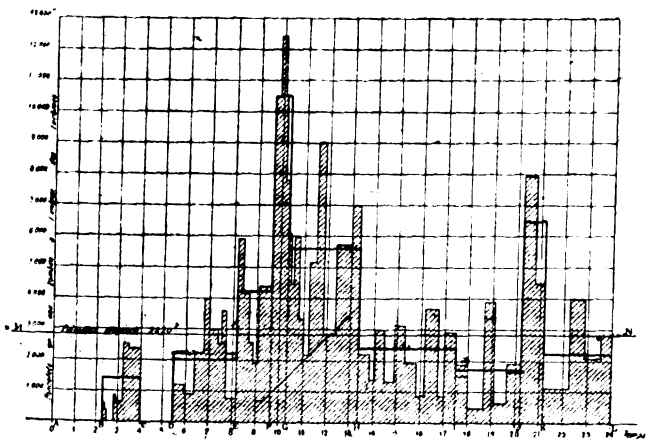


Fig. 5 — Courbe rectifiée.

née, alors que c'est la puissance fournie par l'usine et par suite le débit absorbé qui varie (1).

Mais l'interprétation de la courbe ne change pas et permet de suivre à chaque instant le fonctionnement du réservoir et de déterminer la capacité qu'il convient de lui donner. Dans le cas cité comme exemple l'ordonnée $m\,n_1$ mesurée à l'échelle, représente cette capacité utile qui est de 29000 m³.

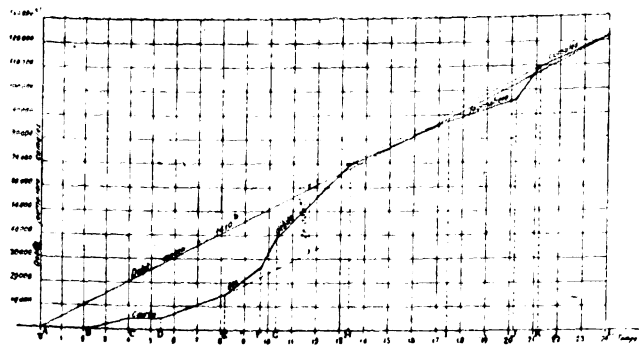


Fig. 6. — Courbe des débits cumulés.

Il sera bon toutefois, et suivant les cas, de majorer notablement, de 1;5 environ, la capacité ainsi trouvée pour conserver une certaine marge.

(1) Il convient toutefois de signaler la variation diurne du débit des cours d'eau alimentés par des glaciers, variation qui peut être marquée et atteindre même 50 pour 100 de la valeur du débit total, comme cela se produit pour certains cours d'eau des Alpes, en particulier pour l'Arve à Chamonix.

Le choix de l'emplacement à donner à un réservoir journalier dans le schéma d'ensemble d'une usine appelle quelques remarques.

Puisque l'eau emmaganisée ne doit être utilisée qu'au moment des « pointes », ce réservoir doit théoriquement être situé aussi près que possible de la chambre de mise en charge des conduites forcées, au besoin se confondre avec elle, de telle sorte qu'au moment des pointes les turbines puissent directement faire appel aux réserves, sans manœuvre intermédiaire. Pratiquement, cette solution est onéreuse, car le plus souvent la topographie des lieux ne se prête pas à la création de réservoirs importants, autrement que par une augmentation de la section du canal d'amenée, obtenue soit à ciel ouvert, soit en souterrain, et qui nécessite en tout cas des dépenses élevées. Cette disposition a été adoptée dans certaines usines par suite de nécessités impérieuses, notamment à l'usine de Soulom de la Compagnie des Chemins de fer du Midi, sur la dérivation du Gave de Cauterets où un réservoir journalier d'une capacité utile de 22000 m³ a été établi, partie à ciel ouvert, sur une longueur de 300 m, et partie en souterrain, sur une longueur de 750 m. Il débouche directement dans la chambre de mise en charge. Le prix de revient moyen du mètre cube emmaganisé ressort à 70 fr. C'est un prix évidemment très élevé.

Aussi, malgré les avantages techniques qui militent en faveur d'un tel emplacement, les conditions financières le font généralement rejeter. En s'en tenant au côté économique de la question, il faudrait reporter cet emplacement à l'endroit où la configuration du terrain permettra de constituer les réserves à bas prix. Ces conditions peuvent se trouver réalisées soit sur le parcours du canal d'amenée, soit le plus souvent en tête de la prise d'eau; car il est bien rare que, dans le fond d'une vallée, on n'arrive pas à trouver un emplacement convenable.

Si le canal fonctionne à écoulement libre, la constitution de réserves, loin de la chambre de mise en charge, nécessitera l'installation d'un poste de garde-vannes relié par téléphone à l'usine pour permettre au chef d'usine de demander en temps voulu les suppléments de débit à prélever sur les réserves. Pratiquement, il n'est pas possible de procéder à un réglage continu des vannes en vue d'assurer à l'usine le débit strictement nécessaire, en raison notamment du temps que met l'eau à parcourir la distance qui sépare le réservoir de la chambre de mise en charge; d'où la nécessité, si l'on veut éviter des pertes d'eau exagérées, de donner à la chambre de mise en charge une capacité supplémentaire que l'on nomme « réservoir horaire » et destinée à parer aux incertitudes de manœuvre des vannes.

C'est ainsi que l'on procède habituellement et l'on met entre les mains du garde-vannes une consigne indiquant les heures de manœuvre des vannes avec les débits à assurer dans chaque cas.

Nous citerons comme exemple de cette disposition l'usine de La Cassagne (Pyrénées-Orientales) appartenant à la Compagnie des Chemins de fer du Midi où on

Digitized by Google

a aménagé sur le parcours du canal d'amenée un réservoir de 12 000 m³ situé à 1 500 m environ en amont de la chambre de mise en charge, aménagée elle-même en « réservoir horaire » de 3 000 m³ de capacité.

Connaissant les courbes journalières de puissance, on pourrait reprendre, pour ces réservoirs horaires, les problèmes déjà résolus pour les réservoirs annuels ou journaliers, et notamment se proposer de déterminer :

1° La capacité qu'il convient de leur donner pour réduire à un chiffre raisonnable le nombre de manœuvres de vannes au départ du réservoir journalier ;

2° La capacité du réservoir horaire étant fixée (c'est le cas d'une installation existante), déterminer les heures de manœuvre des vannes et les débits à fournir dans chaque cas pour assurer sans perte d'eau et sans à-coups la marche régulière de l'usine.

Ces questions se résolvent immédiatement par la considération de la courbe de la figure 7.

A titre d'exemple, nous y avons figuré la solution de

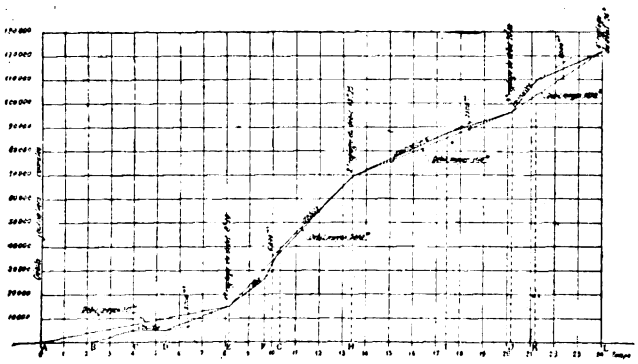


Fig. 7. — Courbe de détermination de la capacité d'un réservoir horaire.

la première question dans le cas d'un nombre de manœuvres réduit à 4.

Les indications de la figure sont assez explicites pour que nous n'ayons pas besoin de donner d'explications complémentaires. Nous dirons seulement que la capacité ainsi trouvée est de 6 000 m³ (1).

Il convient de ne pas perdre de vue, lorsqu'on aura un réservoir journalier éloigné de la chambre de mise en charge, que la portion du canal d'amenée qui le relie à celle-ci devra avoir une section suffisante pour lui permettre d'écouler le débit maximum absorbé par l'usine.

La constitution de réserves en tête de la prise d'eau, dans le lit même de la rivière, offre en général la solution la plus économique mais présente, en outre des inconvénients que nous venons d'indiquer, celui d'exposer le réservoir à l'engravement.

Les dispositions techniques adoptées devront parer à cette nouvelle difficulté d'autant plus grave que l'on sera amené, le plus souvent, à fixer l'emplacement de ce réservoir à l'endroit où la pente du cours d'eau est faible, et où, par suite, la diminution de la vitesse d'écoulement favorise les dépôts.

Il n'est pas dans notre intention d'examiner ici en détail les dispositions techniques à adopter dans les différents cas. Quoique très diverses, elles peuvent cependant se résumer en deux types, suivant que le cours d'eau intéressé charrie ou ne charrie pas.

Si le cours d'eau charrie d'une façon à peu près permanente, il sera bon de le dériver, sur la longueur du réservoir, dans un chenal ménagé à cet effet. Le réservoir proprement dit sera construit alors latéralement à ce chenal ; il sera alimenté par déversement à l'aide d'une murette déversoir construite à la limite du réservoir et du chenal, de manière à canaliser dans ce dernier les apports du ruisseau. Des vannes de section convenablement choisie seront disposées dans le barrage, par bout du chenal, de façon à pouvoir y opérer des chasses énergiques et le débarrasser des dépôts qui s'y seraient constitués.

Si, au contraire, le cours d'eau considéré ne charrie qu'au moment des crues, la murette déversoir dont nous venons de parler devient inutile ; mais il sera indispensable de permettre aux eaux de crues de traverser le réservoir sans que la présence de celui-ci provoque une réduction notable de vitesse d'écoulement, ce qui favoriserait la formation rapide de dépôts. On obtiendra ce résultat en maintenant dans le réservoir, à l'aide de vannes disposées dans le barrage, un courant susceptible de canaliser ces crues et de s'opposer à la formation de dépôts. Ainsi on ne prendra que le débit nécessaire au fonctionnement de l'usine, le surplus étant évacué par les vannes.

Nous donnons ci-après, d'après une étude d'avant-projet, un exemple de chacun de ces types de réservoirs. Nous nous sommes inspirés pour leur étude des considérations générales qui précèdent.

La figure 8 indique les dispositions techniques d'un réservoir du premier type. Sa capacité utile sera de 25 000 m³. Le chenal dans lequel sera dérivé le cours d'eau mesure 19 m de largeur ; il est séparé du réservoir proprement dit par une murette déversoir de 1,50 m de hauteur au-dessus du radier du chenal. Le sol du réservoir sera réglé à l'aide de pentes longitudinale et transversale de manière à utiliser aussi complètement que possible les eaux emmaganisées. Il est à remarquer que dans les réservoirs de ce type tout le volume d'eau à l'amont du barrage, à l'exception toutefois de la tranche hachurée sur la coupe en travers, constitue les réserves utiles.

La figure 9 représente les dispositions techniques d'un réservoir du deuxième type. La capacité utile de ce réservoir sera de 80 000 m³. Le radier du réservoir, qui, en raison de la perméabilité du sol, recevra un revêtement en béton de 0,15 m d'épaisseur, sera réglé à l'aide de pentes longitudinale et transversale de façon à présenter un point bas vers l'extrémité aval du chenal. Le vannage ménagé dans le barrage au droit du chenal,

(1) C'est par une méthode analogue qu'a été déterminée par le service constructeur la capacité à donner à la chambre de mise en charge de l'usine hydro-électrique d'Eget (Hautes-Pyrénées) construite par l'État pour le compte de la Compagnie des Chemins de fer du Midi. *R. G. E.*, 24 février 1917, t. I, p. 298.

Digitized by Google

sera constitué par deux vannes de 3 m × 3 m destinées aux chasses et à canaliser les crues.

Si, dans l'exemple que nous venons de donner, la configuration des lieux a permis d'envisager la constitution à bon prix de réserves importantes, en ne nécessitant que la construction d'un barrage de peu de hauteur, il n'en est pas toujours ainsi. On se trouve parfois dans l'obligation de situer un réservoir dans des conditions économiques moins avantageuses. Tel est le cas d'un réservoir que nous avons étudié et où nous avons été conduits, pour obtenir la capacité utile nécessaire de 90 000 m³, à prévoir deux barrages superposés dans le lit de la rivière. Nous ne citons ce cas qu'à titre documentaire, car l'utilisation des réserves ainsi constituées nécessite des manœuvres, appropriées aux besoins de turbines, pour lesquelles la présence continuelle d'un barragiste s'impose.

Il faut remarquer d'ailleurs que, lorsqu'on construit des usines devant marcher en parallèle et situées en échelons sur des cours d'eau se déversant l'un dans l'autre, il est inutile de reconstituer pour chaque usine la totalité des réserves, celles-ci servant successivement à toutes les usines. A une certaine marge près, on comptera donc, comme servant à une usine, la totalité des réserves créées en amont.

Nous venons de voir quelles sont les diverses consi-

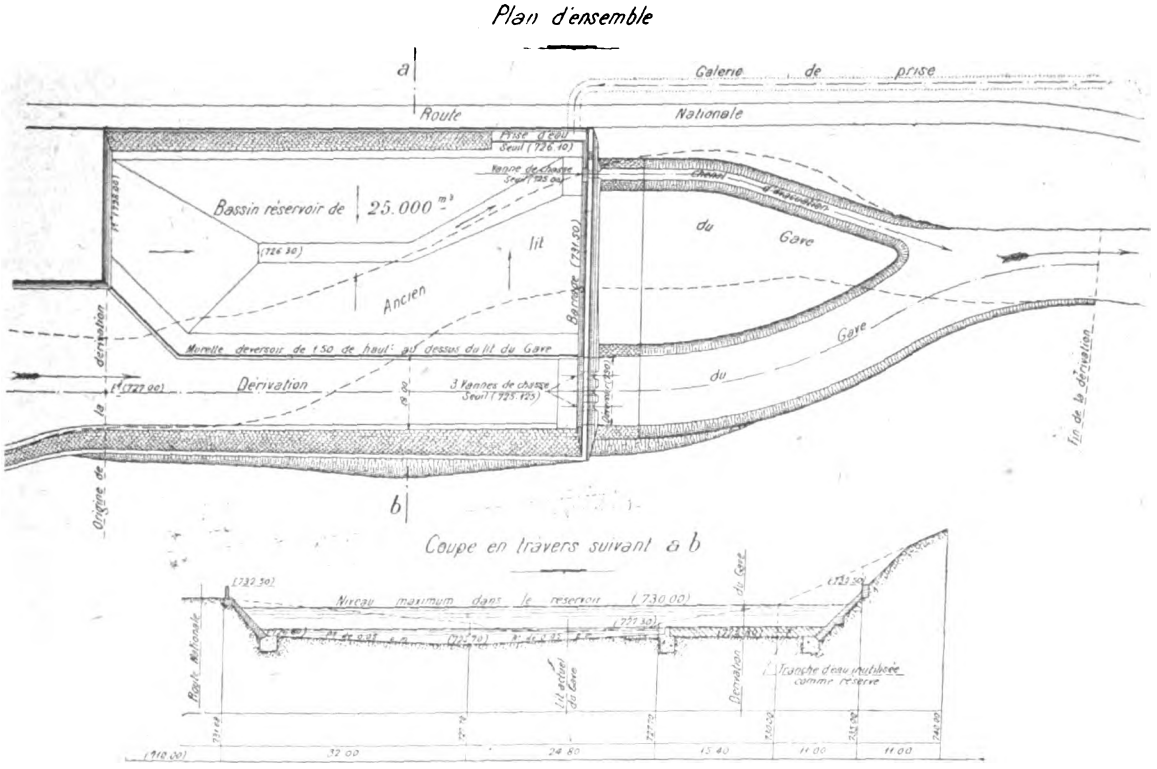


Fig. 8. — Réservoir journalier, 1er type.

dérations qui doivent présider au choix de l'emplacement à donner au réservoir journalier, ainsi que les inconvénients qu'il y a à l'établir en dehors de la chambre de mise en charge des conduites forcées. Nous allons voir maintenant comment on peut obvier à ces inconvénients par la *mise en charge* des canaux d'amenée.

II. — **Canaux d'amenée en charge. — Cheminées d'équilibre.** — CANAUX D'AMENÉE EN CHARGE. — La solution qui consiste à faire fonctionner un canal d'amenée en charge n'est pas nouvelle; mais elle n'a été appliquée jusqu'à ce jour que de façon plutôt empirique. Parmi les usines comportant cette disposition, nous citerons celles : de Sarrancolin, sur la Neste d'Aure; d'Orlu, alimentée par l'étang de Naguille (Ariège); de Ferrière, sur l'Agout; des Roberts, à Rioupéroux (Isère); les usines de Brasimone et du lac Delio, en Italie, de la Biaschina, en Suisse, etc.

Elle a pour but de relier directement la turbine à la prise d'eau qui l'alimente, par une canalisation continue fonctionnant en charge (conduites forcées et canal d'amenée). De ce fait, la turbine fait elle-même l'appel d'eau qui lui est nécessaire dans le réservoir amont, sans aucune manœuvre intermédiaire.

Les avantages que présente cette disposition peuvent se résumer ainsi qu'il suit :

1° Suppression à peu près totale des manœuvres à la prise d'eau, tout au moins en ce qui concerne le réglage du débit du canal d'amenée, qui devient fonction de

Digitized by Google

l'appel des turbines, défini lui-même par la demande de puissance sur le réseau. Ceci revient à obtenir un fonctionnement *automatique*.

2° Possibilité d'obtenir des réserves importantes, soit en donnant au canal d'amenée une plus grande section que celle qui est nécessaire pour assurer le débit demandé, soit, en usant de la possibilité qui découle du dispositif envisagé, d'appliquer le principe élémentaire des vases communicants, pour créer ces réserves en un point *quelconque* du canal d'amenée, toutes les fois que la configuration du terrain s'y prêtera de façon économique.

3° Suppression presque complète des pertes d'eau.

Nous croyons utile de donner ci-après quelques explications sommaires au sujet des dispositions préconisées ci-dessus.

Lorsque, faute d'emplacement convenable pour la création de réservoirs, on sera amené à constituer les réserves dans le canal d'amenée lui-même, on déterminera ainsi qu'il suit, la section à lui donner.

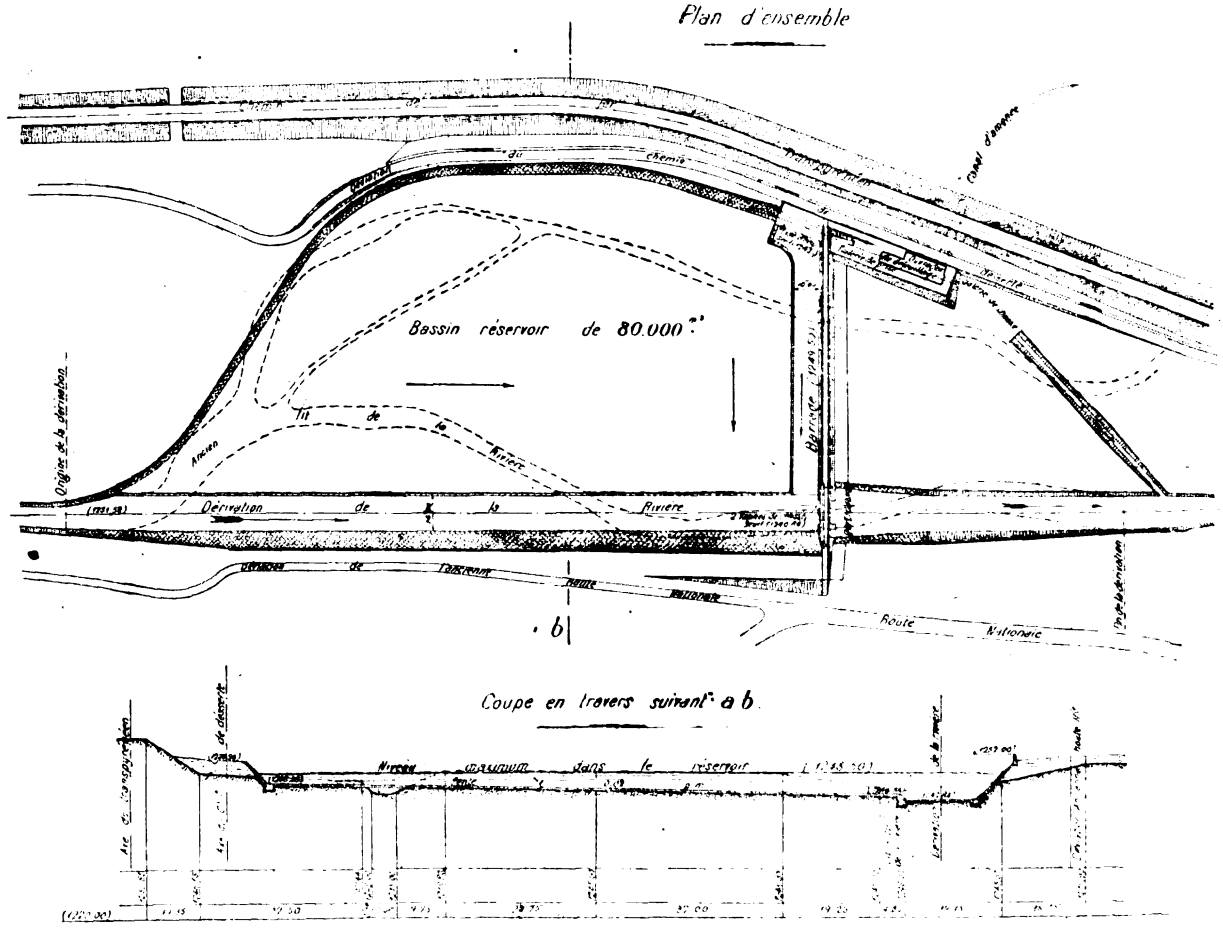


Fig. 9. — Réservoir journalier, 2e type.

La pente générale du canal d'amenée étant fixée, il sera facile de déterminer la section ω nécessaire pour écouler le débit moyen continu. Le volume des réserves étant déterminé par la courbe des débits cumulés (fig. 6), il suffira de diviser ce volume par la longueur totale approximative du canal d'amenée, pour obtenir le volume à emmagasiner par mètre courant de canal ou, ce qui revient au même, la section ω' correspondante. La section totale du canal aura donc pour valeur

$$\Omega = \omega + \omega'.$$

On devra vérifier ensuite que cette section est suffisante pour écouler, dans des conditions normales, le débit de pointe maximum.

Si l'on désigne par Ω_1 la section nécessaire pour assurer ce débit maximum, on voit que du fait de la mise en charge on est amené automatiquement à réaliser dans le canal d'amenée un emmagasinement dont la valeur par mètre courant est

$$\omega_1 = \Omega_1 - \omega.$$

Parmi les inconvénients que présente la solution du canal en charge, nous citerons d'abord la nécessité de renforcer ses parois, pour qu'elles puissent résister non

Digitized by Google

seulement à la pression statique de l'eau, mais encore aux surpressions dues aux coups de bélier qui s'y propagent. Nous rappellerons à ce sujet que, dans les longues canalisations en charge, on est amené à augmenter dans de très grandes proportions la durée de manœuvre des distributeurs; cette nécessité donnera lieu ou à des difficultés de réglage considérables, ou, si l'on emploie des déflecteurs ou des vannes compensatrices, à des pertes d'eau très importantes.

A titre d'exemple, nous dirons qu'à l'usine de Soulom, sur la chute du Gave de Cauterets, où les conduites ont environ 550 m de longueur, la période du phénomène de coup de bélier est d'à peu près 2 sec, la fermeture des régulateurs se fait en 6 à 8 sec et la surpression due aux coups de bélier atteint 20 pour 100. Avec des canalisations en charge de près de 8 km de longueur, la période atteindrait 30 sec et la fermeture devrait se faire si l'on conserve la même proportionnalité, en 105 sec.

Mais il résulte d'études récentes (1), que la présence sur une conduite d'une cheminée d'équilibre de dimensions convenables a pour effet de ramener à une valeur très faible le coup de bélier d'onde dans la partie de conduite située en amont de la cheminée et de le transformer dans cette partie en une oscillation de la masse d'eau située en amont. On atténue ainsi le coup de bélier d'onde en le transformant en un autre phénomène d'amplitude beaucoup plus faible et de période beaucoup plus longue. On peut d'ailleurs calculer les dimensions qu'il convient de donner à la cheminée pour que la surpression résiduelle, due aux ondes qui se propagent à l'amont, reste comprise dans des limites telles que l'on n'ait pas à craindre, sous son influence, la dislocation des maçonneries. Il suffirait pour cela que la section de la cheminée soit légèrement supérieure à la somme des sections du canal d'amenée et des conduites forcées. Mais on sera en général amené à augmenter notablement cette section pour limiter l'amplitude du coup d'oscillation, ainsi que nous l'indiquerons plus loin à propos de la détermination de la montée du plan d'eau dans la cheminée.

Il résulte donc de ce qui précède que, sous la seule condition de le munir d'une cheminée de dimensions convenables à sa jonction avec la conduite forcée, le canal d'amenée n'aura plus à supporter que la pression statique résultant de sa mise en charge.

Cette pression pouvant néanmoins atteindre des valeurs importantes, notamment lorsque la prise d'eau est forée sous un lac, il y a lieu de se préoccuper des conditions de résistance et d'étanchéité des parois du canal. On est amené ainsi à prévoir le renforcement de ses parois au moyen d'armatures dont l'importance dépend de la qualité des terrains rencontrés.

Dans les usines d'Italie citées plus haut, on a prévu comme parois une véritable conduite en tôle d'acier mince. Ce procédé n'est applicable et économique que si la conduite est petite.

(1) Voir en particulier : D. Eydoux. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1916, t. CLXIII, p. 346.

Dans beaucoup de cas, on exécutera le canal en béton armé. Mais si l'on est en souterrain et, en particulier, dans du rocher compact, un simple revêtement pourra suffire.

Bien qu'il soit difficile de donner des règles précises, puisque leur application dépend de l'appréciation que l'on fait du degré de résistance du terrain traversé, nous allons indiquer quelques principes dont on pourra s'inspirer pour des études de ce genre.

1° *Canal d'amenée dans la roche compacte.* — Dans ce cas, on considérera que la roche elle-même forme paroi du canal et résiste par elle-même à la pression.

D'une façon générale, la coupe transversale du canal d'amenée peut être représentée par le croquis ci-contre (voir fig. 10). La galerie est perforée de telle façon que

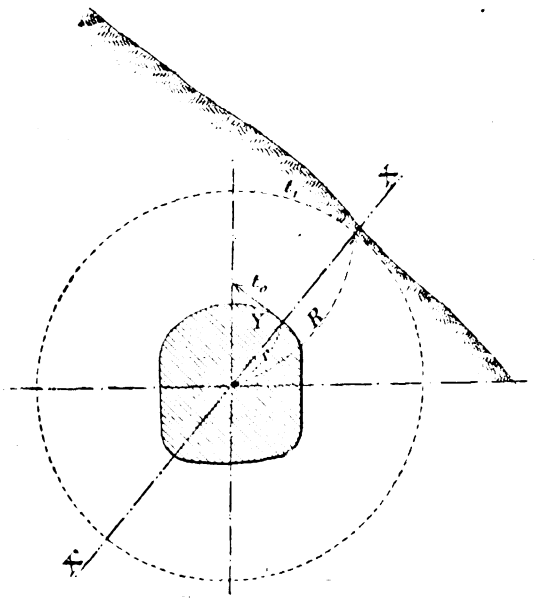


Fig. 10. — Croquis du canal d'amenée (résistance des canaux).

l'épaisseur de la roche, mesurée suivant X'X, ne soit en aucun cas inférieure à une limite déterminée, variable avec la pression, mais qui, dans la plupart des cas, sera comprise entre 5 et 20 m.

Nous pouvons alors considérer cette galerie comme un cylindre soumis à une pression intérieure p_0 par centimètre carré, à une pression extérieure nulle (la pression atmosphérique s'exerçant des deux côtés), et calculer le travail des parois, comme dans le cas des tuyaux épais par la formule de Lame. Nous nous mettons même dans une hypothèse plus défavorable que la réalité en négligeant le poids de la roche et en considérant un cylindre isolé, alors qu'il est noyé sur presque tout son pourtour, dans une grande masse rocheuse.

Sous l'influence de la pression intérieure, le cylindre tendrait donc à s'ouvrir suivant la ligne X'X. Pour qu'il y ait stabilité, il faut donc que la cohésion de la roche soit supérieure aux efforts d'extension t_0 et t_1 dus à la pression.

Digitized by Google

Si nous désignons par r le rayon intérieur de la galerie et par R le rayon extérieur mesuré normalement au terrain naturel, la formule de Lamé donne les valeurs suivantes

$$t_0 = p_0 \frac{R^2 + r^2}{R^2 - r^2}, \qquad t_1 = p_0 \frac{R^2 - r^2}{2r^2}.$$

On se contentera de vérifier que les valeurs ainsi trouvées de t_0 et de t_1 ne dépassent pas la limite de sécurité pour la roche considérée.

2° *Canal d'amenée dans la roche fissurée.* — Dans ce cas, des précautions spéciales devront être prises, motivées surtout par le défaut d'homogénéité de la roche. On peut encore admettre que la roche est capable de former paroi et la justification précédente, en ce qui concerne la résistance propre de la roche, peut encore s'appliquer. Néanmoins, il sera bon de prévoir, dans ce cas, des armatures métalliques, dans le but surtout d'augmenter la cohésion du revêtement et d'éviter que, par suite d'une fissuration de ce dernier, l'eau, pénétrant dans les interstices de la roche, n'y produise des sous-pressions nuisibles.

L'importance de l'armature dépendra et du degré de résistance que l'on pourra attribuer à la roche et du degré de sécurité que l'on voudra obtenir.

3° *Canal d'amenée en terrain peu consistant et éboulis.* — Ici on ne peut plus compter sur la résistance du terrain, mais seulement sur celle du revêtement. L'axe du canal sera toujours assez enfoncé dans la montagne pour ne traverser que du terrain en place. Dans ces conditions, on peut considérer que ses parois auront à résister à une pression intérieure égale à p_0 et à une pression extérieure sensiblement uniforme dépendant de la hauteur du terrain au-dessus du canal, mais à laquelle on peut assigner comme limite inférieure le poids d'une colonne de terrain de h mètres de hauteur et de poids spécifique égal à 2000 kg : m³.

Le canal sera alors constitué par une véritable conduite en béton armé, en général de section circulaire.

Il convient à propos des canaux d'amenée en charge de signaler un point délicat, celui de la détermination de la perte de charge le long du canal. Si celui-ci est de forme circulaire, on pourra essayer d'employer les formules de Flamant pour tuyaux métalliques, en tenant compte de la différence de rugosité. S'il est de forme quelconque, on peut essayer d'employer la formule des canaux découverts en extrapolant pour les cas où ils sont complètement remplis et en prenant la pente, qui devient dans le cas présent la perte de charge, comme inconnue.

Cheminée d'équilibre. — En ce qui concerne les dimensions à donner à la cheminée d'équilibre, nous avons vu à propos de la mise en charge des canaux que la section de cette cheminée doit être au moins égale à la somme des sections du canal d'amenée et des conduites forcées.

Sous cette réserve, la présence de la cheminée a pour effet, vis-à-vis de la portion de conduite qui se trouve à l'amont, de transformer le coup de bélier d'onde qui se propage depuis l'aval, en un autre phénomène d'amplitude beaucoup plus faible et de période beaucoup plus longue et qui se traduit par une oscillation de toute la masse d'eau contenue dans la partie amont de la canalisation. De l'amplitude de cette oscillation, dépend la hauteur qu'il conviendra de donner à la cheminée.

Nous nous bornerons à indiquer un moyen simple, mais seulement approché, de calculer la montée du plan d'eau pendant l'oscillation, renvoyant pour plus de détails aux diverses études déjà publiées de ces phénomènes [1].

Au moment d'une fermeture totale et instantanée des régulateurs des turbines, l'eau renfermée dans le canal d'amenée a une vitesse d'écoulement v_0 et possède une force vive égale à $m v_0^2$, m étant la masse de l'eau en mouvement.

Représentons par

Ω la section de la cheminée d'équilibre, mesurée au niveau libre,

Δ le poids spécifique du liquide,

et x la surélévation ou montée d'eau cherchée.

Le travail correspondant à cette montée d'eau dans la cheminée aura pour expression

$$\int_0^x \Delta \Omega x \, dx = \frac{\Delta \Omega x^2}{2},$$

et sera égal à la puissance vive $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{\Delta l S v_0^2}{2g}$, en désignant par l la longueur du canal et S sa section.

Nous aurons l'équation suivante

$$\frac{\Delta \Omega x^2}{2} = \frac{\Delta l S v_0^2}{2g},$$

d'où l'on tire

$$x = \sqrt{\frac{l S v_0^2}{\Omega g}} = v_0 \sqrt{\frac{l S}{\Omega g}}. \qquad (1)$$

Cette formule montre que l'on peut réduire la montée de l'eau en augmentant la section Ω de la cheminée. Il est assez rare, dans la pratique courante, que la fermeture totale des distributeurs des turbines s'impose, ce qui peut se traduire par un arrêt total et instantané de l'usine elle-même. On peut supposer que l'on se trouvera dans le cas courant le plus défavorable lorsque cette fermeture s'appliquera au $n^{ième}$ des turbines en service, ce qui aura pour effet de réduire du $n^{ième}$ le débit du canal d'amenée. La vitesse d'écoulement de l'eau dans le canal passera donc de v_0 à $v_1 = \left(1 - \frac{1}{n}\right) v_0$.

Dans ce cas, la formule (1) ne s'applique plus, car du

[1] C. Camichel et D. Eydoux. Les coups de bélier dans les conduites forcées; *Revue générale des Sciences*, 31 octobre et 15 novembre 1917, t. XXVIII, p. 565 et 610. Comte de Sparre. *R. G. E.*, t. I, p. 1013; t. II, p. 481, 483, 600 et 1016; t. III, p. 351. Camichel. *R. G. E.*, t. II, p. 723; Denis Eydoux, t. III, p. 645. Maurice Gariel. Etude sur les maxima de surpression dans les phénomènes de coups de bélier; *R. G. E.*, 21 septembre et 5 octobre 1918, t. IV, p. 403 et 483.

Digitized by Google

fait qu'il y a toujours écoulement, il n'y a plus égalité entre la force vive de la masse en mouvement et le travail correspondant à la montée de l'eau dans la cheminée.

En pratique, la valeur donnée par la formule (1) pour la surélévation du plan d'eau, sera donc un maximum correspondant à un cas exceptionnel.

Si pour des considérations particulières à un cas déterminé, raisons d'économie ou autres, on arase la cheminée à un niveau inférieur à celui du plan d'eau maximum, il sera prudent de la munir à la partie supérieure d'un déversoir permettant d'évacuer les eaux dans le cas de surélévation exceptionnelle.

Ce déversoir devra être calculé pour un débit Q égal au débit maximum du canal d'amenée. C'est évidemment suffisant puisque le mouvement d'oscillation a pour résultat, au moins au début du phénomène, d'établir un courant de bas en haut dans la cheminée correspondant au débit arrêté dans le canal par la fermeture des distributeurs et que les oscillations tendent ensuite à s'amortir.

Il convient enfin de faire remarquer que l'on ne tient pas compte, dans le calcul de la surélévation du plan d'eau dans la cheminée, de l'effet de la perte de charge dans le canal. Cette question a fait l'objet d'une étude complète que M. Eydoux publiera prochainement à ce

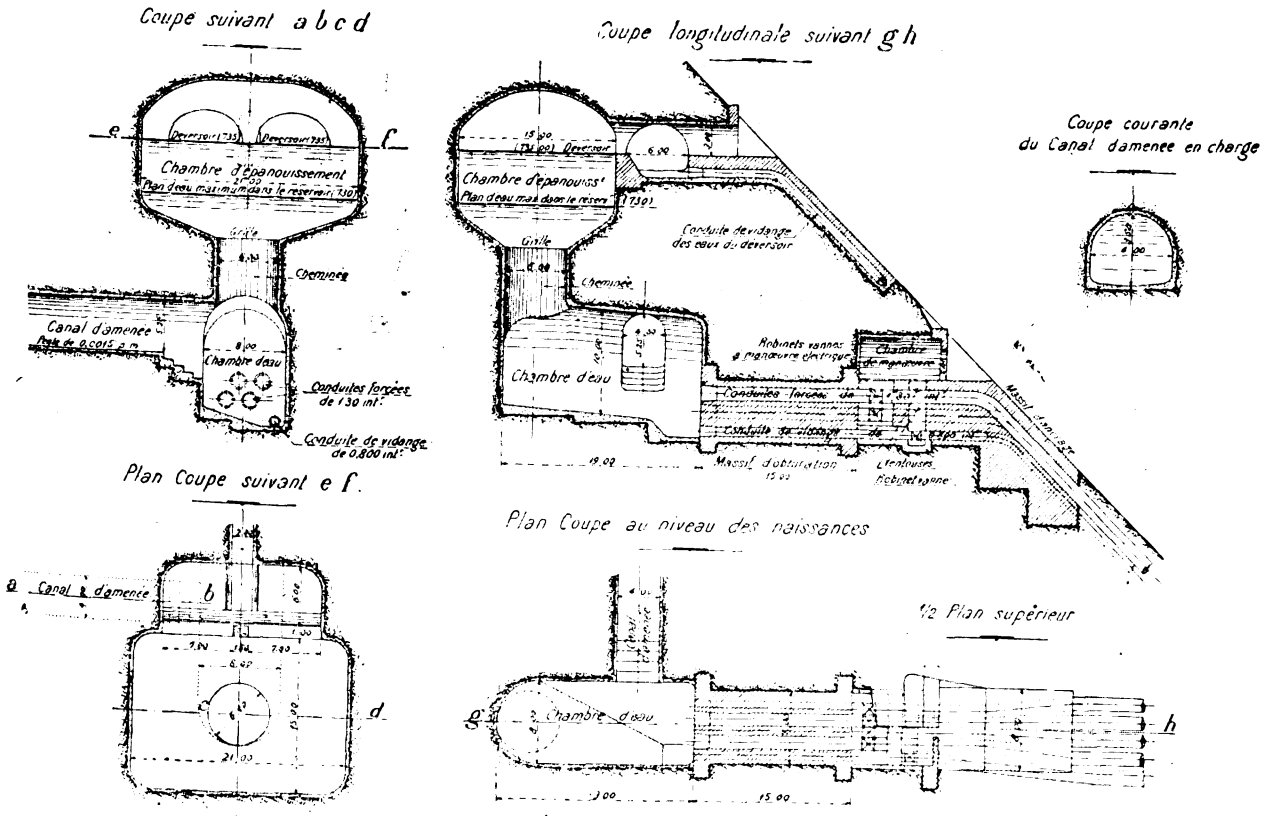


Fig. 11. — Cheminée d'équilibre (type avec plusieurs conduites).

sujet. Mais nous pouvons dire d'ores et déjà que, dans les conditions normales, l'amplitude totale de l'oscillation est réduite de 30 à 40 pour 100.

Le type de cheminée d'équilibre adopté pour les gros débits se compose de trois ouvrages distincts :

a) chambre d'eau ;

b) cheminée proprement dite ;

c) chambre d'épanouissement, destinée par l'augmentation de Ω à limiter la montée.

La figure 11 indique les dispositions techniques d'un de ces ouvrages. On remarquera que la chambre d'eau n'est autre qu'une galerie à grande section dans laquelle débouchent le canal d'amenée, les conduites forcées et la cheminée proprement dite. Son radier est réglé en pente vers la conduite de vidange, de façon à pouvoir évacuer aussi complètement que possible les vases qui pourraient encore venir s'y accumuler.

Les conduites forcées partent de cette chambre. Elles sont enrobées dans un massif d'obturation qui sépare la chambre d'eau de la galerie de départ des conduites, à l'extrémité aval de laquelle on a disposé la chambre de manœuvre des robinets d'arrêt du débit. Dans le cas où un accident viendrait à se produire à l'une d'elles, et pour éviter son aplatissement, nous avons substitué au reniflard habituellement employé à cet effet, une ventouse qui remplit les mêmes fonctions.

La cheminée proprement dite est forée verticalement dans le terrain. Sa section circulaire est égale à 1,6 de

Digitized by Google

la somme des sections du canal d'amenée et des conduites forcées. Elle s'élargit notablement à la partie supérieure pour former la chambre d'épanouissement, dans laquelle viendront s'amortir les dénivellations dues au coup d'oscillation en masse. La section donnée à cette chambre d'épanouissement est de 313 m² correspondant à une montée maximum de 5,20 m environ, calculée à l'aide des formules précédemment indiquées.

Dans le cas où une seule conduite suffit, au départ de la chambre de mise en charge, à assurer le service de l'usine, les dispositions précédentes peuvent être notablement simplifiées, et on trouvera ci-après (fig. 12), à titre documentaire, les dispositions étudiées pour une cheminée d'équilibre à installer sur une chute de 750 m environ avec un débit de pointe de 3 600 litres.

On remarquera que la chambre de manœuvre des robinets d'arrêt du débit a été placée en amont de la

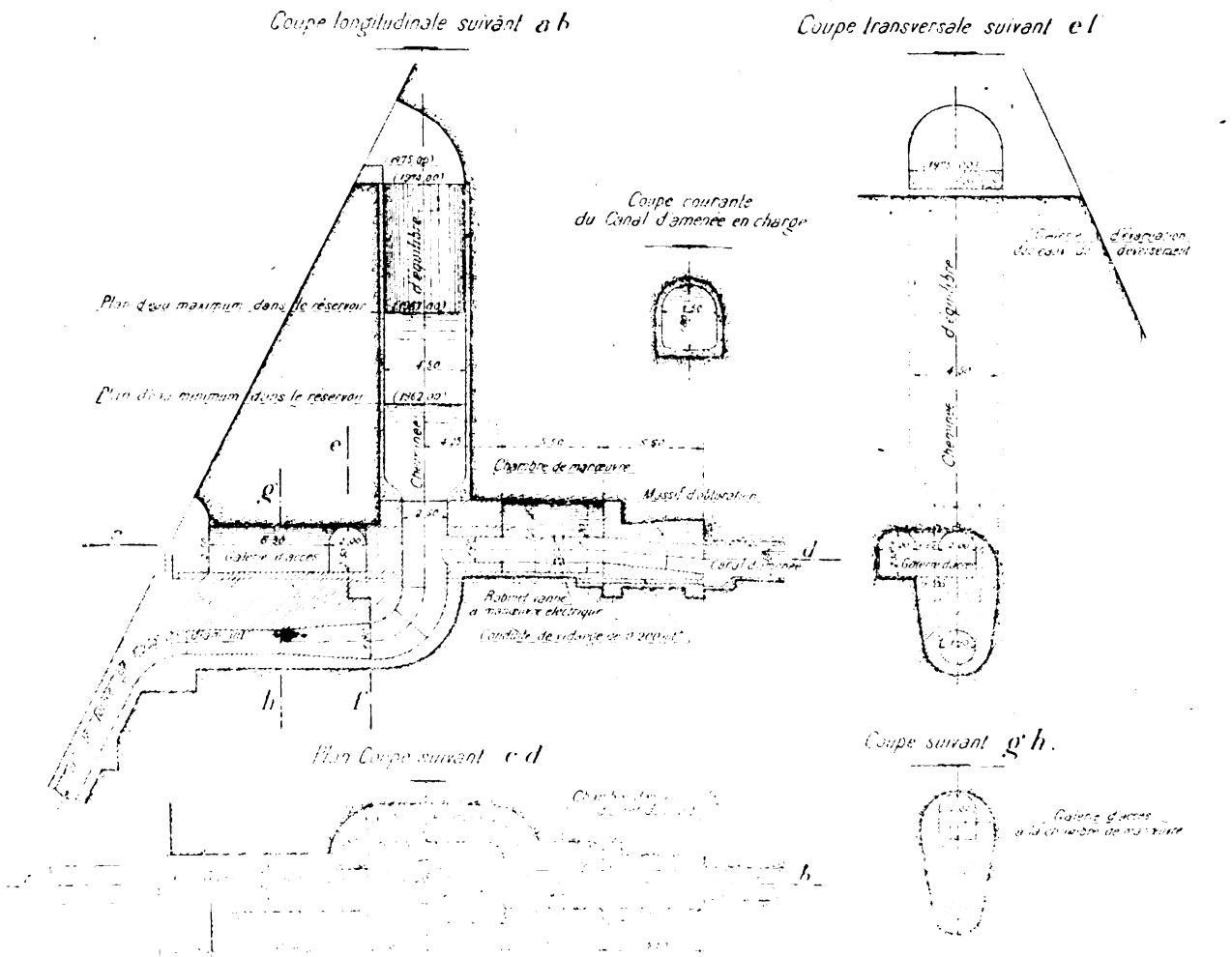


Fig. 12. — Cheminée d'équilibre (type simplifié).

cheminée d'équilibre, qui, en cas d'accident survenant à la conduite forcée bifurquée, remplira elle-même le rôle de reniflard.

La chambre d'eau a été supprimée. La cheminée proprement dite est constituée en partie par un tuyau en tôle d'acier de 2,50 m de diamètre, noyé dans un massif en maçonnerie. Cette cheminée est directement reliée à la conduite forcée par un tuyau conique, coulé au 1/4. La chambre d'épanouissement mesure 4,40 m de diamètre. La montée maximum du plan d'eau, calculée à l'aide de la formule (1), atteindra 4 m environ.

III. — Conduites forcées. — Constitution des conduites. — Les conduites sous pression sont un organe délicat qui a donné lieu assez fréquemment à des accidents dont le moindre résultat est d'immobiliser l'usine pour un assez long temps et qui peuvent parfois amener la destruction d'une partie de l'installation. Il y a donc lieu de surveiller avec le plus grand soin leur installation.

On les fait, en général, en acier et parfois, pour les faibles chutes, jusqu'à 40 m environ, en béton armé.

On trouvera, dans le deuxième volume du Congrès

Digitized by Google

de la Houille blanche de 1914, des articles très complets, l'un de M. Auguste Bouchayer, sur les conduites métalliques, l'autre de M. Delamarche, sur les conduites en béton armé. Renvoyant donc, pour les détails complets, le lecteur à ces deux articles nous nous bornerons à donner ici quelques renseignements d'ordre général.

Conduites en béton armé. — Elles conviennent particulièrement aux faibles chutes et aux gros débits. On arrive couramment à 3,50 m et 4,00 m de diamètre. Elles sont armées, tantôt avec des aciers en spirale, tantôt, avec des directrices circulaires convenablement espacées et reliées par des génératrices rectilignes. Le point important réside surtout dans le dosage et la mise en œuvre du béton de manière à obtenir des ouvrages étanches ne laissant pas filtrer l'eau (1). On peut d'ailleurs, à ce point de vue, employer des procédés dérivés du système Bonna, qui consiste à doubler intérieurement la conduite d'une tôle mince de 1 à 2 mm d'épaisseur, insuffisante pour résister à la pression (et qui pourrait d'ailleurs s'écraser sous son propre poids), mais qui donne l'étanchéité. On sépare ainsi nettement la partie destinée à empêcher les filtrations d'eau de celle qui donne la résistance.

Conduites en acier. — Ce sont celles qui sont le plus généralement employées. La technique en est aujourd'hui bien fixée et va faire l'objet d'un cahier des charges type, dont la discussion est très avancée et qui sera publié par la Société hydrotechnique de France.

Comme ce sont des ouvrages qui entrent pour une part importante dans les frais de premier établissement de l'usine, il convient, pour se tenir dans des conditions économiques acceptables, de définir avec précision les efforts qu'elles ont à supporter (bien que nous n'ayons en vue dans ce qui va suivre que les conduites en tôle d'acier, il n'en est pas moins vrai que tout ce que nous allons dire s'applique presque intégralement aux conduites de tous types).

Ces efforts sont de trois sortes :

a) Efforts dus à ce que la conduite est en général posée sur des supports espacés ;

b) Efforts dus aux variations de température ;

c) Efforts dus à la pression de l'eau.

1° *Efforts dus à l'espacement des supports.* — En prenant la conduite remplie d'eau il suffira de la considérer comme une poutre chargée posée sur des appuis. Ce calcul n'offre pas de difficultés ; on le simplifie même en pratique en considérant la conduite, qui (exception faite des variations progressives d'épaisseur) est de section constante entre deux appuis consécutifs, comme une poutre indépendante simplement posée sur ses appuis.

2° *Efforts dus à la température.* — Le maximum de ces efforts se produit lorsque la conduite est vide, car lorsqu'elle est pleine sa température, qui est celle de l'eau contenue, subit des variations beaucoup moins élevées que lorsque la conduite est vide.

(1) Ces filtrations, en dehors des pertes d'eau, auraient l'inconvénient d'amener l'appauvrissement progressif des bétons.

On compense quelquefois ces efforts par des joints coulissants dits joints de dilatation. Mais la tendance la plus générale, en France, est de supprimer ces joints spéciaux qui constituent un point faible dans l'installation. On se borne alors à ancrer solidement la conduite en divers points et à vérifier que les efforts moléculaires dus à l'allongement ou au raccourcissement ne dépassent pas un taux admissible.

Le rôle des massifs d'ancrage est donc, dans ces conditions :

1° D'empêcher le glissement des conduites suivant la pente, lorsque la composante du poids propre de la conduite et du poids de l'eau contenue n'est plus équilibrée par le frottement sur les supports.

2° D'empêcher la transmission des efforts développés par les variations de température entre une partie de forte épaisseur et une partie d'épaisseur moindre.

Considérons une conduite rectiligne, ancrée en deux points, et de longueur L à 0°.

Supposons que la variation de température supportée par la conduite soit θ et que l'effort unitaire développé dans la conduite soit N.

La nouvelle longueur de la conduite sera

$$L + \mathrm{d}L = L\left(1 \mp a\theta \pm \frac{N}{E}\right).$$

a, coefficient de dilatation de l'acier, 0,0000116 ;
E, coefficient d'élasticité de l'acier, 1/500.

En effet, si la longueur de la conduite était L, cette longueur, sous une variation de température θ, deviendrait $L(\pm a\theta)$. Sous l'action d'un effort moléculaire de traction ou de compression de N par unité de surface, la variation de longueur est donnée par la loi de Hooke $\frac{\mathrm{d}L}{L} = \frac{N}{E}$.

En superposant (en vertu du principe de l'indépendance des effets des efforts) ces deux causes de variation de longueur, on arrive finalement à l'expression générale ci-dessus.

Dans le cas d'un abaissement de température la conduite conserve la longueur L après la variation de température θ et l'on a

$$L\left(1 - a\theta + \frac{N}{E}\right) = L.$$

D'où

$$N = Ea\theta,$$

N étant un effort de traction.

Dans le cas d'une élévation de température, on ne peut pas préciser quelle est la nouvelle longueur prise par la conduite. La conduite n'a pas pu se dilater librement, sa longueur est donc inférieure à $L(1 + a\theta)$ et supérieure à L car la fibre moyenne de la conduite qui était à l'origine sensiblement rectiligne a pu devenir courbe et, par suite, s'allonger.

En résumé, une même variation de température pro-

Digitized by Google

duira en général dans une conduite rectiligne ancrée à ses deux extrémités des efforts unitaires plus grands dans le cas d'une contraction que dans celui d'une dilatation.

Il y a donc intérêt à faire le raccordement des conduites à une température plus basse que la température moyenne des températures extrêmes.

Considérons le cas d'une conduite rectiligne ancrée à ses deux extrémités et subissant une contraction sous une diminution de température de 30°.

La variation de longueur de 1 m de conduite pour une telle variation de température est

$$30 \times 0{,}000116 = 0{,}000348$$

L'effort de tension résultant de cet allongement est

$$0{,}000348 \times 17\,500 = 6{,}09 \text{ kg : mm}^2.$$

En pratique, l'effort serait moins grand, car on constate que, la conduite étant montée et le dernier raccordement étant fait, cette conduite n'est jamais parfaitement rectiligne dans l'intervalle de deux massifs entre lesquels on l'avait prévue en ligne droite, la conduite pouvait donc diminuer légèrement de longueur sans effort moléculaire supplémentaire. S'il existe des coudes, la conduite peut jouer plus librement encore.

Lorsque, entre deux massifs d'ancrage consécutifs, la conduite présente des tronçons d'épaisseur différente, il y a lieu de majorer les efforts unitaires dans le rapport inverse des épaisseurs et les massifs d'ancrage devront être répartis de telle sorte que l'effort du métal dans le tronçon de moindre épaisseur ne dépasse pas une limite déterminée qui dépend du coefficient de sécurité adopté pour l'installation.

Quant à l'importance à donner aux massifs d'ancrage, on la déterminera en tenant compte des deux catégories d'efforts définis ci-dessus.

Cette détermination rentre dans l'ordre des problèmes ordinaires de la stabilité des maçonneries.

3° *Efforts dus à la pression.* — La conduite ne supporte pas seulement la pression statique, mais aussi des surpressions accidentelles appelées *coups de bélier* et dues aux variations de débit provoquées par le fonctionnement des régulateurs des turbines.

L'étude des coups de bélier [1] a donné lieu au cours de ces dernières années à de nombreux travaux parmi lesquels nous citerons plus particulièrement ceux de MM. Allievi, Rateau, de Sparre, Camichel, Eydoux et Gariel.

De ces études nous ne retiendrons que le principe, renvoyant, pour une documentation plus complète, aux mémoires originaux :

Les coups de bélier se divisent en deux classes distinctes :

Ondes se propageant avec une vitesse finie.

Oscillations en masse de la colonne liquide.

[1] Voir C. Camichel et D. Eydoux. *Revue générale des Sciences*, numéros des 31 octobre et 16 novembre 1917.

A la première catégorie appartiennent les phénomènes qui se produisent dans une conduite entièrement purgée d'air. Leur étude fait intervenir la compressibilité du liquide et la dilatation de l'enveloppe.

A la deuxième catégorie appartiennent les phénomènes qui se produisent dans les conduites munies de réservoirs d'air et de cheminées d'équilibre lorsque la dilatation de l'enveloppe et la compressibilité du liquide peuvent être négligés vis-à-vis des autres phénomènes.

Cette division des coups de bélier en deux classes distinctes est commode mais artificielle, car souvent les deux catégories de phénomènes coexistent.

1° *Coups de bélier de la première catégorie.* — On peut résumer d'un mot le résultat fondamental auquel conduit l'étude théorique du phénomène :

L'étude des coups de bélier d'onde se ramène à l'étude de d'Alembert pour les cordes vibrantes :

Si l'on désigne par

D, le diamètre de la conduite ;

e, son épaisseur ;

E, le module d'élasticité de la paroi ;

ε, le coefficient de compressibilité de l'eau ;

v_0 et p_0, la vitesse et la pression initiales ;

v et p, la vitesse et la pression au temps t ;

ϖ, le poids spécifique du liquide ;

en posant

$$\frac{1}{a^2} = \frac{\varpi}{g}\left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{D}{e}\frac{1}{E}\right) \quad \text{et} \quad p = \varpi y,$$

on a pour définir la pression y et la vitesse v les deux équations

$$y = y_0 + F_1\left(t - \frac{x}{a}\right) + F_2\left(t + \frac{x}{a}\right),$$

$$v = v_0 - \frac{g}{a}\left[F_1\left(t - \frac{x}{a}\right) - F_2\left(t + \frac{x}{a}\right)\right].$$

Le phénomène du coup de bélier est donc un phénomène ondulatoire qui se propage avec la vitesse a et dont on pourra étudier toutes les particularités à l'aide des équations ci-dessus, en faisant simplement intervenir les conditions aux limites.

On peut même, pour certaines lois simples de fermeture du distributeur, établir des formules approchées donnant l'amplitude maximum du coup de bélier.

En particulier M. de Sparre a montré que, toutes les fois que le coup de bélier ne dépasse pas la charge statique et dans le cas d'une fermeture progressive et linéaire du distributeur de durée T, on peut employer pour calculer le maximum ξ_m du coup de bélier, les formules suivantes :

1°. — Si $$\frac{av_0}{2gy_0} < 1,$$

$$\xi_m = \frac{2Lv_0}{gT}\frac{1}{1 + \frac{av_0}{2gy_0}\left(1 - \frac{2L}{aT}\right)},$$

Digitized by Google

2°. — Si $\frac{av_0}{2gy_0} > 1$,

$$\xi_m = \frac{Lv_0}{gT}\frac{1}{1-\frac{v_0 L}{2gTy_0}},$$

dans lesquelles on fait

$$a = \frac{9\,900}{\sqrt{48{,}3 + K\frac{D}{e}}},$$

avec

$K = 0{,}5$ pour le fer ou l'acier.

$K = 1$ pour la fonte.

En pratique, ces formules conviennent à la grande majorité des cas, mais, bien que déjà fort simplifiées, elles sont encore d'une application un peu laborieuse.

Fort heureusement, dans une étude toute récente [1] M. Gariel a montré que, pour une fermeture linéaire du distributeur de durée supérieure à $\frac{2L}{a}$ (ce qui peut être considéré comme la règle à peu près exclusive de la pratique courante), le coup de bélier maximum [2] est donné rigoureusement par l'ancienne formule de Michaud

$$\xi_m = \frac{2Lv_0}{gT},$$

dans laquelle on désigne par

L, la longueur de la conduite en mètres ;

v_0, la vitesse initiale de l'eau dans la conduite en mètres par seconde ;

T, la durée de fermeture du distributeur en secondes ;

g, l'accélération due à la pesanteur en mètres par seconde par seconde.

Dans le cas de l'ouverture et toujours pour une durée totale d'ouverture du distributeur $T \geq \frac{2L}{a}$ la dépression maximum [3] est donnée par la formule

$$\xi_m = \frac{2Lv_t}{gT}\frac{1}{1+\frac{av}{2gy_0}},$$

où v_t est la vitesse correspondant à l'ouverture complète du distributeur et v la vitesse qui serait réalisée dans la conduite pour l'ouverture atteinte au bout du temps $\frac{2L}{a}$, s'il n'y avait pas de coups de bélier, c'est-à-dire encore par la formule de Michaud multipliée par un facteur correctif dont la valeur se rapproche sensiblement de l'unité, pour les hautes chutes, celles que nous envisageons plus particulièrement ici.

Ayant déterminé la valeur maximum du coup de bélier qui est celle qui se manifeste au voisinage du distributeur, on admettra qu'il se répartit linéairement le long de la conduite, pour être nul à la chambre de mise en charge.

2° *Coups de bélier de la deuxième catégorie.* — Nous avons déjà indiqué à propos des canaux d'amenée que la présence sur une canalisation en charge d'une cheminée d'équilibre a pour effet de transformer le coup de bélier d'onde qui se propage depuis l'aval, en une oscillation en masse de l'eau contenue dans la partie amont de la canalisation.

Nous avons même donné un moyen approché de calculer la montée du plan d'eau dans la cheminée.

Cette montée mesure précisément l'amplitude maximum de la surpression due à l'oscillation, surpression qui se répartit linéairement le long de la partie amont de la canalisation pour être nulle à l'origine de celle-ci.

En ce qui concerne la partie d'une conduite située à l'aval d'une cheminée d'équilibre, on peut se demander ce qui résulte de la superposition des deux phénomènes.

Il n'y a pas lieu de s'en préoccuper, étant donné que les deux phénomènes ont des périodes extrêmement différentes, que le coup de bélier d'onde est un phénomène presque instantané à amortissement très rapide et que le coup de bélier d'oscillation en masse est au contraire un phénomène relativement lent dont la période, à moins d'exemples faits exprès, n'est jamais comparable à celle du phénomène précédent.

On n'aura donc à tenir compte, pour la partie aval de la canalisation, que du plus important en valeur absolue des deux phénomènes. En pratique, ce sera toujours le coup d'onde, le coup de bélier d'oscillation pouvant d'ailleurs être limité à volonté si l'on rend la cheminée déversante en acceptant les pertes d'eau qui résultent du déversement.

Calcul pratique des conduites. — Lorsque les dispositions générales de l'aménagement hydraulique d'une chute sont arrêtées, on est en mesure de définir assez exactement le profil en long de la ou des conduites, ainsi que les débits qu'elles auront à assurer suivant les diverses charges de l'usine.

Il ne reste plus qu'à fixer les diamètres et les épaisseurs des divers tronçons, en ne perdant pas de vue que le but à atteindre est de réduire le plus possible le poids du métal, tout en restant dans des limites de perte de charge, c'est-à-dire de rendement, acceptables.

Les épaisseurs seront déterminées par la formule

$$e = \frac{pD}{2R},$$

dans laquelle on a :

R, effort moléculaire admis pour le métal en kilogrammes par millimètre carré ;

D, diamètre du tronçon considéré exprimé en mètres ;

(1) *R. G. E.*, 21 sept. et 5 octobre 1918, t. IV, p. 403 et 483.

(2) Le coup de bélier maximum n'est pas forcément celui qui se produit lorsqu'on ferme le distributeur à partir de la pleine ouverture, mais celui qui se produit lorsqu'on ferme à partir d'une ouverture partielle, laquelle peut n'être qu'une fraction très faible de l'ouverture totale.

(3) La dépression maximum est toujours, dans ce cas, celle qui correspond à l'ouverture du distributeur au temps $\frac{2L}{a}$ à partir de la fermeture complète.

Digitized by Google

p, pression intérieure totale exprimée en mètres de hauteur d'eau.

Dans ces conditions e est l'épaisseur en millimètres du tronçon considéré.

R est donné une fois pour toutes, d'après la nature du métal employé à la fabrication et du mode de fabrication des tuyaux rivés ou soudés. En pratique, avec les métaux employés actuellement dans la fabrication des conduites, on le prend égal à 8 kg : mm².

Le diamètre D pourra être déterminé par la seule condition que la perte de charge reste comprise dans des limites acceptables aux diverses charges soit par exemple : de 2 à 5 ou même pour les fortes charges 8 et 10 pour 100 de la hauteur de chute brute.

La pression p en un point déterminé d'abscisse x est la somme de deux termes, l'un y_x pression statique au point considéré, l'autre b_x surpression maximum due aux coups de bélier.

Le terme y_x est donné par le profil en long. Le deuxième pourra être calculé par les formules données plus haut, si on connaît à la fois la vitesse maximum de l'eau et la loi de fermeture du distributeur des turbines.

La vitesse de l'eau, fonction seulement du débit et du diamètre, se calcule sans difficulté ; quant à la loi de fermeture du distributeur, elle est assez difficile à définir et on la suppose en général linéaire.

En pratique, il est préférable de renverser le problème et, de même qu'on s'est fixé à l'avance la perte de charge admissible, on peut se donner, en pour 100 de la hauteur totale de la chute, la valeur du coup de bélier maximum, laissant au constructeur des turbines le soin de déterminer en conséquence, au besoin par l'emploi combiné de vannes compensatrices ou de déflecteurs, le mode d'action des régulateurs de la turbine.

Pratiquement, la valeur maximum imposée pour la surpression due aux coups de bélier sera comprise entre 10 et 30 pour 100 de la pression statique totale.

La détermination des épaisseurs des conduites ne présentera plus aucune difficulté. On en traduira les résultats sous forme d'épure (fig. 13) dans laquelle on figurera :

1° Une ligne du développement de la tuyauterie suivant le profil en long ;

2° La ligne de charge statique, qui est une horizontale passant par le niveau supérieur de la chambre d'eau ;

La différence des ordonnées de ces deux lignes en chaque point représente la pression statique normale supportée par la conduite en ce point.

3° La ligne figurative des surpressions dues aux coups de bélier, en supposant ceux-ci répartis linéairement le long de la conduite.

Si l'on prend alors pour ordonnée en chaque point la valeur de la pression statique normale, majorée de la surpression due aux coups de bélier, on obtient une nouvelle ligne brisée dite ligne de pression totale.

En divisant cette ligne par des horizontales distantes entre elles de la valeur p déterminée par la formule

$$e = \frac{pD}{2R},$$

dans laquelle on fait $e = 1$, et en partant comme origine du bas du tracé de la conduite, on obtient une série de points qui, reportés sur le profil en long de la conduite, divisent cette dernière en autant de parties qu'il y a d'épaisseurs différentes.

Toutefois, on réunira en un seul les 4 ou 5 premiers tronçons, selon que l'on considérera l'épaisseur de 4 ou 5 mm comme épaisseur pratique minimum.

La mesure à l'échelle des différents tronçons donne la longueur de chacune des parties d'épaisseur différente, c'est-à-dire la répartition théorique des épaisseurs, qui est le résultat cherché.

Nous donnons ci-après (fig. 13) l'épure relative à une conduite dont le diamètre varie de 1,350 m à 1,20 m pour une charge statique maximum de 198,50 m, un débit maximum de 10 600 litres, un débit normal de 4 000 litres et une valeur maximum du coup de bélier de 17 pour 100 environ.

On voit que les épaisseurs ainsi déterminées tiennent compte de tous les efforts intérieurs supportés par la tuyauterie.

Les efforts extérieurs étant déterminés ainsi qu'il est exposé par ailleurs, on est en possession de tous les éléments voulus pour arrêter l'avant projet de la conduite.

On pourra d'ailleurs recommencer l'épure en prenant des diamètres différents et on arrivera ainsi par approximations successives à déterminer la solution qui paraîtra la meilleure. On en communiquera ensuite le résultat simultanément au constructeur des conduites ainsi qu'à celui des turbines et ce n'est qu'une fois l'accord établi avec eux que l'on pourra arrêter le projet définitif de l'installation.

A propos de la formule $e = \frac{pD}{2R}$ nous ferons remarquer que l'on peut se trouver embarrassé par la limite pratique de l'épaisseur à donner aux tôles et qui ne dépasse guère les valeurs de 30 à 34 mm pour les conduites soudées et 23 à 25 mm pour les conduites rivées. Ce cas se présente fréquemment pour les hautes chutes.

Si alors on ne veut pas multiplier le nombre des conduites, on est amené à réduire le diamètre et, par suite, à augmenter la perte de charge.

On peut alors compenser en partie cette perte de charge en augmentant le diamètre dans les parties hautes, c'est-à-dire de faible épaisseur, en employant des conduites à diamètres variables dites « conduites coniques ». Dans le même ordre d'idées, on peut encore dédoubler les conduites dans les parties basses et obtenir ainsi le dispositif dit des « conduites bifurquées ».

Dans ces divers cas, la détermination des caractéristiques se fera tronçon par tronçon, comme pour une conduite à diamètre constant.

La méthode exposée ci-dessus, pour le calcul des conduites, qui n'est qu'une méthode d'approximations successives, peut paraître longue, et certains auteurs se sont efforcés de donner des formules économiques plus ou moins compliquées, qui permettent, du moins en

Digitized by Google

apparence, d'obtenir du premier coup la solution la plus favorable.

Ces formules font intervenir en général la hauteur de chute, le débit, le diamètre de la conduite, le prix du métal, le prix de l'énergie... etc.

Pour les établir, on est obligé déjà de faire, tant sur le poids du métal et sur son prix, de même que sur celui de l'énergie, des approximations qui rendent assez précaire la précision des résultats.

On conçoit d'ailleurs que, si l'on exprime en fonction des variables le rendement économique de l'installation, on puisse, au voisinage de la solution la plus favorable, c'est-à dire du maximum de la fonction, faire varier séparément chacune des variables dans des limites appréciables, sans que la valeur absolue de ce rendement soit sensiblement modifiée. Ceci revient à dire que, au voisinage de la meilleure solution, toutes les autres se valent à peu près, et que, dans ces conditions, il est inutile de pousser très loin les tâtonnements dans le but d'approcher le plus possible la solution théoriquement la meilleure.

Avec un peu d'habitude, on arrive généralement, après un essai ou deux au plus, à fixer son choix sur la solution définitive, aussi nous sommes-

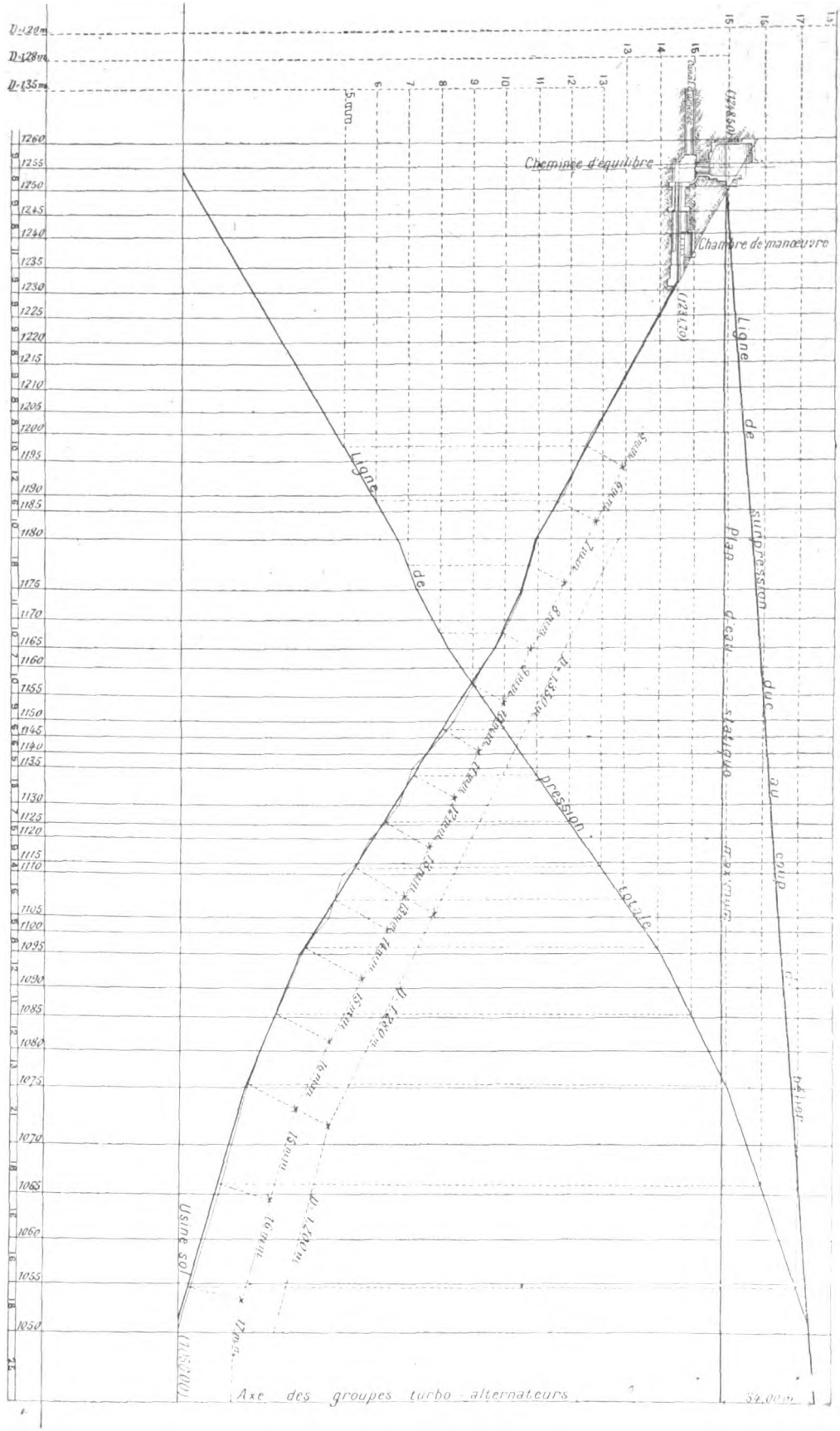


Fig. 13. — Epure de répartition des épaisseurs de tôle dans les conduites forcées.

Digitized by Google

nous bornés, dans toutes les études que nous avons eues à faire à employer cette méthode comme susceptible de conduire le plus rapidement possible au résultat.

Conclusion. — Dans cet exposé, nous nous sommes systématiquement placés au point de vue des chutes moyennes ou de hautes chutes, parce que ce sont celles que l'on rencontre le plus fréquemment dans la région des Pyrénées.

Il va sans dire que les conclusions auxquelles nous sommes arrivés dans bien des cas seraient entièrement à reprendre pour les basses chutes. Aussi bien, avons-nous moins cherché à envisager tous les cas d'études possibles, ce qui n'entre guère dans le cadre d'un article de revue, qu'à bien montrer par des exemples concrets, convenablement choisis, la nature des problèmes spéciaux qu'on a à résoudre chaque fois que l'on entreprend l'étude de l'aménagement rationnel d'une chute d'eau.

Au surplus, nous ne pourrons mieux faire pour une étude plus approfondie et plus générale de ces diverses questions, que de renvoyer le lecteur aux conférences faites sur ce sujet en 1918, à l'école des Ponts et Chaussées, par M. Eydoux, ingénieur principal de la Voie, chargé du service des Etudes et des Travaux des Usines hydro-électriques de la Compagnie des Chemins de fer du Midi.

A. Causse,
Conducteur du Service électrique à la Compagnie des Chemins de fer du Midi.

H. Goua,
Chef de bureau technique à la Compagnie des Chemins de fer du Midi.

Revues, analyses et informations

Bénéfices résultant de l'utilisation à la fabrication synthétique de l'acide chlorhydrique, de l'hydrogène et du chlore provenant de l'électrolyse des chlorures alcalins.

On sait que, dans l'électrolyse des chlorures alcalins en vue de la fabrication de la potasse et de la soude, on obtient un dégagement de chlore à l'anode et un dégagement d'hydrogène à la cathode; on sait aussi que jusqu'ici le chlore seul est utilisé pour la fabrication des chlorures décolorants; l'hydrogène est généralement perdu. Théoriquement il serait évidemment possible d'utiliser tout l'hydrogène et tout le chlore à la fabrication synthétique de l'acide chlorhydrique, lequel est devenu relativement cher depuis que le vieux procédé Leblanc pour la fabrication du carbonate de sodium a du céder le pas au procédé Solvay; mais on n'ignore pas que, en pratique, cette utilisation n'a pu être réalisée, le mélange d'hydrogène et de chlore constituant un explosif violent explosant sous des causes diverses qu'il est presque impossible d'éliminer : par exemple, un rayon lumineux traversant le mélange.

Dans son numéro du 7 octobre le « Bulletin des Usines de Guerre » publie, dans sa rubrique « Conseils et renseignements pratiques », p. 190-192, un article d'après lequel ces difficultés d'utilisation auraient été complètement surmontées. Le manque absolu de références se rapportant au procédé indiqué ne permet pas de se faire une idée de ses possibilités d'application. Bornons-nous donc à dire que le principe de ce procédé consiste : à prendre un mélange de chlore et d'hydrogène contenant un grand excès de ce dernier gaz de manière à rendre ce mélange moins sensible aux causes d'explosions, à n'effectuer ce mélange que dans la région des appareils où doit s'opérer la réaction, à placer un diaphragme poreux en arrière de cette région, à opérer avec du gaz sous pression de telle sorte que leur vitesse de déplacement s'oppose à un retour de l'onde explosive, enfin à amorcer et entretenir (par mesure de précaution) la réaction par allumage au moyen d'un corps incandescent chauffé de préférence électriquement : toutes conditions rationnelles qui ont été déjà maintes fois préconisées.

Mais il est un point de l'article qui présente quelque intérêt : c'est celui qui établit le bénéfice qu'il serait possible de retirer d'une application de ce procédé ou de tout autre, permettant la fabrication synthétique de l'acide chlorhydrique dans les usines de soude électrolytique. C'est ce que nous nous proposons de résumer, en l'expurgeant toutefois des erreurs numériques que renferme le texte original.

L'évaluation est faite dans l'hypothèse que la puissance disponible à l'entrée des cuves d'électrolyse est de 3000 ch, soit 2 200 kw, que l'électrolyse est faite dans des cuves à diaphragmes système Townsend traversées par un courant de 4 000 A et présentant une différence de potentiel individuelle de 4,7 V, que la chute de tension dans les canalisations est de 3 pour 100 et que le rendement de celle-ci est de 90 pour 100.

On a alors pour l'intensité du courant dans l'ensemble des cuves

$$\frac{2\ 200\ 000}{4,7} \cdot \frac{90}{10} \times \frac{97}{100} = 422\ 000\ \text{A};$$

par suite, le nombre des cuves de l'installation est de 422 000 : 4000, soit 106; avec une réserve de 24 cuves, le nombre total des cuves serait donc de 130.

Pour une telle installation les dépenses de premier établissement sont estimées à

Bâtiments	350 000 fr
Terrains et dépendances	150 000
Installations de bacs, canalisations	730 000
Transformateurs	180 000
Installation pour la soude caustique	350 000
Autre matériel : ventilateurs, pompes, chaudières.	180 000
Imprévus	300 000
Total	2 240 000 fr.

Si l'on compte l'énergie électrique à 50 fr le cheval-an, le chlorure de sodium à 12,50 fr la tonne, le salaire moyen des

Digitized by Google

ouvriers à 2 000 fr l'année, on a pour les dépenses annuelles

Amortissements :	
Bâtiments, 3 pour 100	10 500 fr.
Terrains, 1 pour 100	1 500
Installation des bains, 25 pour 100	180 000
Transformateurs, 10 pour 100	18 000
Installations pour la soude, 20 pour 100	70 000
Matériel divers, 20 pour 100	36 000
Renouvellement des diaphragmes et électrodes	150 000
Energie électrique, 3 000 ch-an à 50 fr le ch-an	150 000
Chlorure de sodium, 8 700 t à 12,50 fr la tonne	109 000
Salaire, 100 ouvriers à 2 000 fr	200 000
Frais généraux	100 000
Intérêt des immobilisations, à 5 pour 100	112 000
Total	1 137 000 fr.

La dépense annuelle par cheval pour la fabrication de la soude caustique se trouve donc être de 378 fr. A cette somme doivent être ajoutés 28 fr pour la dépense du charbon nécessaire à l'évaporation de la solution de soude sortant des électrolyseurs, le charbon étant compté à 25 fr la tonne et la consommation étant de 1,52 t pour le même poids de soude caustique que produit 1 cheval-an.

Un cheval-an libère 1,35 t de chlore. Supposons que le tiers de ce chlore, soit 0,45 t, continue à être employé à la fabrication du chlorure de chaux, ce qui donnera 1,32 t de ce corps, et que le reste serve à la fabrication synthétique de l'acide chlorhydrique en solution à 22° Baumé, ce qui donnera 2,87 t d'acide.

La fabrication du chlorure de chaux exigera 0,8 t de chaux à 25 fr la tonne, soit une dépense de 20 fr.

La fabrication synthétique de l'acide chlorhydrique donnera lieu aux dépenses de premier établissement suivantes :

Petit bâtiment des machines	15 000 fr.
4 compresseurs (dont 2 de réserve	16 000
2 moteurs (dont 1 en réserve) de 60 ch	25 000
Transmission, 80 ch	4 000
4 compteurs à gaz (2 en réserve)	10 000
2 réservoirs à air avec armatures	5 000
2 chambres, tuyauteries	5 000
2 appareils à réaction	800
Installation pour l'absorption de l'acide	8 500
Total	89 300 fr.

La dépense annuelle sera

Amortissements :	
Bâtiments, 3 pour 100	450 fr.
Compresseurs, 30 pour 100	4 800
Moteurs, 10 pour 100	2 500
Transmission, 10 pour 100	400
Compteurs à gaz, 25 pour 100	2 500
Réservoirs à air, 20 pour 100	1 000
Chambres, tuyauteries, 30 pour 100	1 500
Appareils de réaction, 1 200 pour 100	9 000
Installations pour l'absorption, 30 pour 100	2 500
Dissolveur	1 000
Energie, 60 ch à 50 fr le ch-an	3 000
Salaires, 4 hommes à 2 000	8 000
Frais généraux	15 000
Intérêts sur les immobilisations, 5 pour 100	4 460
Total	56 730 fr.

Le prix de revient de l'acide chlorhydrique fabriqué par cheval-an utilisé dans l'usine à soude est donc de 56730 : 3000, soit 19 fr.

Par suite le prix de revient des fabrications correspondant à 1 cheval-an sera de

Fabrication de la soude	378 fr. (38 + 5)
Fabrication du chlorure de chaux	20
Fabrication de l'acide chlorhydrique	19
Total	469 fr.

Passons à l'évaluation des recettes en comptant : la soude caustique à 95 pour 100 de pureté à 22 fr les 100 kg, le chlorure de chaux à 80 pour 100, à 11,5 fr les 100 kg et l'acide chlorhydrique à 22° B à 8 fr les 100 kg. Nous aurons, pour les quantités de ces produits correspondant à 1 ch-an, les nombres indiqués dans le tableau suivant :

1,59 t soude caustique	350 fr.
1,32 t chlorure de chaux	152
2,87 t acide chlorhydrique	230
Total	732 fr.

La comparaison du prix de revient et du prix de vente montre donc un bénéfice de 272 fr par cheval-an; la puissance de l'usine ayant été supposée de 3 000 ch., c'est un bénéfice de $272 \times 3000 = 816000$ fr que donnerait annuellement l'installation; ce nombre correspond à environ 35 pour 100 du capital investi, pour lequel un intérêt de 5 pour 100 a déjà été compté. On voit par ce résultat combien serait intéressante la mise en pratique de la fabrication synthétique de l'acide chlorhydrique dans les usines à soude, et c'est à ce titre que nous avons cru devoir signaler l'article du « Bulletin des Usines de Guerre ».

Appareil de mesure de la perte à la cheminée et des éléments constitutifs de cette perte (1).

Le rendement d'une installation de générateurs thermiques dépend en grande partie de la perte de chaleur à la cheminée qui est elle-même fonction de plusieurs facteurs. M. Marcel Chopin vient de présenter à l'Académie des Sciences un appareil permettant de déterminer simultanément l'importance de ces facteurs, savoir : la valeur de la température des gaz et leur teneur en acide carbonique et qui donne la perte résultante à la cheminée.

Soient : P la perte à la cheminée en pour 100 du pouvoir calorifique du combustible; T_1 et T_2 les températures respectives de l'air à l'entrée dans le foyer et des fumées à la sortie des organes récepteurs; A, la teneur des fumées en CO^2; K, un coefficient de proportionnalité.

On a entre ces facteurs la relation

$$P = K \frac{T_2 - T_1}{A}, \qquad (1)$$

qui est pratiquement applicable à la combustion de la houille dans un excès d'air.

Dans son appareil, M. Marcel Chopin représente la température et la teneur en CO^2 par deux courants électriques dont les intensités dépendent de ces facteurs; il obtient la perte à la cheminée en effectuant, d'après la formule 1), le quotient de ces deux courants.

Voici le principe de la représentation électrique de la teneur en CO^2, telle que l'a réalisée M. Marcel Chopin :

Lorsqu'on fait barboter un volume constant du gaz à analyser dans un volume également constant d'une solution

(1) Marcel Chopin. *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 26 août 1918, t. CLXVII, p. 335-335, 800 mots, 2 fig.

Digitized by Google

titrée de soude caustique, il se produit un mélange de soude et de carbonate de sodium dont les proportions relatives dépendent de la teneur en CO^2. D'autre part, la résistivité électrique d'une solution de carbonate de sodium est trois fois plus élevée environ que la résistivité de la solution de soude caustique dont elle est issue. Il suffit donc de comparer la résistance électrique de la solution avant et après absorption du gaz carbonique pour en déduire la teneur de ce gaz dans l'échantillon examiné.

L'appareil est représenté schématiquement en figure 1. A est l'instrument de mesures électriques comprenant un

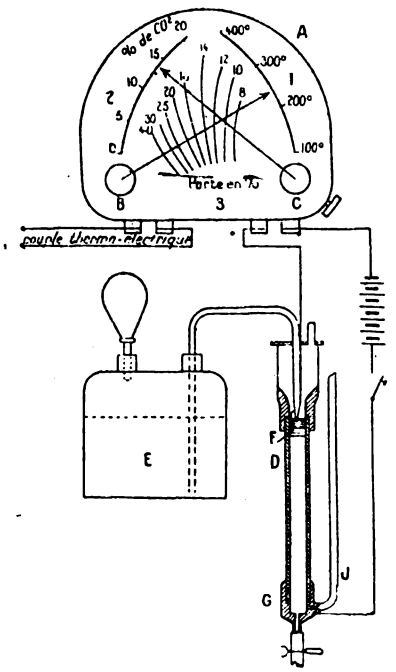


Fig. 1. — Appareil de M. Marcel Chopin pour le dosage électrique de CO^2.

pyromètre B donnant en 1 la valeur de la température et un ampèremètre à cadre mobile C donnant en 2 la teneur en CO^2. Le quotient des deux courants est obtenu suivant un dispositif connu en rapportant le croisement des deux aiguilles à des courbes 3 d'égale perte à la cheminée. Le récipient D sert successivement : 1° à la mesure d'un volume constant de solution titrée de soude prélevée dans le vase E; 2° au barbotage dans cette solution d'un volume constant de fumées amenées par le tube J ; 3° à la constitution d'une colonne résistante de solution comprise entre les deux électrodes de nickel F et G, faisant partie du circuit électrique de mesure. Avant de faire les mesures, on ferme le circuit sur une colonne de soude caustique et on amène l'aiguille au zéro de la graduation de CO^2 en agissant sur la sensibilité de l'ampèremètre, muni à cet effet d'un shunt magnétique variable. Après barbotage des gaz on ferme de nouveau le circuit et la déviation de l'ampèremètre donne une mesure de la teneur en CO^2. La densité de courant aux électrodes doit être assez élevée pour rendre constante l'influence de la polarisation électrolytique.

Les résultats de quelques essais effectués par M. Marcel Chopin sont représentés sur la figure 2; on a porté en

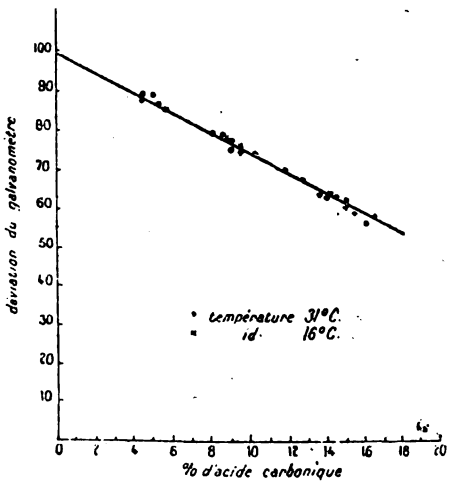


Fig. 2.

abscisses la teneur en CO^2 mesurée à l'aide d'une burette de Bunte et en ordonnées les déviations correspondantes de l'ampèremètre. Le réactif renfermait 100 g de NaOH par litre d'eau distillée, la colonne résistante avait 8,5 mm de diamètre et 110 mm de longueur, le volume de gaz était de 1950 cm^3 s'écoulant en 170 secondes, la source électrique comprenait six piles sèches en série.

La figure 2 montre que l'appareil donne des résultats très suffisants au point de vue industriel. La méthode opératoire est simple et à la portée d'un personnel peu expérimenté.

M. Marcel Chopin étudie actuellement un appareil automatique donnant une indication continue de la perte à la cheminée.

Notes pratiques

L'intensification de la production obtenue par l'emploi de compteurs enregistreurs (1). — Il s'agit d'une fabrique d'objets en papier utilisant 53 moteurs de puissances allant de 0,5 ch à 10 ch. Chaque moteur est connecté de façon à pouvoir être relié au circuit du compteur enregistreur ; toutes les connexions sont centralisées dans un seul bureau de l'usine de sorte qu'il est possible d'enregistrer la marche d'un moteur particulier, et cela tout à fait à l'insu de l'ouvrier. L'équipement enregistreur consiste en un wattmètre enregistreur polyphasé 220 v, 5 a et en un certain nombre d'interrupteurs à deux directions et de transformateurs d'intensité 50/5 a. Un schéma représente l'ensemble des connexions d'un moteur. — L'article explique le mode de fonctionnement de l'ensemble et insiste sur les résultats intéressants atteints. Deux des figures représentent, en particulier, des feuilles de l'enregistreur, l'une ayant été inscrite à la vitesse de 15 cm à l'heure, l'autre à la vitesse de 15 cm : min; on y voit distinctement toutes les circonstances de la marche du moteur correspondant d'une façon saisissante. — P. V.

(1) *Electrical World*, 28 septembre 1918, t. LXXII, p. 588-589, 6 fig.

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Concession de service public et la guerre
Arrêt du Conseil d'État des 27 juillet et 3 août 1917

Compagnie des Messageries maritimes.

Nous rapportant aux indications que nous avons données dans un précédent numéro, nous publions aujourd'hui l'analyse d'un arrêt du Conseil d Etat qui, relativement à un service public, reconnait à celui-ci le droit de réclamer une compensation pour les circonstances actuelles et le préjudice qui en résulte pour lui, tout en lui refusant le droit de faire dériver cette demande de compensation d'un cahier des charges qui, dans l'espèce, ne pouvait être invoqué.

La Compagnie des Messageries maritimes n'est pas recevable à déférer au Conseil d'État des décisions du Secrétaire d'État à la Marine marchande par lesquelles celui-ci a rejeté la demande d'ordonnancement de diverses sommes représentant la différence entre les dépenses et les recettes afférentes aux voyages contractuels effectués pendant la guerre.

En présentant des décomptes pour le premier trimestre de la période de guerre, les trois premiers trimestres de l'exercice 1915 et les trois premiers trimestres de l'année 1916, la Compagnie ne tendait à rien moins qu'à faire substituer à la convention de 1911 une régie pour le compte de l'État.

Or, si elle avait reçu l'autorisation, les 3 et 6 août 1914, de suspendre son exploitation sur trois de ses lignes, elle n'avait jamais été autorisée à suspendre complètement son service et même dès le 14 août 1914, elle avait reçu l'ordre de reprendre son exploitation.

Elle ne peut donc demander qu'une indemnité notamment en représentation des risques de guerre, que le Conseil d'État se déclare disposé à examiner.

Cet arrêt rapporté par la « Gazette des Tribunaux » du 29 octobre 1917, lui suggère les réflexions suivantes. D'abord il ne touche en aucune façon à la jurisprudence résultant de l'arrêt du 30 mars 1916 (*Rec. Gaz. Trib.*, 1915, 2 570 avec conclusions de M. Chardenet, Commissaire du gouvernement), nous avons déjà rappelé à propos de l'affaire des automobiles postales, que, dans l'instance de 1916, la décision attaquée du Conseil de Préfecture de la Gironde avait refusé toute indemnité à la Compagnie du Gaz de Bordeaux.

La situation n'était pas la même dans l'affaire actuelle.

Par la décision attaquée du 30 mars 1915, le Sous-Secrétaire d'État de la Marine marchande, tout en affirmant que le décompte présenté par la Compagnie n'était pas établi en conformité des dispositions du contrat, se déclarait, au contraire, disposé à examiner les demandes d'indemnité que la Compagnie croirait devoir formuler, en s'appuyant sur l'article 97 du cahier des charges (risques de guerre) et l'article 99 (navires restés sans emploi).

Le Conseil d'État approuve complètement la décision sur le premier point et rejette la requête; mais il a soin de réserver les réclamations pouvant être présentées en vertu des articles 97 et suivants du cahier des charges, réclamations que le Sous-Secrétaire d'État se déclarait prêt à examiner et qui comprennent notamment les risques de guerre (art. 97 précité).

Cette première catégorie d'indemnités étant fondée sur le cahier des charges, notre arrêt est tout à fait en dehors de l'espèce de l'arrêt du 30 mars 1916, dont la caractéristique est d'écarter l'application pure et simple du cahier des charges, comme insuffisante.

En ce qui concerne la seconde catégorie, relative aux conditions exceptionnelles imposées par l'État, la question ne pouvait faire de doute avant même l'arrêt de 1916. M. le Commissaire du gouvernement Chardenet, dans ses conclusions, en conformité desquelles a été rendu cet arrêt, avait écarté du débat les affaires dans lesquelles il y avait eu un fait (nous ne disons pas une faute de l'Administration), le droit à indemnité étant dans ce cas depuis longtemps reconnu.

Voir notamment sur ce point : Conseil d'État, 14 novembre 1902, Dalloz 1904, III, 37; 3 février, 24 novembre, 29 décembre 1905, Dalloz 1907, troisième partie, pages 9, 70 et 77; 5 mars 1909, Dal. 1910. III. 1909; 22 novembre 1912. Rec. Leb. p. 1 077, 8 novembre 1911. Rec. Leb., p. 987.

Paul BOUGAULT,
Avocat à la Cour d'appel de Lyon.

Digitized by Google

Législation, jurisprudence, réglementation

Documents de jurisprudence.

COUR D'APPEL DE BORDEAUX DU 6 FÉVRIER 1918.

On peut se demander si un ouvrier affecté à une usine de guerre doit être assimilé au point de vue du moratorium judiciaire à un homme présent sous les drapeaux. L'arrêt de la Cour d'appel de Bordeaux déclare qu'un homme en de pareilles conditions ne saurait bénéficier de l'exemption de toute instance dont bénéficie l'homme sous les drapeaux.

Ne saurait être considéré comme « présent sous les drapeaux » et par suite comme pouvant se prévaloir de l'article 4 de la loi du 5 août 1914 le citoyen qui, après avoir été incorporé dans un régiment, a été affecté dans une usine travaillant pour la défense nationale, puis détaché momentanément au corps de sapeurs-pompiers de la ville pour le service de la main-d'œuvre militaire.

En effet, cette disposition légale ayant un caractère exceptionnel et devant être en conséquence interprétée restrictivement, l'homme placé dans cette catégorie ne saurait bénéficier de cette exception.

Par application de l'article 6 de la loi du 17 août 1915, il se trouve placé dans les conditions et soumis aux obligations prévues par les paragraphes 3 et 6 de la loi du 21 mars 1905, c'est-à-dire assimilé aux hommes en sursis d'appel.

Ne recevant pas de solde militaire, n'étant pas astreints au logement dans la caserne, et étant libres de disposer de leur temps en dehors des heures de travail, les hommes en sursis d'appel ne sauraient pas être assimilés à ceux qui sont présents sous les drapeaux.

Cette solution résulte de l'arrêt suivant :

« La Cour,

» Attendu que, pour demander la réformation des deux ordonnances du président du tribunal civil de Bordeaux du 18 septembre et du 25 octobre 1917, dont il a, en la forme, régulièrement relevé appel, Gricquel invoque l'article 4 de la loi du 5 août 1914; qu'aux termes de cet article, « pendant la mobilisation et jusqu'à cessation des hostilités, aucune instance ne peut être engagée ou poursuivie contre les citoyens présents sous les drapeaux »;

Attendu tout d'abord que la loi du 5 août 1914 étant une loi d'exception doit être interprétée restrictivement; qu'en doivent seuls bénéficier les hommes présents sous les drapeaux, au sens étroit du mot, c'est-à-dire réellement incorporés; que le législateur, en effet, n'a pas employé l'expression vague de « mobilisé » englobant tous ceux qui ont été appelés par l'autorité militaire, quelle qu'ait été leur affectation;

« Que Gricquel prétend appartenir à la catégorie des citoyens couverts par l'article précité; que son adversaire lui dénie cette qualité; que toute la question consiste donc à préciser quelle est la position militaire de Gricquel.

» Or, attendu que, en fait, appartenant à la classe de 1891, et ayant été rappelé à l'activité par la mobilisation générale du 2 août 1914, Gricquel après être successivement passé par plusieurs corps de troupes a été affecté à une usine travaillant pour la défense nationale, puis détaché momentanément aux sapeurs-pompiers de Bordeaux par le service de la main-d'œuvre militaire dont il dépend, tout en étant rattaché théoriquement au 58e régiment d'artillerie en ce sens que c'est au dépôt de ce régiment qu'il doit rejoindre en cas de rappel à l'activité;

» Attendu que le régime sous lequel se trouve actuellement placé Gricquel est celui de l'article 6 de la loi du 17 août 1915; qu'aux termes de cet article, les hommes appartenant à l'une des classes mobilisées ou mobilisables et qui, tout en restant à la disposition du ministre de la Guerre, sont affectés par lui aux établissements et usines travaillant pour la défense nationale se trouvent placés dans les conditions et soumis aux obligations prévues par les paragraphes 3 et 6 de la loi du 31 mars 1905, c'est-à-dire assimilés aux hommes en sursis d'appel;

» Que ce qui différencie les hommes en sursis d'appel de ceux réellement incorporés et présents sous les drapeaux, c'est qu'ils travaillent dans les établissements industriels dans les mêmes conditions que les ouvriers civils, ne sont pas astreints au logement à la caserne, sont libres en dehors des heures de travail, vivent chez eux de leurs salaires d'ouvriers et ne reçoivent pas de solde militaire;

» Attendu qu'il importe peu que le militaire en sursis d'appel demeure à la disposition du ministre de la Guerre; qu'il en est, en effet, de même des hommes appartenant à des classes mobilisables, non encore appelées, qu'il ne viendrait à l'idée de personne de considérer ces derniers comme présents sous les drapeaux; qu'il n'importe pas davantage qu'il soit justiciable des tribunaux militaires, puisque c'est là le cas de tous ceux qui sont assimilés à des militaires bien que non incorporés;

» Attendu qu'à aucun point de vue l'homme travaillant à une usine, travaillant pour la défense nationale, dans les conditions de Gricquel et assimilé à l'homme en sursis d'appel, ne saurait donc être considéré comme présent sous les drapeaux et bénéficier de l'immunité de l'article 4 de la loi du 5 août 1914;

» Attendu que cette interprétation conforme à celle adoptée par le ministre de la Guerre dans ses circulaires et par le ministre de la Justice à la tribune de la Chambre est aussi celle de la majorité de la doctrine et de la jurisprudence;

» Par ces motifs;

» Confirme les ordonnances... »

Paul BOLGAULT,
Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF : Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. — TOME IV. — N° 19. — 9 NOVEMBRE 1918.

AVIS. — *La nécessité de restreindre la consommation du papier nous met dans l'obligation de limiter au strict nécessaire le tirage de nos exemplaires. Nous prions donc instamment ceux de nos abonnés dont l'abonnement expire au 31 décembre (et pour l'instant nous nous adressons particulièrement à nos abonnés de l'Etranger) de nous envoyer le montant de leur renouvellement avant cette date, s'ils veulent éviter une interruption dans l'envoi des numéros et le risque de ne pouvoir se procurer ensuite les numéros non envoyés. Il est rappelé que les lecteurs qui reçoivent leurs numéros par l'intermédiaire des Syndicats de l'Electricité doivent s'adresser directement au Syndicat dont ils font partie et non à nos bureaux.*

Chronique. — Ce que deviendront les commissions internationales après la guerre. — Une lettre des membres de l'Institut retenus à Lille pendant l'occupation. — Conférence de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, p. 681-684.

Section scientifique et technique. — Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer des coups de bélier dans les conduites forcées, par le comte DE SPARRE, p. 685. — Généralisation du théorème du développement de Heaviside, par Abraham PRESS, p. 691. — Sur le théorème du développement de Heaviside, par J.-B. POMEY, p. 693. — Revues, analyses et informations : X-Fluoromètre à étalon radioluminescent, p. 694; Ampoule radiographique à cathode incandescente pourvue d'un radiateur, p. 695.

Section industrielle. — Etude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice (*suite*), par F. MAYNARD, p. 697. — Les chaudières modernes, par L. CONGE, p. 715. — Revues, analyses et informations : Un nouveau type de parafoudre, p. 719; Pertes dans les transformateurs des grands réseaux suivant le système de distribution employé, p. 721 ; Etude sur la tension produite dans les magnétos à haute tension, p. 724.

Section économique et financière. — Congrès général du Génie civil (*suite et fin*), p. 725. — Revues, analyses et informations : L'enseignement professionnel en Afrique occidentale française, p. 727. — Assemblées générales : Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, p. 728.

Ce que deviendront les commissions internationales après la guerre. — La question s'était déjà posée dès 1914 lors de la publication du fameux manifeste des intellectuels allemands où, contre toute évidence et sous le ton impératif que les Allemands avaient alors coutume de prendre, étaient niés les crimes odieux commis par les hordes germaniques. Depuis elle a été maintes fois agitée, tant à l'étranger qu'en France, et, pour lui donner une solution, une conférence interalliée des Académies scientifiques s'est réunie à Londres du 9 au 11 octobre. Des représentants de l'Angleterre, des Etats-Unis, de l'Italie, de la France, de la Belgique, de la Serbie, du Brésil y assistaient: les délégués de notre Académie des Sciences étaient MM. Emile Picard, A. Lacroix, Haller, Bigourdan, Baillaud, Lallemand, Moureu. Des décisions importantes, que nous reproduisons ci-dessous, y ont été prises et libellées sous forme de vœux à envoyer aux gouvernements et aux sociétés savantes des pays alliés

Quelques considérations générales servent d'introduction aux résolutions finales votées à l'unanimité. Elles insistent fortement sur ce point que les guerres antérieures n'avaient pas détruit la mutuelle estime des savants belligérants les uns pour les autres et que la paix avait pu effacer, après peu d'années, la trace des luttes passées, mais qu'aujourd'hui les conditions sont tout autres. Des crimes sans nom vont laisser dans l'histoire des nations coupables une tache que des signatures au bas d'un traité de paix ne sauraient laver. Aussi la conférence est-elle d'avis que nous devrons abandonner les anciennes associations internationales et en créer de nouvelles entre alliés et avec le concours éventuel des neutres.

D'autres mesures, tendant à resserrer les liens entre les pays alliés, ont été discutées ; elles ont pour but d'établir entre eux une collaboration intime dans la recherche scientifique.

Une Commission nommée par la Conférence se réunira prochainement à Paris pour faire une étude plus approfondie des futures organisations internationales. Elle aura aussi à examiner des propositions faites par deux délégués. Ce sont des vœux formulés par M. Mas-

Digitized by Google

sart, de l'Académie Royale de Belgique, sur les échanges internationaux et la création de recueils bibliographiques, puis un vœu de M. Bigourdan, membre de l'Académie des Sciences de Paris, sur l'unification des notations bibliographiques relatives à tout l'ensemble de nos connaissances.

Nous donnons ici le texte de la déclaration et des résolutions prises par la Conférence de Londres :

Déclaration. — Lorsque, il y a quatre ans, la guerre éclata, divisant l'Europe en camps ennemis, les hommes de science pouvaient encore espérer que la conclusion de la paix renouerait les liens rompus et que les ennemis de la veille pourraient de nouveau se rencontrer dans des conférences amicales et unir leurs efforts pour le progrès de la science. De tout temps, depuis la renaissance des études scientifiques au moyen âge, la recherche du vrai a formé une chaine assez solide pour résister à l'effort des antagonismes nationaux. Et ce lien s'est encore fortifié vers la fin du dernier siècle, lorsque le développement de certaines branches de la science a requis, pour leur étude, la collaboration de toutes les nations civilisées. Associations et conférences se sont rapidement multipliées et des relations amicales de plus en plus intimes se sont établies entre les savants des différents pays, en dépit des divergences politiques, volontairement laissées dans l'ombre.

La guerre, jadis, a fréquemment interrompu la coopération des individus, sans détruire leur mutuelle estime, basée sur le sentiment de la valeur de la science; la paix venait bientôt effacer les traces des luttes passées.

Si, aujourd'hui, les délégués des Académies scientifiques des nations alliées et des États-Unis d'Amérique se voient dans l'impossibilité de reprendre des relations personnelles, même en matière de science, avec les savants des empires centraux, tant que ceux-ci n'auront pas été admis de nouveau dans le concert des nations civilisées, ils le font en pleine conscience de leur responsabilité et ils ont pour devoir de rappeler les motifs qui les ont amenés à cette décision.

La civilisation a imposé des règles de conduite aux nations qui entendent servir les intérêts de l'humanité et qui ont, à un haut degré, le souci de leur honneur. Telles sont la reconnaissance du caractère sacré des traités (spécialement de ceux concernant l'état de guerre) et la suppression d'inutiles cruautés envers les populations civiles... A ces deux points de vue, les puissances centrales ont enfreint les lois de la civilisation, dédaignant toutes les conventions et déchainant dans l'âme humaine les pires passions engendrées par la férocité de la lutte. La guerre est fatalement pleine de cruautés et des actes individuels de barbarie ne sauraient être évités; il faut en prendre son parti. Ce ne sont pas ces actes que nous visons, ce sont les horreurs organisées, encouragées et imaginées, dès l'origine, dans le seul but de terroriser les populations inoffensives. La destruction d'innombrables propriétés privées, les violences et les massacres sur terre et sur mer, le torpillage des navires-hôpitaux, les insultes et les tortures infligées aux prisonniers de guerre, laisseront dans l'histoire des nations coupables une tache que ne saurait laver la simple réparation des dommages matériels. Pour restaurer la confiance, sans laquelle toute collaboration fructueuse serait impossible, les empires centraux devront désavouer les méthodes politiques dont l'application a engendré les atrocités qui ont indigné le monde civilisé.

Résolutions. — 1. Aussitôt que les circonstances le permettront, les conventions relatives aux associations scientifiques internationales seront, conformément aux statuts ou règlements propres à chacune d'elles, dénoncées par les groupements compétents des nations en guerre avec les empires centraux.

Les nouvelles associations reconnues utiles au progrès des sciences et de leurs applications seront établies, dès maintenant, par les nations en guerre avec les empires centraux, avec le concours éventuel des neutres.

2. Certaines associations résultant de conventions diplomatiques, telle la Convention du mètre, devront faire l'objet d'un examen spécial lors des négociations de la paix.

3. Les mesures visées ci-dessus laissent de côté les accords concernant exclusivement les relations administratives indispensables entre des services publics, comme celles réglementant la navigation, les dépêches météorologiques, les chemins de fer, les postes et télégraphes, etc.

4. Il est constitué, dans le sein de la Conférence, une Commission d'études à laquelle pourront s'adjoindre des délégués désignés par les Académies des pays en guerre avec les puissances centrales. Cette Commission dressera un plan général d'organisations internationales, pour satisfaire aux besoins des diverses branches des recherches scientifiques et industrielles, y compris celles relatives à la Défense nationale.

La Commission se réunira à Paris, cette année même, dans la deuxième quinzaine de novembre.

5. Chacune des Académies représentées à la Conférence sera invitée à provoquer la création d'un conseil national, ayant pour objet l'avancement des recherches mentionnées au paragraphe précédent.

6. Un Conseil international sera constitué par la fédération des Conseils nationaux.

7. La Conférence, estimant que tous les progrès industriels, agricoles, médicaux, reposent sur les découvertes de la science pure, appelle l'attention des gouvernements sur l'importance des recherches théoriques et désintéressées, dont les budgets, après la guerre, devront être dotés le plus largement possible.

Elle insiste également sur la création de grands laboratoires, privés et nationaux, de sciences expérimentales.

Une lettre des membres de l'Institut retenus à Lille pendant l'occupation. — La presse quotidienne n'a cessé de faire connaître au grand public les atrocités de toutes sortes commises par les Allemands dans les régions envahies. Mais on ne saurait donner assez de publicité à ces actes odieux qui mettent les Allemands au ban de l'humanité. C'est pourquoi nous reproduisons ci-dessous la lettre émouvante que les membres de l'Institut restés à Lille pendant l'occupation allemande ont adressée à l'Académie des Sciences et que celle-ci vient de publier en tête du dernier fascicule de ses « Comptes rendus des séances ». Elle porte les signatures du Dr Calmette, correspondant de l'Académie des Sciences, membre associé de l'Académie de Médecine, du Dr Duret, membre associé de l'Académie de Médecine, de M. Laguesse, correspondant de l'Académie de Médecine, de H. Parenty, correspondant de l'Académie des Sciences, enfin de M. Aimé Witz, correspondant de l'Académie des Sciences, qui, ayant pendant près de vingt ans fait partie du Comité de Direction de « La Lumière électrique » a été inscrit membre de notre

Digitized by Google

Comité de Rédaction, et que nous sommes tout particulièrement heureux de savoir revenu parmi nous.

L'équité et l'indépendance de caractère de ces savants, qui ont été témoins oculaires des atrocités commises, donnent à leur lettre un poids que ne pouvait avoir le manifeste de 1916 des intellectuels allemands qui, eux, n'avaient pas vu et dont beaucoup ont signé par contrainte ou par esprit de solidarité.

Voici cette lettre. Lecteurs de cette Revue, des régions françaises préservées de l'envahissement, des nations alliées, des pays neutres, lisez... et jugez.

Monsieur le Président et chers Collègues,

Les plus hautes autorités morales auquelles des hommes de science française puissent s'adresser sont les académies.

C'est pourquoi nous avons résolu de soumettre à votre appréciation quelques-uns des actes de l'autorité militaire allemande dont nous avons été pendant quatre longues années, en territoire occupé, les témoins et les victimes.

Il nous paraît que ces actes, actuellement ignorés ou mal connus, contraires non seulement au droit des gens, mais aux plus élémentaires sentiments d'humanité, doivent être publiquement flétris par les Sociétés savantes de toutes les nations civilisées.

Nous ne voulons formuler aucune plainte contre les faits qui peuvent trouver une apparente justification, ou même une excuse pour nos ennemis, dans l'âpreté des combats ou dans les nécessités de l'attaque, comme dans celles de la défense.

C'est au tribunal de l'histoire qu'il appartiendra d'apprécier l'utilité militaire de la destruction méthodique de toutes nos usines et de leur matériel, de l'enlèvement de nos machines, du pillage de nos propriétés privées, de la réquisition forcée de nos meubles, de nos matelas, de nos vêtements, de nos objets d'art, de nos ustensiles de ménage, de l'emprisonnement ou de la déportation d'une multitude de nos concitoyens pour simple refus de travailler pour l'armée allemande.

Mais il ne nous apparaît pas qu'on puisse excuser ou justifier des tortures cruellement et froidement infligées à toute une population sans défense, et nous estimons que ceux qui les ont ordonnées doivent en être rendus moralement et civilement responsables.

Parmi ces tortures, dont la simple énumération remplirait un volume, nous voulons surtout retenir ici quelques-unes de celles qui ont le plus violemment soulevé l'indignation publique et la nôtre.

La plus odieuse a été, pendant toute la semaine de Pâques 1916, l'enlèvement en masse d'environ 10 000 jeunes filles et jeunes femmes par le 64e régiment d'infanterie poméranien.

Successivement ou simultanément, tous les quartiers, toutes les rues de la ville de Lille furent barrés dès deux heures du matin par des soldats en armes, avec mitrailleuses dans les carrefours. Dans chaque maison, un jeune officier ou sous-officier, accompagné de quelques hommes, pénétrait, examinait tous les habitants, qu'il faisait réunir dans une des chambres ou dans un vestibule, et désignait ceux qui devaient partir. Les victimes avaient une heure pour préparer un paquet de vêtements. Un soldat, baïonnette au canon, venait alors les prendre. Il les conduisait à un lieu de rassemblement et, de là, à la gare. Elles furent ensuite réparties par groupes dans quelques localités des départements de l'Aisne, des Ardennes ou de la Meuse et, sous la garde constante des soldats en armes, traitées comme du bétail ; soumises, sans aucun ménagement, à d'impudiques et ignominieuses visites sanitaires ; contraintes à des travaux agricoles, profitant surtout à l'armée allemande qui s'appropriait la presque totalité des récoltes. Ni les prières des familles, ni les supplications et les larmes des mères, ni les réclamations adressées par la suite à l'autorité allemande, ne purent empêcher ou atténuer l'exécution des ordres donnés par le quartier-maître général Zollner. Ce général, dont le nom doit être voué à l'exécration des peuples, fut l'inspirateur ou l'ordonnateur de presque toutes les persécutions cruelles subies par les malheureux habitants des territoires français occupés. Il fut d'ailleurs très activement secondé dans son œuvre odieuse par un officier spécialement chargé des services de police et d'espionnage à Lille, le capitaine *Himmel* (*alias* libraire à Berlin) qui, pendant les quatre années de son séjour au milieu de nous, ne semble pas avoir poursuivi d'autre tâche que celle qui consistait à nous infliger les plus douloureuses tortures et les plus révoltantes humiliations.

C'est ainsi que, sans le moindre égard pour nos personnes, ni pour nos institutions scientifiques, ni pour nos familles, nous avons été, à plusieurs reprises, l'objet de perquisitions domiciliaires aussi complètes et outrageantes qu'on peut les imaginer. Au cours de l'une de ces perquisitions, l'un de nous fut immobilisé pendant deux heures dans un coin de vestibule, gardé par un factionnaire en armes qui avait ordre de ne lui laisser faire aucun mouvement. Nos appareils scientifiques, nos machines, nos instruments ne furent même pas respectés, et nos collègues de la Faculté de Médecine ont été brutalement expulsés en quelques heures de leurs laboratoires, avec leurs collections, pour faire place à des bureaux.

Un autre d'entre nous, sous le prétexte qu'il n'avait pas spontanément livré à la police militaire quelques appareils appartenant au service des Manufactures de l'Etat français, appareils dont l'intendance allemande lui avait d'ailleurs antérieurement laissé la garde, a dû subir pendant une semaine entière des violences analogues et, après avoir dépouillé de ses objets personnels les plus précieux, s'est vu frapper d'une amende de 1 000 marks ou de 180 jours d'emprisonnement !

Et que dire des abominables traitements infligés sous nos yeux à tant de malheureux simplement suspects de ne pas avoir obéi avec assez d'empressement aux ordres de l'autorité allemande ? Que dire surtout de l'atroce cruauté avec laquelle presque tous nos enfants de quatorze à dix-huit ans ont été arrachés à leurs familles et éloignés des écoles pour aller, en même temps qu'un grand nombre de vieillards de soixante à soixante-cinq ans, former, sur la ligne de feu, des bataillons de travailleurs ? Roués de coups, affamés quand ils se refusaient à obéir, on les obligeait à creuser des abris souterrains, à faire des routes, à transporter des munitions. Le nombre est immense de ces pauvres enfants et de ces pauvres vieux, que nous n'avons plus revus, ou dont la santé est irrémédiablement compromise !

Enfin, sous prétexte de représailles à exercer contre le Gouvernement français parce que 72 fonctionnaires allemands d'Alsace-Lorraine étaient soi-disant indûment retenus en France, nous eûmes la douleur de voir emmener en captivité comme otages 1 000 de nos concitoyens, dont 600 hommes et 400 femmes, choisis parmi les personnalités les plus marquantes ou les plus utiles de la région du Nord occupée : grands industriels, prêtres, doyens ou professeurs de nos Facultés, femmes de plusieurs d'entre nous,

Digitized by Google

sans considération pour leur âge ni pour leur état de santé.

Les 6 et 12 janvier 1918, par un froid rigoureux de plein hiver, les hommes furent transportés en Pologne, les dames au camp d'internement d'Holminden, dans le Brunswick.

Après un voyage extrêmement pénible qui dura huit jours et huit nuits en chemin de fer, nos malheureux concitoyens, épuisés de fatigue, furent répartis dans deux localités voisines de Vilna et soumis d'abord pendant quarante jours à un régime dit de « représailles ». Ils eurent à supporter les plus atroces souffrances. Entassés dans une sorte de grange, couchant tout habillés sur des paillasses de fibre de bois superposées en trois étages, si étroites et si rapprochées qu'il leur était impossible de se retourner ou de s'asseoir, astreints pendant le jour aux travaux les plus pénibles et les plus dégradants, dévorés de vermine, privés d'eau potable, n'ayant pour toute nourriture qu'une soupe de choux-raves ou d'orge, privés de tout envoi de France et de toute correspondance avec leur famille, sans médecin, sans médicaments, ils n'avaient aucune possibilité de se plaindre, car l'officier qui les surveillait avait une âme de bourreau. Vingt-cinq d'entre eux moururent dès les premières semaines, entre autres le professeur Buisine, directeur de l'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Lille. Cet infortuné collègue, âgé de soixante-deux ans, souffrait depuis longtemps d'intermittences cardiaques et d'un rétrécissement de l'œsophage, sa femme crut devoir attirer sur son état l'attention du médecin-major allemand qui examinait les partants. Ce médecin-major (Dr Krug) répondit : « Madame, ça n'est pas contagieux pour l'armée allemande ! »

Nos malheureuses compagnes, transportées à Holminden, n'eurent pas beaucoup moins à souffrir de l'atroce cruauté allemande. Elles durent faire d'abord, en pleine nuit, dans la neige, à pied, le trajet de trois kilomètres qui sépare la gare du camp d'internement. Ensuite on les enferma pendant deux jours, sans feu, sans couvertures, dans une baraque commune où elles durent coucher tout habillées sur des paillasses de fibres de bois. On leur fit subir une fouille complète après les avoir déshabillées et on les répartit finalement par groupes dans des chambrées étroites garnies de lits de camp superposés en étagères, sans autres meubles que des petits bancs de bois. Elles durent vivre ainsi dans les conditions hygiéniques, matérielles et morales les plus pénibles, pendant plus de six mois, astreintes, comme des condamnées de droit commun, à des appels quotidiens et à des revues de détail, privées de toute possibilité de correspondre avec leurs maris ou leurs enfants restés en France occupée.

Peut-on concevoir qu'en notre siècle les dirigeants d'un peuple prétendûment civilisé accomplissent des actes aussi honteux, aussi férocement cruels, sans la moindre appréhension du jugement des autres peuples.

Comment nous serait-il possible d'oublier ou de pardonner toutes ces horreurs ?

Ceux qui, dans la France restée libre, n'en ont pas souffert, ne peuvent pas comprendre les raisons profondes de notre ressentiment. Certains admettraient volontiers que le peuple allemand n'est pas responsable de l'infamie des chefs de son armée. Nous voudrions que cela fût vrai. Mais quand on a vu, comme nous, l'empressement, le zèle même avec lesquels de tout jeunes et de vieux soldats de la Landsturm, ou des officiers qui ne sont pas des militaires professionnels, des médecins par exemple, accomplissent les actes les plus odieux sans un mot d'excuse, de regret ou de pitié, on est bien obligé de reconnaître que, d'une manière générale, et sauf de trop rares exceptions, le cœur allemand est inaccessible aux sentiments nobles, généreux ou simplement humains.

Les dirigeants de la politique allemande ont voulu cette guerre, mais le peuple en armes l'a approuvée et l'a résolument poursuivie avec les moyens les plus férocement cruels, sans scrupules de conscience, sans sursauts d'indignation. Ce peuple, qui méritait l'estime du monde pour son activité laborieuse autant que pour l'œuvre de progrès intellectuel et social accomplie par ses savants, ses philosophes, ses musiciens, ses poètes, ne peut plus inspirer que des sentiments de dégoût et d'effroi pour les crimes dont il s'est rendu coupable.

Aussi sommes-nous résolus, pour notre part, à ne collaborer désormais à aucune publication allemande, à ne participer à aucune réunion scientifique, à aucun congrès international, aux côtés de collègues allemands qui n'auraient point préalablement marqué, par une manifestation publique, leur désapprobation des actes antisocianx accomplis à l'occasion ou au cours de cette guerre par leur gouvernement.

Nous demandons à nos collègues des cinq Académies de l'Institut de France, de l'Académie de Médecine et de l'Académie d'Agriculture, de vouloir bien se solidariser avec nous, individuellement ou collectivement, dans l'expression de cette volonté. Nous les prions d'inviter les sociétés savantes de toutes les nations civilisées du monde à accueillir notre protestation et à l'enregistrer dans leurs actes.

Conférences de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. — Le programme des conférences pour les mois de novembre et de décembre indique les conférences suivantes, qui auront lieu dans l'Hôtel de la Société, 44, rue de Rennes.

Samedi 9 novembre à 17 heures. — Electrification partielle d'un grand réseau de chemins de fer, par M. Sabouret, ingénieur en chef des Ponts et chaussées, ingénieur en chef des Services techniques de la Compagnie des Chemins de fer d'Orléans.

Samedi 23 novembre. — De la formation économique et sociale des adolescents dans les écoles et les cours d'enseignement professionnel à tous les degrés, par M. Grigaut, professeur à l'École normale d'enseignement technique et à l'École des Arts et Métiers de Paris.

Samedi 7 décembre. — L'effort industriel dans la région lyonnaise depuis la guerre, par M. Etienne Fougère, conseiller général du Rhône, président de l'Association industrielle, commerciale et agricole de Lyon et de la région.

Samedi 21 décembre. — Les ressources de nos forêts coloniales, par M. Boutteville, inspecteur général des Travaux publics aux colonies.

A partir de janvier la Société donnera une série de conférences sur « les résultats obtenus par l'organisation scientifique du travail dans différents établissements industriels » ; ces conférences seront faites par :

M. Charpy, directeur des Usines de Montluçon et Commentry ;

M. Lavallec, ingénieur au Chantier de Penhoet ;

M. Nusbaumer, ingénieur à la Poudrerie nationale du Ripault ;

M. Compagnon, directeur des Ateliers de réparations d'automobiles militaires de Boulogne-sur-Seine ;

M. Paul Lecler, ingénieur aux Forges et Ateliers de Decazeville.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées

Les dispositifs que l'on emploie souvent pour parer aux effets des coups de bélier, tels que cheminées d'équilibre, réservoir d'air, soupapes ou amortisseurs ouvrant un orifice d'échappement supplémentaire, doivent, pour agir dans les conditions les plus avantageuses, remplir certaines conditions générales que l'auteur expose dans cet article. Il fait ensuite l'application de ces principes à quelques cas particuliers : amortisseurs et cheminées déversantes. Dans un article ultérieur, il examinera leur application aux cheminées non déversantes et aux réservoirs.

I. — Considérons une conduite munie de l'un des dispositifs dont il vient d'être question, et appliquons le théorème des forces vives à l'eau contenue dans cette conduite, entre une section A_0B_0 voisine de la prise d'eau et une section C_0D_0 voisine du distributeur, depuis un instant initial où l'eau est à l'état de régime avec la vitesse v_0 jusqu'à un instant final où la vitesse de l'eau en tous les points considérés de la conduite est de nouveau la même et égale à v (1). A cet instant final la section A_0B_0 sera venue en A_1B_1 et la section C_0D_0 en C_1D_1 de sorte que la masse d'eau qui, à l'instant initial, était comprise entre A_0B_0 et C_0D_0 est, à l'instant final, comprise entre A_1B_1 et C_1D_1. De plus, si nous désignons par x le déplacement à un instant quelconque de la section AB et par x_1 son déplacement final, on a, si on néglige la variation de volume par suite de la dilatation du tuyau et de la compression du liquide,

$$A_0A_1 = C_0C_1 = x_1,$$

Je suppose, de plus, que x_1 est une faible fraction de la longueur totale de la conduite, de telle sorte que l'on puisse regarder la distance, mesurée suivant l'axe de la conduite qui sépare les deux sections A_0B_0 et C_0D_0, comme sensiblement égale à la longueur totale l de la conduite.

Si alors S est la section de la conduite et π le poids spécifique du liquide, la demi-variation de la force vive pendant la période considérée sera

$$\frac{\pi l S}{2g}\left(v^2 - v_0^2\right).$$

D'autre part, si πH est la pression statique au distributeur, non compris la pression atmosphérique, et que cette pression soit $\pi(H + h)$ pendant la période considérée, h étant en général fonction du temps, la somme des travaux de la pesanteur et des pressions, depuis l'instant initial jusqu'à un instant quelconque de la période considérée où les sections AB et CD se sont déplacées de x, sera, comme on sait,

$$-\pi S \int_0^x h \, dx,$$

et à l'instant final on aura

$$\frac{\pi l S}{2g}\left(v^2 - v_0^2\right) = -\pi S \int_0^{x_1} h \, dx - \pi S V,$$

si on désigne par πSV le travail à l'instant final de la compression du liquide et de la dilatation du tuyau.

On déduit de là

$$\frac{l}{2g}\left(v_0^2 - v^2\right) = \int_0^{x_1} h \, dx + V. \qquad (1)$$

Mais si le dispositif est tel que h ne puisse prendre qu'une faible valeur, on pourra négliger V dans l'équation précédente (1), si, de plus, il s'agit d'une fermeture totale, au quel cas on aura $v = 0$ il viendra

$$\frac{l v_0^2}{2g} = \int_0^{x_1} h \, dx.$$

Si alors h_m désigne le maximum de la surpression h, on aura, ε désignant un facteur positif compris entre 0 et 1 (2),

$$\int_0^h dx = \varepsilon x_1 h_m.$$

(1) Cet instant final peut correspondre, soit à un nouvel état de régime où la vitesse est v, soit à un état transitoire où en tous les points l'eau a cette même vitesse v.

(1) Dans certains exemples que nous étudierons plus loin nous donnerons la valeur de ce terme, ce qui permettra de se rendre compte de sa valeur relative.

(2) Si h était constant et par suite égal à h_m, ε serait égal à 1.

Digitized by Google

On a donc

$$\frac{l v_0^2}{2g} = \varepsilon x_1 h_m,$$

et on en déduit

$$x_1 = \frac{l v_0^2}{2 \varepsilon g h_m}.$$

Mais Sx_1 est le volume total de l'eau débitée par la conduite pendant le temps considéré. Une partie de cette eau aura été débitée par le distributeur tandis que le surplus aura été débité par l'orifice d'échappement supplémentaire pour s'écouler au dehors s'il s'agit d'une soupape ou d'un amortisseur, ou pour pénétrer dans la cheminée d'équilibre ou le réservoir s'il s'agit d'un dispositif de cette nature.

Pour la quantité d'eau débitée par le distributeur pendant le temps dt elle est, comme on sait, égale à (1)

$$S v_1 \lambda \sqrt{1 + \frac{h}{H}}\, dt,$$

où λ est le rapport de l'ouverture du distributeur au temps t à l'ouverture pour le distributeur complètement ouvert.

Mais comme dans le cas qui nous occupe on aura toujours $h < \frac{H}{2}$, on pourra remplacer cette expression par

$$S v_1 \lambda \left(1 + \frac{h}{2H}\right) dt,$$

et, par suite, si T est le temps de la fermeture totale, on aura pour l'eau débitée par le distributeur

$$S v_1 \int_0^T \lambda \left(1 + \frac{h}{2H}\right) dt.$$

Mais si η_1 désigne un facteur positif, compris entre o et 1 (2), on aura en désignant toujours par h_m la valeur maximum de h

$$\int_0^T \lambda \left(1 + \frac{h}{2H}\right) dt = \int_0^T \lambda \left(1 + \frac{\eta_1 h_m}{2H}\right) dt.$$

Si, de plus, il s'agit d'une fermeture linéaire pour laquelle on ait, T étant le temps de fermeture,

$$\lambda = \left(1 - \frac{t}{T}\right) \lambda_0,$$

on aura

$$\begin{aligned} &\int_0^T \lambda \left(1 + \frac{h}{2H}\right) dt \\ &\quad = \lambda_0 \int_0^T \left(1 - \frac{t}{T}\right)\left(1 + \frac{\eta_1 h_m}{2H}\right) dt \\ &\quad = \frac{T}{2}\left(1 + \frac{\eta_1 h_m}{2H}\right) \lambda_0, \end{aligned}$$

et, par suite, le volume d'eau débité par le distributeur pendant la fermeture sera (1)

$$\frac{S v_0 T}{2}\left(1 + \frac{\eta_1 h_m}{2H}\right).$$

Si donc on désigne par Q le volume d'eau débité par l'orifice d'échappement supplémentaire on aura

$$(1') \qquad Q = \frac{S l v_0^2}{2 g \varepsilon h_m} - \frac{S v_0 T}{2}\left(1 + \frac{\eta_1 h_m}{2H}\right).$$

Il y a lieu de réduire, au minimum, cette quantité Q.

En effet, s'il s'agit d'un amortisseur, d'une soupape ou d'une cheminée déversante, ce volume d'eau s'échappe au dehors et l'énergie correspondante est complètement perdue, s'il s'agit d'un réservoir ou d'une cheminée non déversante, le volume d'eau Q entre dans le réservoir ou dans la cheminée, et plus Q sera petit plus on pourra réduire les dimensions du réservoir ou la hauteur de la cheminée.

Si on se rapporte à la valeur (1') de Q, on voit que pour des valeurs données de h_m et de T, ainsi que de S, l, v_0 et H, Q sera d'autant plus petit que ε et η seront plus grands; or, ε et η sont deux facteurs positifs compris entre o et 1 et qui deviennent l'un et l'autre égaux à 1 si h est constant et égal à h_m. Il faudra donc prendre des dispositions telles que h reste constant pendant toute la durée du fonctionnement du dispositif adopté, ou tout au moins devienne rapidement dès le début et reste pendant toute la durée du fonctionnement très voisin de h_m (2), car alors ε et η seront l'un et l'autre très voisins de 1.

Pour réaliser cette condition de la variation de h entre des limites restreintes de part et d'autre de h_m, s'il s'agit d'une cheminée déversante d'une soupape ou d'un amortisseur, il faudra qu'il n'y ait aucune perte de charge entre la conduite, la cheminée, la soupape et l'amortisseur, car la perte de charge dépend beaucoup de la vitesse de l'eau et augmente beaucoup avec elle; de plus, pour un amortisseur ou une soupape, il faut qu'il fonctionne dès que h devient égal à h_m et cesse de fonctionner dès que h devient inférieur à h_m et que, de plus, l'ouverture supplémentaire soit disposée de façon qu'il n'y ait pas de perte de charge.

S'il s'agit d'un réservoir ou d'une cheminée non déversante, on peut, ainsi que nous le verrons plus loin, et en suivant le procédé que j'ai déjà indiqué dans mon étude sur le réservoir d'air, arriver à la constance de h, au moyen d'un étranglement convenable, disposé à l'entrée du réservoir ou de la cheminée.

Il y a d'ailleurs un autre point de vue dont il y a lieu également de tenir compte pour les cheminées non déversantes ou les réservoirs.

(1) v_1 étant la vitesse de régime pour le distributeur complètement ouvert.

(2) η devient égal à 1 si h est constant et par suite égal à h_m.

(1) On a eu effet $\lambda_0 v_1 = v_0$.

(2) S'il s'agit d'une fermeture progressive, h ne peut être constant pendant tout le temps considéré, puisqu'il est nul au début.

Digitized by Google

Lorsqu'il s'agit d'une cheminée déversante ou d'un amortisseur, le volume Q d'eau s'écoule au dehors, de sorte que son énergie se trouve dissipée et que, si h a une faible valeur, le nouvel état de régime s'établit à peu près sans oscillation de l'eau.

Il n'en est plus de même dans le cas d'une cheminée non déversante ou d'un réservoir, le volume Q d'eau a été reçu par le réservoir ou par la cheminée, et s'il n'y avait pas de perte de charge, son énergie serait intégralement rendue à l'eau de la conduite à l'oscillation suivante, il en résulterait une série d'oscillations très préjudiciable au réglage de la turbine et à l'établissement régulier du nouvel état de régime. Il résulte de là que, dans le cas actuel, loin d'éviter les pertes de charges, dans le passage de l'eau de la conduite au réservoir ou à la cheminée, il faut, au lieu de cela, chercher à les faire naître, en les combinant toutefois de façon à rendre la valeur de h à peu près constante, pendant la première oscillation, c'est un des points que je me propose de traiter dans un prochain article.

II. — Je me propose d'abord dans le présent chapitre d'examiner plus en détail ce qui se passe, en tenant compte de l'élasticité de l'eau et de celle de la conduite, dans le cas d'un amortisseur qui ouvre un orifice compensateur dès que le coup de bélier atteint une valeur donnée h, et qui le referme dès que le coup de bélier devient inférieur à h, l'orifice compensateur ayant d'ailleurs une dimension suffisante pour que le coup de bélier ne dépasse jamais la valeur h. On pourra par suite considérer le coup de bélier comme constant et égal à h, pendant toute la durée du fonctionnement de l'appareil, et il s'agira de calculer le volume Q d'eau qu'il aura débité.

Je rappelle que si, on désigne par l la longueur de la conduite, supposée de diamètre et d'épaisseur constante (1), par a la vitesse de propagation, on considère une série de périodes de durée $\theta = \frac{2l}{a}$

et si alors on pose, pour la n[ième] période, t désignant le temps

$$t = (n-1)\theta + \tau,$$

où

$$0 \leqq \tau \leqq \theta,$$

en désignant de plus par

$$\xi_n(\tau) \quad \text{et} \quad \lambda_n(\tau),$$

la valeur du coup de bélier et le rapport de l'ouverture du distributeur à l'ouverture totale à un instant quelconque de la n[ième] période, on a pour la première période

$$\xi(\tau) = 2\rho y_0 \frac{\lambda_0 - \lambda_1(\tau)}{1 + \rho\lambda_1(\tau)}, \tag{2}$$

et pour une période quelconque (1)

$$\xi_n(\tau) = 2\rho y_0 \frac{\lambda_{n-1}(\tau) - \lambda_n(\tau)}{1 + \rho\lambda_n(\tau)} - \frac{1 - \rho\lambda_{n-1}(\tau)}{1 + \rho\lambda_n(\tau)} \xi_{n-1}(\tau), \tag{3}$$

formules dans lesquelles y_0 désigne la pression statique au distributeur, abstraction faite de la pression atmosphérique et λ_0 la valeur initiale de λ lorsque la vitesse de régime est v_0 et où de plus

$$\rho = \frac{av_1}{2gy_0},$$

v_1 étant la vitesse de régime pour le distributeur complètement ouvert.

Ces formules s'appliqueront sans changements au cas qui nous occupe et où il y a un orifice d'échappement supplémentaire, à condition de désigner par $\lambda_n(\tau)$, non le rapport de l'ouverture actuelle du distributeur à l'ouverture totale, mais un facteur tel que le débit élémentaire total dQ à l'instant considéré, tant par le distributeur que par l'orifice d'échappement supplémentaire, soit

$$dQ = Sv_1\lambda_n(\tau)\left(1 + \frac{\xi_n(\tau)}{2y_0}\right)dt. \tag{4}$$

Je me bornerai d'ailleurs, ayant surtout pour but de mettre en évidence l'influence de la compressibilité du liquide et de la dilatation de la conduite, à examiner le cas d'une fermeture brusque du distributeur. Dans ce cas, le coup de bélier prend dès le début la valeur h et il s'agit de voir quelle sera pour chacune des périodes de durée θ la valeur correspondante de λ. Cette valeur restant d'ailleurs constante pendant la durée d'une période, en vertu des formules (2) et (3), nous les désignerons par $\lambda'_1, \lambda'_2 \ldots \lambda'_n$.

Nous aurons d'abord par la formule (2)

$$h = 2\rho y_0 \frac{\lambda_0 - \lambda'_1}{1 + \rho\lambda'_1},$$

d'où on tire en remplaçant y_0 par H

$$\lambda'_1 = \frac{2\rho H\lambda_0 - h}{\rho(2H + h)}. \tag{5}$$

Les valeurs successives de λ devant être telles que le

(1) On suppose que dans le cas d'une épaisseur variable on puisse la remplacer par une valeur moyenne, ce qui sera acceptable pour le cas actuel.

(1) *Bulletin spécial* n° 1, p. 7 ; formules dans lesquelles y_0 désigne la pression statique en colonne d'eau au distributeur, abstraction faite de la pression atmosphérique, c'est-à-dire la hauteur de chute H.

Digitized by Google

coup de bélier reste toujours constant et égal à h, la formule (3) donnera ensuite

$$h = 2\rho H \frac{\lambda'_{n-1} - \lambda'_n}{1 + \rho\lambda'_n} - \frac{1 - \rho\lambda'_{n-1}}{1 + \rho\lambda'_n} h,$$

d'où

$$\rho\lambda'_n (2H + h) = \rho\lambda'_{n-1}(2H + h) - 2h,$$

et par suite

$$\lambda'_{n-1} - \lambda'_n = \frac{2h}{\rho(2H + h)}. \tag{6}$$

On conclut de là en donnant à n les valeurs 2, 3, ... n et ajoutant ces équations

$$\lambda'_1 = \lambda'_n + \frac{2(n-1)h}{\rho(2H + h)}. \tag{7}$$

Mais si la fermeture de l'orifice d'échappement a lieu après la n^{ième} période on a, en désignant par ε un facteur positif compris entre o et 1

$$\lambda'_n = \frac{2\varepsilon h}{\rho(2H + h)}, \tag{8}$$

et par suite

$$\lambda'_1 = \frac{2(n - 1 + \varepsilon)h}{\rho(2H + h)}.$$

En égalant cette valeur à la valeur (5) on aura

$$2n - 1 = \frac{2\rho H\lambda_0}{h} - 2\varepsilon,$$

d'où

$$n = \frac{\rho H\lambda_0}{h} + \frac{1}{2} - \varepsilon. \tag{9}$$

On aura d'ailleurs pour le volume total d'eau débitée pendant le fonctionnement de l'appareil

$$Q = Sv_1\theta\left(1 + \frac{h}{2H}\right)\left[\lambda'_1 + \lambda'_2 + \ldots\ldots + \lambda'_{n-1} + \lambda'_n\right],$$

c'est-à-dire, en vertu des formules (6) et (7),

$$Q = Sv_1\theta\left(1 + \frac{h}{2H}\right)\left[n\lambda'_n + 2h\frac{1 + 2 + \ldots + (n-1)}{\rho(2H + h)}\right],$$

ou en tenant compte de (8)

$$Q = \frac{Sv_1\theta nh(n - 1 + 2\varepsilon)}{2\rho H}.$$

Mais on déduit de (9)

$$n(n - 1 + 2\varepsilon) = \left(\frac{\rho H\lambda_0}{h} + \frac{1}{2} - \varepsilon\right)\left(\frac{\rho H\lambda_0}{h} - \frac{1}{2} + \varepsilon\right)$$
$$= \frac{\rho^2 H^2 \lambda_0^2}{h^2} - \frac{1}{4}(1 - 2\varepsilon)^2,$$

d'où

$$Q = \frac{Sv_1\theta}{2}\frac{\rho H\lambda_0^2}{h}\left[1 - \frac{h^2}{4\rho^2 H^2\lambda_0^2}(1 - 2\varepsilon)^2\right].$$

Comme d'ailleurs

$$\theta = \frac{2l}{a}, \qquad \rho H\lambda_0 = \frac{av_0}{2g}, \qquad v_1\lambda_0 = v_0.$$

On aura en fin de compte

$$Q = \frac{Sv_0^2 l}{2gh}\left[1 - \frac{h^2 g^2}{a^2 v_0^2}(1 - 2\varepsilon)^2\right]. \tag{10}$$

Dans cette expression, le second terme sera en général très petit par rapport à l'unité. En effet, $\frac{av_0}{g}$ est le coup de bélier qui se produirait dans le cas d'une fermeture brusque, s'il n'y avait pas d'orifice d'échappement supplémentaire, et h est le coup de bélier qui se produit par suite de l'adjonction de cet orifice. Or, on devra faire en sorte que ce coup de bélier soit réduit au moins des trois quarts de sorte que $\frac{hg}{av_0}$ sera inférieur à $\frac{1}{4}$ et par suite $\frac{h^2 g^2}{a^2 v_0^2}$ inférieur à $\frac{1}{16}$; on a d'ailleurs

$$(1 - 2\varepsilon)^2 \leqq 1.$$

On trouve donc bien, très sensiblement, pour le volume d'eau débité par l'orifice supplémentaire,

$$Q = \frac{Sl v_0^2}{2gh}.$$

On peut remarquer que le terme complémentaire

$$\frac{Slhg}{2a^2}\left(1 - 2\varepsilon\right)^2$$

représente le travail, à l'instant où l'orifice complémentaire se ferme, de la compression du liquide et de la dilatation du tuyau.

On vérifie facilement le fait.

Si la fermeture de l'orifice d'échappement a lieu après la n^{ième} période, λ'_n a la valeur (8) et $\lambda'_{n+1} = 0$, on aura par suite, par la formule (3) où on remplace n par $n + 1$,

$$\xi_{n+1} = 2\rho H\lambda'_n - (1 - \rho\lambda'_n)h = \rho(2H + h)\lambda'_n - h$$

ou en tenant compte de (8)

$$\xi_{n+1} = h(2\varepsilon - 1).$$

Si, de plus, on considère dans la $(n + 1)^e$ période de l'instant $t = n\theta + \frac{\theta}{2}$, à cet instant la vitesse sera nulle en tous les points de la conduite, et la pression en tous

Digitized by Google

ces points sera égale à la pression au distributeur (1), c'est-à-dire égale à

$$h(2\varepsilon - 1).$$

Mais, d'autre part, si la vitesse initiale avait une valeur v' telle que le coup de bélier prenne, pour une fermeture brusque, précisément la valeur $h(2\varepsilon - 1)$ on aurait, comme on sait,

$$h(2\varepsilon - 1) = \frac{a v'}{g} \tag{11}$$

comme d'ailleurs la valeur absolue de $2\varepsilon - 1$ est au plus égale à 1, l'orifice d'échappement ne fonctionnerait pas et, par suite, l'équation (1) donnerait, puisque $v = 0$ et $v_0 = v'$

$$\frac{l}{2g} v'^2 = V \tag{12}$$

d'où en tenant compte de (11)

$$V = \frac{l g h^2 (2\varepsilon - 1)^2}{2a^2}. \tag{13}$$

De plus, h étant constant pendant toute la durée du fonctionnement de l'orifice d'échappement, l'équation (1) nous donne, dans le cas de la vitesse initiale v_0,

$$\frac{hQ}{S} = \frac{l v_0^2}{2g} - V$$

donc

$$Q = \frac{l S v_0^2}{2gh} - \frac{S l g h}{2a^2}\left(2\varepsilon - 1\right)^2.$$

On retrouve donc bien la formule (10) que l'on peut d'ailleurs borner en général, ainsi que nous l'avons dit, à la formule

$$Q = \frac{l S v_0^2}{2gh} \tag{14}$$

Dans le cas d'une soupape ou d'un amortisseur, fonctionnant de façon à maintenir le coup de bélier constant et égal à h, cette formule donne directement le volume d'eau qui sera débité, dans le cas d'une fermeture brusque, par l'orifice d'échappement supplémentaire et par suite perdu.

Dans le cas d'une cheminée déversante et pour laquelle la hauteur de déversement est égale à h, le coup de bélier ne sera pas rigoureusement constant et égal à h, au début, en effet, l'inertie de l'eau de la cheminée intervient pour l'augmenter et, d'autre part, la pression statique à l'origine de la cheminée est pour $t = 0$ non pas égale à $H + h$, mais seulement à H.

Si nous laissons de côté l'influence de l'inertie de l'eau de la cheminée, point sur lequel je reviendrai à l'occasion des cheminées non déversantes dans un prochain article, la pression au distributeur pendant la période qui s'écoule entre la fermeture du distributeur et le commencement du déversement sera égale à $H + y$ (1), y désignant la hauteur de l'eau dans la cheminée, au-dessus de la position d'équilibre, et dans l'équation (1) on aura pour la partie correspondante de l'intégrale $\int_0^{x_1} h\,dx$, $\int_0^h y\,dx$.

Mais si ω est la section droite de la cheminée on aura $y = \frac{Sx}{\omega}$ et par suite

$$\int_0^h y\,dx = \frac{S}{\omega}\int_0^h x\,dx = \frac{Sh^2}{2\omega}.$$

De sorte que si l'on désigne par Q non le volume d'eau qui est passé par l'orifice d'échappement supplémentaire, mais bien le volume d'eau déversé on aura

$$\int_0^{x_1} h\,dx = \frac{Sh^2}{2\omega} + \frac{Q}{S}h,$$

et, par suite, si on suppose, ce qui s'éloignera fort peu de la réalité, que, dans le cas d'une fermeture brusque complète, la vitesse de l'eau est nulle, au moment où le déversement cesse, en tous les points de la conduite, l'équation (1) donnera

$$\frac{l v_0^2}{2g} = \frac{Sh^2}{2\omega} + \frac{Q}{S}h,$$

d'où

$$Q = \frac{S l v_0^2}{2gh} - \frac{S^2 h}{2\omega},$$

ou

$$Q = \frac{S l v_0^2}{2gh}\left[1 - \frac{S g h^2}{\omega l v_0^2}\right].$$

Or, ainsi que je l'ai fait voir, pour que la cheminée

(1) On sait en effet que l'on a pour la vitesse de l'eau et pour le coup de bélier à l'instant $t = n\theta + \frac{\theta}{2}$ et à la distance x du distributeur

$$v = v_0 - \frac{g}{a}\left\{F\left(n\theta + \frac{\theta}{2} - \frac{x}{a}\right) + F\left[(n-1)\theta + \frac{\theta}{2} + \frac{x}{a}\right]\right\}$$
$$= v_0 - \frac{g}{a}\left\{F\left(n\theta + \frac{l-x}{a}\right) + F\left[(n-1)\theta + \frac{l+x}{a}\right]\right\}$$

et

$$F\left(n\theta + \frac{l-x}{a}\right) - F\left[(n-1)\theta + \frac{l+x}{a}\right]$$

comme $0 \leq l - x$, $\frac{\theta}{a} \geq \frac{l+x}{a}$ et que F, dans le cas actuel, conserve la même valeur pendant toute la durée d'une période, la vitesse et le coup de bélier seront les mêmes qu'au distributeur.

(1) Dans le cas d'une cheminée d'équilibre, les expériences de MM. Camichel et Eydoux ont montré que l'on peut sensiblement admettre que tout se passe, à peu de chose près, comme s'il s'agissait d'un mouvement d'ensemble de l'eau.

Digitized by Google

produise un effet utile il faut que $\frac{S}{\omega}$ ne soit pas petit ; d'ailleurs la hauteur de déversement h sera toujours assez faible, un mètre ou deux ; il résulte de là que $\frac{Sgh^2}{\omega l v_0^2}$ sera complètement négligeable devant l'unité et que l'on peut prendre encore pour le volume d'eau déversé

$$Q = \frac{S l v_0^2}{2gh},$$

comme pour le cas d'un amortisseur.

Si on veut le temps T que durera le déversement, on le déduira de suite de la formule (9), dans le cas d'un amortisseur ou d'une soupape. En effet, la fermeture de l'orifice d'échappement ayant lieu après la $n^{ième}$ période, on aura

$$T = n\theta,$$

ou comme

$$\theta = \frac{2l}{a}, \qquad \rho H \lambda_0 = \frac{a v_0}{2g},$$

en tenant compte de (9)

$$T = \frac{l v_0}{gh}\left[1 + (1 - 2\varepsilon)\frac{gh}{a v_0}\right]. \tag{15}$$

Cette formule s'appliquera d'ailleurs également au cas d'une cheminée déversante si on néglige l'influence de la période, très courte, qui s'écoule avant le déversement et pendant laquelle la surpression n'est pas égale à h [1].

D'ailleurs dans cette formule $(1 - 2\varepsilon)\frac{gh}{a v_0}$ pourra être négligé devant l'unité et on peut par suite prendre

$$T = \frac{l v_0}{gh}. \tag{15'}$$

On peut d'ailleurs retrouver ce même résultat en considérant le mouvement de l'eau comme un mouvement d'ensemble.

Si, en effet, on considère ce mouvement de l'eau comme un mouvement d'ensemble, et, par suite, la vitesse de l'eau comme la même en tous les points de la conduite, l'équation (1) où nous supposons h constant et où nous négligeons V nous donnera

$$\frac{l}{2g}(v_0^2 - v^2) = hx. \tag{16}$$

Mais

$$v = \frac{dx}{dt},$$

de sorte que l'on a

$$\frac{dx^2}{dt^2} = v_0^2 - \frac{2ghx}{l} \text{ (1)},$$

d'où on déduit

$$t = \frac{l}{gh}\left[v_0 - \sqrt{v_0^2 - \frac{2ghx}{l}}\right],$$

et, par suite, pour $x = \frac{l v_0^2}{2gh}$,

$$T = \frac{l v_0}{gh}.$$

Nous retrouvons donc le résultat donné plus haut.

Dans un prochain article, j'appliquerai les principes posés aux cheminées non déversantes ainsi qu'aux réservoirs et j'indiquerai les moyens qui peuvent être employés pour réaliser sensiblement la constance de la surpression h.

J'aurai en même temps l'occasion d'étudier l'influence de l'inertie de l'eau du réservoir ou de la cheminée sur la surpression h.

Comte DE SPARRE,
Doyen de la Faculté catholique des Sciences de Lyon,
Correspondant de l'Institut.

(1) Et également l'influence de l'inertie de l'eau de la cheminée, question sur laquelle je reviendrai dans un prochain article.

(1) S'il s'agissait d'une cheminée déversante et que l'on veuille tenir compte de la période qui s'écoule avant le déversement, il faudrait, dans l'équation (16), remplacer ainsi que nous l'avons vu, hx par $hx + \frac{Sh^2}{2\omega}$, ce qui revient à remplacer v_0^2 par $v_0^2\left(1 - \frac{gSh^2}{\omega l v_0^2}\right)$, mais le terme de correction est négligeable; nous négligeons aussi toujours l'inertie de l'eau de la cheminée.

Digitized by Google

Généralisation du théorème du développement de Heaviside

Dans l'article ci-dessous, l'auteur, professeur d'électrotechnique aux Etats-Unis, montre que le théorème d'Heaviside peut être étendu à des circuits dans lesquels les forces électromotrices agissantes sont de forme quelconque.

La question a été soulevée récemment de savoir si le théorème du développement de Heaviside s'applique à d'autres circuits que ceux pour lesquels les forces appliquées à un moment donné demeurent constantes. Dans la « Physical Review » de septembre 1917, p. 217-225, M. John R. Carson n'a répondu qu'en partie à la question, puisque les forces appliquées considérées sont limitées à celles qui ont la forme exponentielle. Le présent mémoire a donc pour objet de montrer la solution pour n'importe quel type de fonction de vibration forcée agissant sur le système. A cet effet on discutera l'équation différentielle à coefficients constants de la forme la plus générale

$$A\frac{d^n y}{dx^n}+B\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}}+C\frac{d^{n-2}y}{dx^{n-2}}+\ldots+Dy=E+X, \quad (1)$$

où E est une constante et X une fonction de x dont le terme constant est noyé dans E.

L'unique condition imposée est qu'on ait

$$y=0, \quad \text{pour } x \text{ plus petit que } 0. \quad (2)$$

Cette dernière condition est d'une importance extrême pour le physicien comme pour le technicien.

Pour indiquer que la fonction appliquée E + X n'a pas de valeur existante pour x plus petit que zéro, on emploie la fonction unité U de Heaviside qui est une fonction de x telle que pour toutes les valeurs négatives de x elle soit nulle, mais qu'elle soit égale à l'unité pour toutes les valeurs de x plus grandes que zéro. Ainsi la condition unique imposée est

$$E+X=E_0U+XU=(E_0+X)\,U. \quad (3)$$

S'il s'agit de circuits électriques, souvenons-nous que y dans (1) représente le courant et x le temps. Les coefficients A, B, C, etc., sont des constantes du système et des fonctions des inductances, capacités et résistances. La solution symbolique de (1) est

$$y=\frac{E+X}{\varphi(x_1)}, \quad (4)$$

où $x_1=\frac{d}{dx}$ est un opérateur; on a l'opération :

$$\varphi(x_1)=Ax_1^n+Bx_1^{n-1}+Cx_1^{n-2}+\ldots+D. \quad (5)$$

En général, l'opérateur fonctionnel $\frac{1}{\varphi(x_1)}$ peut se développer en série par division algébrique, soit suivant les puissances ascendantes de x_1, correspondant à des dérivations, soit suivant les puissances décroissantes de x_1, correspondant à des intégrations. Les deux développements conduisent à des solutions possibles de (1) et par conséquent nous indiquerons le développement obtenu en mettant en tête du diviseur le terme de la plus basse puissance par $D.\frac{1}{\varphi(x_1)}$ et le développement obtenu en mettant en tête le terme de la puissance la plus élevée par $S.\frac{1}{\varphi(x_1)}$. Ainsi

$$\frac{1}{\varphi(x_1)}=D.\frac{1}{\varphi(x_1)}+S.\frac{1}{\varphi(x_1)}. \quad (6)$$

La solution de (4) est donc, dans le cas le plus général

$$y=E_0\left(D.\frac{1}{\varphi(x_1)}+S.\frac{1}{\varphi(x_1)}\right)U+\left(D.\frac{1}{\varphi(x_1)}+S.\frac{1}{\varphi(x_1)}\right)XU. \quad (7)$$

Le premier terme du second membre peut être calculé facilement, parce que U est une fonction définie de x, ce qui conduit au théorème du développement de Heaviside, tandis que le second terme comprend nécessairement comme un cas particulier la généralisation due à M. Carson, si l'on pose

$$XU=X_0e^{cx}U. \quad (8)$$

Pour contrôler le théorème contenu dans (7), recherchons ce que donne la condition (8); nous devrons arriver à la formule (18) du mémoire cité de M. Carson. En passant, nous obtiendrons l'évaluation du premier terme.

D'après un théorème bien connu de calcul opératoire (voir par exemple p. 52, l'Analyse infinitésimale de Smith, Macmillan Co, 1898), on a

$$x_1^nX_0e^{cx}\,U=X_0e^{cx}(x_1+c)^nU, \quad (9)$$

de sorte que, dans (7), on aura

$$\left(D.\frac{1}{\varphi(x_1)}+S.\frac{1}{\varphi(x_1)}\right)X_0e^{cx}U=$$

$$=X_0e^{cx}\left(D.\frac{1}{\varphi(x_1+c)}+S.\frac{1}{\varphi(x_1+c)}\right)U. \quad (10)$$

En d'autres termes, le problème revient à « algé-

Digitized by Google

briser » (selon l'expression de Heaviside), l'expression

$$(D + S).\frac{1}{\varphi(x_1 + c)}.U. \qquad (11)$$

Considérons tout d'abord le développement D. On contrôle aisément que puisque l' « opérande » ou fonction sur laquelle on opère est une constante U, on obtiendra immédiatement le résultat désiré en faisant $x_1 = 0$ dans $\varphi(x_1 + c)$ puisque toute dérivation portant sur une constante conduit à un résultat nul; donc

$$D.\frac{1}{\varphi(x_1 + c)}U = \frac{U}{\varphi(c)}. \qquad (12)$$

Le premier terme ou la fonction D sera trouvé d'accord avec la formule de M. Carson, citée ci-dessus; il doit donc être

$$\frac{X_0 e^{cx}}{\varphi(c)}. \qquad (13)$$

Mais pour la fonction S un théorème basé sur le développement en fractions rationnelles trouve son emploi. Cette marche a été indiquée par l'auteur avant la publication du mémoire de M. Carson. Nous avons

$$S.\frac{1}{\varphi(x_1 + c)}.U = S.\frac{x_1 U}{x_1\varphi(x_1 + c)} = S.\frac{U_1}{x_1\varphi(x_1 + c)}, \qquad (14)$$

en écrivant U_1 pour la dérivée de U qui est zéro pour toutes les valeurs de x positives ou négatives, à l'exception de zéro où U_1 devient infini. Cette dernière fonction est la fonction « impulsion » d'Heaviside, et l'on a

$$\frac{U_1}{x_1\varphi(x_1 + c)} = \sum \frac{A_n U_1}{x_1 - c_n} = \sum A_n e^{c_n x}, \qquad (15)$$

avec

$$A_n = \left(\frac{1}{(x_1)\left(\frac{d}{dx_1}.\varphi(x_1 + c)\right)}\right)_{x_1 = c_n}, \qquad (16)$$

c_n est la racine de rang n de l'équation

$$\varphi(x_1 + c) = 0, \qquad (17)$$

considérée comme équation algébrique en x_1. On a donc

$$S.\frac{1}{\varphi(x_1 + c)}.U = U\sum\left(\frac{e^{x_1 x}}{(x_1)\left(\frac{d}{dx_1}\varphi(x_1 + c)\right)}\right)_{x_1 = c_n}, \qquad (18)$$

et

$$\frac{X_0 e^{cx} U}{\varphi x_1} = X_0 e^{cx}\left(\frac{1}{\varphi(x_1 + c)_{x_1 = 0}} + \sum\left(\frac{e^{x_1 x}}{(x_1)\left(\frac{d}{dx_1}\varphi(x_1 + c)\right)}\right)_{x_1 = c_n}\right). \qquad (19)$$

Si donc $c = 0$, nous avons

$$\frac{X_0 U}{\varphi x_1} = X_0\left(\frac{1}{\varphi(x_1)_{x_1 = 0}} + \sum\left(\frac{e^{x_1 x}}{(x_1)\left(\frac{d}{dx_1}\varphi x_1\right)}\right)_{x_1 = c'_n}\right), \qquad (20)$$

où c'_n est la racine de rang n de $\varphi x_1 = 0$. La solution complète est donc

$$y = E_0\left(\frac{1}{\varphi(x_1)_{x_1 = 0}} + \sum\left(\frac{e^{x_1 x}}{x_1\frac{d}{dx_1}\varphi x_1}\right)_{x_1 = c'_n}\right) + X_0 e^{cx}\left(\frac{1}{\varphi(x_1 + c)_{x_1 = 0}} + \sum\left(\frac{e^{x_1 x}}{x_1\frac{d}{dx_1}\varphi(x_1 + c)}\right)_{x_1 = c_n}\right), \qquad (21)$$

L'équation (19) est conforme à la formule (18) de M. Carson, comme l'application suivante le montrera. Prenons l'équation

$$L\frac{di}{dt} + Ri = (E_0 + X)\,U. \qquad (22)$$

$$\varphi t_1 = Lt_1 + R, \qquad (23)$$

$$i = \frac{(E_0 + X)\,U}{Lt + R}. \qquad (24)$$

Soit maintenant $X = X_0 e^{ct}$; nous avons alors

$$\varphi t_1 = 0, \quad \text{qui donne} \quad t_1 = -\frac{R}{L},$$

comme racine unique pour le développement de E_0. Pour le développement de X, nous avons

$$\varphi(t_1 + c) = 0, \quad \text{qui donne} \quad t_1 = -\left(\frac{R}{L} + c\right),$$

puis

$$\frac{d}{dt_1}\varphi t_1 = L = \frac{d}{dt_1}\varphi(t_1 + c),$$

$$\varphi(1)_{t_1 = 0} = R \quad \varphi(t_1 + c)_{t_1 = 0} = (L(t_1 + c) + R)_{t_1 = 0} = L_c + R.$$

Faisant les substitutions nécessaires, nous avons donc

$$i = \frac{E_0}{R}\left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right) + \frac{X_0 e^{ct}}{R + L_c}\left(1 - e^{-\left(\frac{R}{L} + c\right)t}\right). \qquad (25)$$

Le théorème du développement généralisé peut donc être mis sur la forme intéressante

$$y = \left(\frac{E_0}{\varphi(x_1)_{x_1 = 0}} + \sum\left(\frac{e^{(x_1)x}}{(x_1)\left(\frac{d}{dx_1}\varphi x_1\right)}\right)_{x_1 = c'_n}\right) + \left(D.\frac{1}{\varphi x_1} + S\frac{1}{\varphi x_1}\right)XU, \qquad (26)$$

Digitized by Google

cette formule s'applique à toute équation différentielle linéaire à coefficients constants et implique que, pourvu que la fonction de vibration forcée X ait une valeur finie pour $x = 0$, la première partie du second membre doit être répétée pour tenir compte des valeurs instantanées et passagères provoquées par l'application brusque de la fonction quand $x = 0$; autrement, il n'en est pas besoin.

Abraham PRESS,
Professeur d'électrotechnique, New-York.

Sur le théorème du développement de Heaviside

Le lieutenant-colonel Pomey, à qui est due la traduction du texte anglais de l'article précédent, a pensé que les lecteurs français liraient avec intérêt la note ci-dessous.

Le calcul symbolique de Heaviside n'étant pas très répandu en France, je pense que ce n'est pas faire œuvre inutile que d'exposer ici de la façon la plus élémentaire le célèbre théorème du développement de Heaviside; il y a tout intérêt à pénétrer dans le laboratoire intellectuel de ce profond esprit, si original. Je commencerai tout d'abord par traduire aussi fidèlement que possible l'énoncé de son théorème d'après la page 127 du tome II de son ouvrage « Electromagnetic Theory ». Ensuite, en le suivant librement, mais sans digression, j'exposerai l'exemple le plus simple qu'il donne d'une application de son théorème. Je terminerai en en donnant une démonstration.

Je traduis donc l'énoncé :

« Soit $e = ZC$ la solution exprimée au moyen de l'opérateur Z d'un problème électromagnétique. Admettons, pour préciser que C soit le courant en un point donné, courant dû à une force électromotrice e, force agissant soit au même point, soit en un point différent. Supposons que la forme de Z indique l'existence de solutions normales pour C. Alors, si e est une force électromotrice constante qui commence à agir à l'époque $t = 0$, le courant C dû à e est exprimé par la formule

$$C = \frac{e}{Z_0} + e\Sigma \frac{\varepsilon^{pt}}{p\dfrac{dZ}{dp}}, \qquad (1)$$

ε étant la base des logarithmes népériens.

» Voici comment cela doit s'entendre :

» En premier lieu, Z est dans la solution $c = ZC$ un opérateur, fonction du symbole de dérivation p ou $\frac{d}{dt}$, tandis que dans l'équation (1), Z est bien une quantité algébrique; et Z_0 est la valeur algébrique obtenue en faisant $p = 0$ dans Z. Ainsi donc, si e est, comme nous le supposons, la tension et si cette tension est appliquée au courant c, la quantité Z_0 est la résistance effective en courant continu opposée à e. Dans les autres cas, Z_0 a une signification plus générale.

» En second lieu, dans la somme Σ, $\frac{dZ}{dp}$ désigne le coefficient différentiel ordinaire de Z par rapport à p, qui est considéré comme une quantité.

» Enfin, la sommation s'étend à toutes les racines de l'équation algébrique $Z = 0$. C'est l'équation caractéristique. Mais Z a une signification plus large. On aura à introduire ces valeurs caractéristiques de p aussi bien dans $\frac{dZ}{dp}$ que là où p figure explicitement ».

Tel est le théorème; il s'agit maintenant d'éclaircir l'énoncé par un exemple. Je suis Heaviside, mais sans le traduire littéralement.

Considérons par exemple le circuit d'une bobine : soit R la résistance et L l'inductance. L'équation à résoudre est

$$e = RC + L\frac{dC}{dt}.$$

C désigne le courant, e est une force électromotrice constante, appliquée à l'époque $t = 0$, le système étant au repos ($C = 0$). Nous écrivons

$$\frac{d.}{dt} = p \qquad e = (R + Lp)\,C,$$

et symboliquement

$$C = \frac{e}{R + Lp}.$$

On a d'ailleurs

$$Z = R + Lp, \quad Z_0 = R, \quad \frac{dZ}{dp} = L,$$

et l'on a une racine à considérer

$$p = -\frac{R}{L},$$

La formule (1) donne

$$C = \frac{e}{R} + e.\frac{\varepsilon^{-\frac{Rt}{L}}}{\left(-\frac{R}{L}\right)L} = \frac{e}{R}\left(1 - \varepsilon^{-\frac{Rt}{L}}\right).$$

Digitized by Google

Justifions ce résultat; j'ai

$$\frac{c}{R+Lp}=\frac{c}{Lp\left(1+\frac{R}{Lp}\right)}=\frac{c}{R}\left(\frac{R}{Lp}-\left(\frac{R}{Lp}\right)^2+\left(\frac{R}{Lp}\right)^3-\dots\right).$$

Or, p^{-1} est l'opération inverse de p et l'on a

$$p^{-1}1=\int_0^t 1\times dt=t,\quad p^{-2}1=p^{-1}t=\int_0^t t\,dt=\frac{t^2}{2}.$$

$$p^{-3}1=\int_0^t\frac{t^2dt}{2}=\frac{1}{1.2.3}.t^3,\text{ etc.}$$

$$p^{-n}1=\frac{1}{n!}t^n,$$

d'où

$$C=\frac{c}{R}\left(\frac{R}{L}t-\frac{1}{1.2}.\left(\frac{Rt}{L}\right)^2+\frac{1}{1.2.3}\left(\frac{Rt}{L}\right)^3-\dots\right).$$

Ce résultat concorde avec le précédent si l'on a égard à la signification de ε.

Précisons la justification dans les idées françaises.

Soit $Z=Z_0+Z_1p+\dots Z^{n-1}+p^n$.

Tout d'abord, il est clair que les divers termes de (1) sont solution.

D'autre part, en se bornant à trois racines, si on développe la fonction de p_1

$$\frac{1}{p_1(p_1-p_2)(p_1-p_3)},$$

en fractions simples de dénominateurs p_1, p_1-p_2, p_1-p_2 respectivement, on a

$$\frac{1}{p_1p_2p_3}+\frac{1}{p_1}\frac{1}{(p_1-p_2)(p_1-p_3)}+$$

$$+\frac{1}{p_2}\frac{1}{(p_2-p_1)(p_2-p_3)}+\frac{1}{p_3}\frac{1}{(p_3-p_1)(p_3-p_2)}=0,$$

ou

$$\frac{1}{Z_0}+\Sigma\frac{1}{p_i}.\frac{1}{\left(\frac{\partial Z}{\partial p}\right)_{p=p_i}}=0.$$

Si donc on fait $t=0$ dans la formule (1), on a $\varepsilon^{pt}=1$ et il vient

$$C=0.$$

Prenons la dérivée $k^{ième}$, il vient

$$\frac{d^kC}{dp^k}=c\,\Sigma p_i^{k-1}\frac{\varepsilon^{p_it}}{\left(\frac{dZ}{dp}\right)_{p=p_i}}.$$

Mais on a d'après les formules d'Euler pour $k<n$.

$$\Sigma\frac{p_i^{k-1}}{\left(\frac{dZ}{dp}\right)_{p=p_i}}=0.$$

Donc pour $t=0$, on a

$$\frac{d^kC}{dt^k}=0\qquad k<n.$$

Donc la formule (1) donne la solution du problème quand on part du repos. J'ai donc ainsi complètement justifié la formule d'Heaviside.

Dans mon cours aux élèves ingénieurs des Télégraphes, je donne une formule plus générale.

J.-B. Pomey,
Ingénieur en chef des Télégraphes.

Revues, analyses et informations

X-Fluoromètre à étalon radioluminescent (1).

« M. Guilleminot a montré antérieurement les avantages de la mesure fluoroscopique de l'intensité du rayonnement X et la possibilité d'employer un appareil fluorométrique soit pour les mesures de laboratoire relatives à l'intensité et à la qualité d'un rayonnement, soit pour les mesures que nécessite la radiothérapie (2).

» L'appareil réalisé sur ce principe nécessite l'emploi d'un étalon de fluorescence constitué par un petit écran de platinocyanure de baryum soumis, durant les mesures, à l'irradiation d'un sel de radium placé dans des conditions définies.

» La difficulté qu'il y a à se procurer ce sel de radium et son prix élevé (2000 fr environ) ont fait essayer la substitution d'une plage lumineuse étalon à la plage platinocyanure-radium. Ce procédé avait déjà été tenté par Contremoulins à l'aide d'une flamme d'acétylène éclairant un écran, à travers une solution de sulfate de cuivre (1). Il a été réalisé plus simplement, grâce aux progrès de construction des lampes électriques, au moyen d'une plage de verre dépoli éclairée par une petite lampe à incandescence à travers un filtre coloré convenable (2).

» Les multiples applications faites aujourd'hui des sels radioluminescents (sulfure de zinc luminescent additionné de très faibles doses de sels de radium) ont fait songer les auteurs à l'emploi d'un étalon luminescent constitué par une feuille luminescente Muguet (feuilles préparées par M. Muguet, et présentant toute une échelle de luminosité).

(1) Guilleminot, H. Chéron et R. Bricard. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 21 octobre 1908, t. CLXVII, p. 594-595.

(2) Guilleminot, *Comptes rendus*, 1907, t. CXLV, p. 711; 1908, t. CXLVI, p. 597; 1909, t. CXLVIII, p. 651.

(1) Contremoulins, *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, 1905.

(2) Guilleminot, *Comptes rendus*, 1917, t. CLXV, p. 701.

Digitized by Google

» La couleur de la luminescence étant presque identique à celle du platinocyanure, les comparaisons photométriques sont extrêmement faciles.

» L'éclat intrinsèque de la luminosité du sulfure de zinc est susceptible de varier avec le temps. Cette variation est d'autant plus rapide que la préparation est plus lumineuse, c'est-à-dire plus riche en radium, ainsi que l'a reconnu M. Muguet. Il y a donc intérêt à employer, pour un étalon, les luminosités faibles. Or celle qui convient pour équivaloir à la luminosité d'une plage de platinocyanure irradiée par un rayonnement X n° 6 d'une unité M d'intensité est relativement faible (n° 5 de la série Muguet : $\frac{5}{100}$ de milligramme de Ra Br^2 2 H^2O par gramme de sulfure). Cet étalon ne perd que 3 à 5 pour 100 de son éclat en 1 an.

» Un photomètre pratique peut donc être constitué par un simple tube ou une simple bonnette présentant, au fond, à côté de la plage étalon une plage de platinocyanure soumise au rayonnement X à mesurer. On s'éloigne du tube X jusqu'à équivalence des éclats. Un ruban métrique, comme dans le fluoromètre primitif, donne la distance à l'anticathode : une règle à calculs spéciale fournit l'intensité.

» Afin de protéger l'opérateur contre l'action nocive des rayons X, la lunette fluorométrique a été modifiée par l'adjonction d'un prisme à réflexion totale (dispositif Biquard). Ainsi ont été effectuées une série de mesures.

» L'absorption des rayons X par l'air atmosphérique introduit une cause d'erreur qui risque de mettre en défaut l'application pure et simple de la loi du carré de la distance. Mais en pratique l'erreur est à peu près négligeable jusqu'à 1,75 m et même 2 m. Au delà il est facile d'introduire une correction.

» La luminescence du sulfure de zinc radifèreest augmentée notablement par l'action des rayons X. On conserve à l'étalon sa valeur constante dans le champ X en le protégeant par un écran de plomb.

» En résumé, à condition de renouveler tous les ans le double système écran-étalon et écran-platinocyanure, il est possible de mettre aux mains des praticiens un X-fluoromètre pratique donnant une précision bien supérieure à celle de tous les quantitomètres en usage. »

Ampoule radiographique à cathode incandescente pourvue d'un radiateur (1).

Le modèle d'ampoule décrit dans l'article que nous analysons a été construit en vue des besoins de la radiographie militaire dans les ambulances du front. Ses caractéristiques sont cependant telles, pense l'auteur, qu'il semble finalement destiné à supplanter les types antérieurs d'ampoule à cathode incandescente pour toutes les investigations de radiographie.

Problème a résoudre. — L'étude faite par l'auteur des dispositifs portatifs pour la production des rayons Röntgen lui a montré que le rendement était faible et qu'on l'accroitrait notablement par l'emploi d'une ampoule qui pourrait fonctionner directement sur le secondaire d'un transformateur à haute tension sans l'adjonction d'aucun organe de redressement des ondes. L'appareil portatif étant destiné à la radiographie, il en résulte que l'impact des rayons cathodiques sur l'anticathode doit avoir l'aire minimum compatible avec l'énergie nécessitée par l'appareil.

Technique antérieure. — Les modèles antérieurs d'ampoule à cathode incandescente qui possèdent une anticathode massive de tungstène peuvent redresser leur propre courant, mais seulement pour des quantités d'énergie qui ne déterminent pas, au point de concentration des rayons cathodiques, une température voisine de celle de la spirale cathodique. Aussitôt qu'une portion quelconque de l'anticathode est portée à une température suffisamment élevée, elle émet des électrons en quantité notable, et, par suite, quand on alimente le tube avec une source de courant alternatif, elle laisse passer l'onde dite « inverse ». Le courant cathodique inverse constitue un pinceau étroit, normal à l'anticathode qui détermine une fluorescence intense du verre de l'ampoule, un échauffement local et parfois la rupture de l'ampoule.

Cet échauffement local du verre peut être évité en constituant le dispositif de concentration cathodique en un métal réfractaire, molybdène ou tungstène, et le disposant dans le tube de manière qu'il arrête le courant cathodique inverse.

Quoique cette méthode ait été reconnue extrêmement utile, au point de vue de la sécurité quand l'ampoule doit fonctionner sur courant alternatif, elle n'accroit pas sensiblement la capacité de l'ampoule. Il ne paraît pas désirable, d'une manière générale, que le dispositif de concentration cathodique soit lui-même une source de rayons X.

La condition essentielle à satisfaire est que la chaleur créée à l'anticathode soit rapidement dissipée Ceci pourrait être réalisé par un refroidissement à eau, mais au prix de complications incommodes dans un appareil portatif. L'expérience a montré que la méthode la plus simple et en même temps la plus efficace consiste à prendre une anticathode ayant une grande capacité et une grande conductibilité calorifiques et à assurer un refroidissement efficace de cette masse métallique pendant les intervalles compris entre les poses radiographiques.

Or, dans les ampoules ordinaires, le refroidissement de l'anticathode à partir du rouge sombre est extrêmement lent. La chaleur ne peut se dissiper que : 1° par rayonnement ; or, par suite de la faible différence de température entre l'anticathode et les corps immédiatement voisins, ce rayonnement est faible ; 2° par conduction à travers les électrodes d'entrée et le verre.

Description de l'ampoule a radiateur. — *Anode.* — Les considérations qui viennent d'être exposées ont conduit à

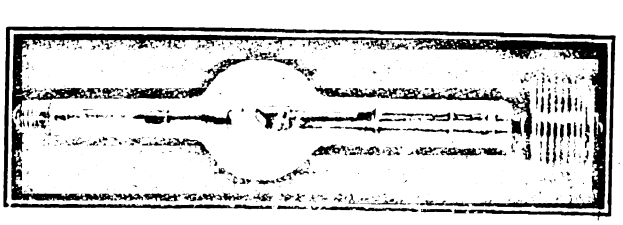


Fig. 1.— Ampoule de Coolidge à radiateur.

l'adoption du modèle d'anode représenté sur la figure 1. La tige anodique est constituée par une barre de cuivre de 1,6 cm de diamètre reliée, à travers le verre du col anodique, à un radiateur en cuivre. L'extrémité de l'anode est consti-

(1) W.-D. Coolidge. *G. E. R.*, janvier 1918, t. xxi, p. 56-60, 1600 mots, 2 fig.

Rappelons que ce tube a déjà été l'objet, dans ces colonnes d'un article de M. H. Pilon, *R. G.E.*, 27 juillet 1918, t. iv, p. 99-102 et d'une note de M. A. Dauvillier, *R. G. E.*, 28 septembre 1918, t. iv, p. 443-445.

Digitized by Google

tuée par un bloc de cuivre, purifié d'une manière spéciale, qui est d'abord fondu dans le vide contre une pastille de tungstène, et, ensuite, soudé électriquement à la tige. La pastille de tungstène, qui est destinée à recevoir le bombardement cathodique, a 2,5 mm d'épaisseur et 9,5 mm de diamètre. L'anticathode complète, radiateur compris, pèse 860 g et a une capacité calorifique de 81 calories par degré, tandis que les anticathodes massives en tungstène habituellement adoptées, y compris la tige de molybdène et le support tubulaire en fer, ont une capacité calorifique inférieure à 10 calories. Par suite de sa plus grande capacité calorifique, l'anticathode à radiateur met beaucoup plus de temps à s'échauffer que ne le fait l'anticathode à tungstène ordinaire. En outre, ce qui est plus important, entre deux poses radiographiques, l'anticathode du nouveau tube se refroidit relativement vite, par suite de sa grosse tige de cuivre et du radiateur.

Cathode. — La cathode a été prévue de manière à donner un impact cathodique de 3,2 mm de diamètre avec une répartition très uniforme de l'énergie.

Dimension de l'ampoule. — Dans les ampoules ordinaires à anticathodes en tungstène massif, l'anticathode devient très chaude et rayonne à travers les parois de verre de l'ampoule la plus grande partie de l'énergie qu'elle reçoit. Il en résulte que le verre s'échauffe fortement. Dans le nouveau modèle la majeure partie de l'énergie apportée à l'anticathode est éliminée par conduction au radiateur. Il devient alors possible de diminuer beaucoup les dimensions de l'ampoule. Pour des dispositifs portatifs on a adopté un diamètre de 9,5 cm.

Epuisement de l'ampoule. — Avec l'anode qu'on vient de décrire, l'épuisement de l'ampoule constitue une opération très longue, comparée à celle que nécessite l'épuisement des ampoules antérieures à cathode incandescente. Après un premier vide aussi complet que possible, si l'on fait fonctionner l'ampoule pendant quelques secondes, on s'aperçoit que le vide diminue jusqu'à permettre l'apparition des lueurs de Geissler. Après un nouvel épuisement, prolongé pendant plusieurs heures, on constate que l'ampoule peut fonctionner pendant plus longtemps. Un troisième épuisement, prolongé également pendant plusieurs heures, permet d'obtenir un bon vide. On a d'ailleurs constaté que l'épuisement était facilité en remplissant tout d'abord l'ampoule avec de l'hydrogène pur et la chauffant fortement.

Théorie du fonctionnement. — Dans le modèle d'ampoule à radiateur, on évite le passage de l'onde inverse par une construction qui élimine si rapidement la chaleur provenant de l'impact cathodique que l'anticathode, en fonctionnement normal, n'atteint jamais une température à laquelle se produirait une émission thermo-ionique intense d'électrons.

Toutefois, dès l'essai des premiers tubes qui ont été construits sur ce modèle, il est apparu que quelque autre cause très puissante devait agir pour empêcher l'émission électronique à l'endroit de l'impact cathodique. On a constaté en effet que la température de l'anticathode, au point de l'impact cathodique, pouvait être élevée jusqu'à celle de la spirale qui sert de cathode, et même jusqu'au point de fusion, le tube étant alimenté par du courant alternatif, sans qu'on observe le passage d'une onde inverse appréciable.

L'explication la plus plausible du phénomène semble être la suivante : l'émission thermo-ionique d'électrons à partir d'une surface de tungstène chauffé est notablement réduite par des traces d'oxygène. Or, dans le cas d'une anti-cathode massive en tungstène, l'oxygène qui est originellement contenu dans le métal est éliminé, lors de l'épuisement qu'on effectue en même temps qu'on porte l'anticathode au rouge blanc pendant un temps considérable. Dans ces conditions, l'oxyde de tungstène se dissocie et l'oxygène est éliminé par la pompe. Dans l'ampoule à radiateur les conditions sont très différentes. Il y a, au début de l'épuisement, une grande quantité d'oxygène, à la fois dans la pastille de tungstène et dans le cuivre de l'anticathode. Pendant l'épuisement, la température de l'anticathode doit être constamment maintenue au-dessous du point de fusion du cuivre. Il en résulte qu'il doit probablement rester dans l'anticathode une quantité d'oxygène suffisante pour rendre compte du phénomène observé.

L'oxygène contenu dans le tungstène au point d'impact des rayons cathodiques doit être mis en liberté par la chaleur que détermine le bombardement cathodique : cet oxygène est éliminé de l'ampoule par le cuivre chaud de l'anticathode ; l'oxygène contenu dans les couches de métal situées juste au-dessous de l'impact cathodique diffuse vers cet impact, et ainsi de suite : le même cycle d'opérations se poursuivra indéfiniment, la trace d'oxygène contenue dans le tungstène à l'impact cathodique réduisant toujours notablement l'émission électronique.

Avec une ampoule pourvue d'une telle anticathode, la chaleur est éliminée par conduction à partir du point d'impact cathodique, avec une rapidité telle que l'ampoule pourrait être utilisée d'une manière satisfaisante sans l'aide du phénomène que nous venons de mentionner. Celui-ci constitue cependant un facteur de protection important quand l'ampoule redresse son propre courant.

Mesure de la tension dans le cas d'une ampoule qui redresse son propre courant. — Aux bornes d'une ampoule en fonctionnement qui redresse le courant qui la traverse, la tension « inverse » est toujours supérieure à la tension « utile ». Par suite, la mesure de la tension au moyen d'un éclateur (spintermètre) branché en parallèle à la manière habituelle donnerait des résultats erronés, car la longueur de l'étincelle observée correspondrait à la tension « inverse » et non pas à celle qui produit les rayons de Roentgen et qui, par suite, en détermine les propriétés.

Une méthode simple et très satisfaisante pour surmonter cette difficulté consiste à brancher un voltmètre à courant alternatif sur le primaire du transformateur et à étalonner une fois pour toutes cette combinaison du transformateur et du voltmètre. L'étalonnage peut être effectué au moyen d'un kenotron relié en série avec le tube à rayon Roentgen. Les deux tubes doivent être montés de manière que le courant traverse l'ampoule Roentgen dans le sens direct. Si l'on branche alors un éclateur aux bornes de l'ampoule il mesure la tension utile et celle-ci est pratiquement la même que si le kenotron n'était pas dans le circuit, car la chute de tension dans un kenotron convenablement construit ne dépasse pas 100 ou 200 v et peut, par suite, être négligée. En branchant directement l'éclateur aux bornes du transformateur, on mesure la tension « inverse ». La différence entre les deux valeurs dépend de la charge et il est par suite nécessaire que l'étalonnage soit effectué pour toutes les charges sous lesquelles on désire utiliser l'ampoule. A moins qu'il se produise des changements notables dans la forme de l'onde du courant, un seul étalonnage suffira pratiquement et il peut être effectué par le constructeur du transformateur.

A. B.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Etude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice (*Suite*) (1)

Dans cette partie, tous les brevets pris en France pour l'utilisation de la puissance des marées, sont cités et décrits sommairement, et leur valeur au point de vue pratique est en général indiquée.

II. — Brevets pris en France concernant l'utilisation des marées.

Ainsi que nous l'avons dit, l'utilisation des marées pour produire de la force motrice a donné lieu à de nombreuses études et à la prise d'un assez grand nombre de brevets. Il nous semble donc intéressant de faire l'historique, aussi complet que possible, des divers moyens ou procédés préconisés dans ce but.

L'utilisation de la force des vagues a également donné lieu à la prise de très nombreux brevets d'invention, mais comme c'est une question tout à fait distincte du captage de la force hydraulique des marées, nous ne nous occuperons que de cette dernière.

La série des brevets français commence en 1791. Nous avons dépouillé tous ceux concernant l'utilisation des marées jusqu'au 1er février 1918.

Brevet Chauvet (2). — Le premier en date est celui que M. Chauvet, ingénieur du Génie maritime à Bordeaux, a pris le 7 mars 1837. Il est intitulé : « Moyen d'obtenir une force motrice considérable et permanente dans les ports et rivières soumis au flux et au reflux de la mer ». Le système de M. Chauvet consiste dans l'emploi d'un flotteur en forme de bateau plat ayant 15 m de longueur sur 7 m de large et 13 dm de creux, calant 4,86 dm.

Le cube extérieur est de 13,64 m³ ; une section de la hauteur d'un pied a donc de 3,41 m³, qui équivalent à 99 pieds cubes environ.

Si par un moyen de résistance quelconque, on s'oppose à l'ascension du bateau au moment du flux, et que cette résistance le fasse plonger d'un pied de plus, il subira un effort de 99 pieds cubes, donnant 3465 kg. Si au reflux, on résiste à la descente du bateau avec une énergie telle que sa carène se découvre d'une section égale à la première, il exercera en baissant une force égale à celle de son ascension. Or, ces deux forces alternatives n'ayant entre elles, dans une durée de douze heures, que la légère intermittence de l'étale, c'est-à-dire quelques minutes, ces forces pourront être combinées de manière à rendre leur ensemble presque perpétuel.

M. Chauvet propose alors de placer son bateau-flotteur dans un bassin, et de fixer sur ce bateau des montants verticaux munis de crémaillères, lesquelles engrènent avec des roues fixées à terre qui transmettent le mouvement à des appareils appropriés.

Au sujet de l'emploi d'un flotteur pour recueillir la force motrice des marées, moyen qui sera préconisé, comme nous le verrons, par de nombreux brevetés, nous ferons remarquer que les auteurs de ce procédé ne se sont préoccupés que de l'*effort* produit par le flotteur au flux et au jusant, sans qu'aucun d'eux ait songé au *travail* réel que le flotteur permet de recueillir.

Or, dans la région de Saint-Malo, où l'amplitude de la marée est considérable, la vitesse moyenne d'ascension de la marée varie par seconde, de 0,143 mm à 0,656 mm; quant à la vitesse d'abaissement des eaux, elle varie de 0,121 mm à 0,556. Les mouvements de la mer sont donc très lents, et dès lors, la puissance qu'on peut obtenir au moyen d'un flotteur est très faible. C'est ce qu'ont oublié les brevetés, et en particulier, M. l'ingénieur en chef du Génie maritime Chauvet.

Ainsi, par exemple, un flotteur de 1000 m² soumis à une poussée de 1 000 kg : m² ne produirait par seconde qu'une force motrice réelle variant de

$$\frac{1\,000\,000 \times 0{,}000\,121 \times 0{,}80}{75} = 1{,}3 \text{ ch}$$

à

$$\frac{1\,000\,000 \times 0{,}000\,656 \times 0{,}80}{75} = 7 \text{ ch.}$$

(1) Voir *R. G. E.* 2 novembre 1918, t. IV, p. 653-676.

(2) Chauvet. Moyen d'obtenir une force motrice considérable et permanente dans les ports et rivières soumis au flux et au reflux de la mer. Brevet français du 7 mars 1837. Catégorie des moteurs.

Digitized by Google

Brevet Lucas-Richardière (1). — En 1839 et 1840, M. Lucas-Richardière a proposé d'actionner d'une manière continue une turbine à axe vertical au moyen de deux bassins, dont l'un reçoit l'eau de la mer sous une chute suffisante pendant qu'elle monte, et même pendant qu'elle descend d'une certaine quantité, et se vide, à mer basse, de lui-même, et dont l'autre, ayant reçu l'eau de la mer pendant qu'elle montait, fournit une chute suffisante pendant qu'elle descend et remonte à un certain degré, soit en versant son eau dans la mer, soit dans l'autre bassin, au moyen d'un jeu de clapets.

Ce procédé permet d'obtenir un travail continu, mais la hauteur de chute n'est pas constante.

Brevet Havard et Lavalette (2). — En 1845, MM. Havard et Lavalette ont pris un brevet pour l'Euripodynamie, ou puissance du flux et du reflux de la mer employés comme moteur direct, ou comme générateurs continus et économiques de l'air comprimé.

Leur système comprend des bassins de marée dont l'eau, en s'écoulant, agit sur des roues hydrauliques reliées à des appareils de compression d'air, lequel est ensuite utilisé comme force motrice.

Les roues hydrauliques ne fonctionnent donc que sous une chute constamment variable.

Brevet Lucas Richardière (3). — En 1848, M. Lucas-Richardière a pris un nouveau brevet pour utiliser les marées, en ne remplissant le bassin que vers le milieu de la deuxième heure du reflux ; on obtient ainsi une dénivellation considérable. De même lorsque la mer va remonter, on vide le plus promptement possible le bassin avant le retour du flot, pour avoir une chute.

L'eau agit sur des turbines munies de puissants régulateurs pour éviter les changements de vitesse dus à la variation de la chute ; l'eau arrive toujours dans le même sens aux turbines par la disposition des conduits d'amenée.

Ce système donne une force motrice variable et intermittente.

Brevet Fontaine (4). — M. Fontaine a proposé une utilisation de la marée comme force motrice afin de faire mouvoir des turbines pour l'épuisement des formes de carénage des ports maritimes, en remplacement des machines à vapeur employées jusqu'à ce jour.

A cet effet, on établit auprès de la forme un réservoir dans lequel on maintient l'eau au niveau de la haute mer, et lorsque le moment vient d'épuiser, c'est-à-dire lorsque la mer est au plus bas dans la forme, on emploie l'eau du réservoir à faire fonctionner une turbine qui actionne les pompes d'épuisement avant que la mer ait trop monté.

Brevet Déclat et Parisel (1). — En mai 1862, MM. Déclat et Parisel ont fait breveter l'emploi de bassins créés au moyen de barrages, dans lesquels des roues hydrauliques étaient disposées.

Ce moyen ne donne également qu'une force motrice variable et intermittente.

Brevet Gervaise et Even (2). — En juillet 1862, MM. Gervaise et Even, ont proposé l'emploi d'un réservoir avec digue insubmersible, munie d'un coursier avec roue hydraulique, et d'un second réservoir qui alimente la roue pendant la période du plein et du bas d'eau jusqu'à ce que le flot ou le jusant ait ramené la chute.

Ce système produit un travail continu, mais variable.

Brevet de Malbec (3). — M. de Malbec a pris en février 1863 un brevet pour une turbine utilisant les hautes et basses marées, et la production de force motrice continue et régulière au moyen du flux et du reflux.

Son système consiste en une série de turbines fixes ou mobiles à flotteurs, selon les cas, communiquant d'un côté avec la mer et en amont avec un grand réservoir vide accolé à un second plus petit.

Le grand réservoir a son fond au niveau des plus basses mers et le petit à un mètre plus haut (cote 1,00).

Il admet une marée de 4 m ayant 1 m de flot ; à ce moment, la chute est de 1 m et les turbines sont mises en marche jusqu'à la pleine mer, en déversant leurs eaux dans le grand réservoir. On ferme alors les vannes du grand réservoir et on ouvre celles du petit ; l'eau s'y emmagasine en faisant marcher les turbines, car il y a 3 m de différence de niveau à ce moment ; en même temps, on fait remplir le grand réservoir par la marée. L'eau motrice continue à être recueillie dans le petit réservoir jusqu'à ce que la mer ait baissé d'un mètre.

On ouvre de nouveau les vannes du grand réservoir et l'eau qu'il contient alimente les turbines. En même temps, on remplit le petit réservoir jusqu'à 3 m de hauteur par la marée.

(1) Lucas-Richardière. Application aux turbines hydrauliques du flux et du reflux de la mer et applications de turbines portatives à des travaux momentanés, tels que ceux des Ponts et Chaussés, les épuisements, etc. Brevet du 30 août 1839 et certificat d'addition des 6 janvier et 31 décembre 1840 (catégorie turbines).

(2) Havard et Lavalette. Application de la puissance du flux et du reflux de la mer, soit comme moteur direct, soit comme générateur de l'air comprimé; moyen de transmission de forces aux distances les plus éloignées ; système dit Euripodynamie. Brevet n° 1114 des 18 mars-23 mai 1845.

(3) Lucas-Richardière. Idée et moyen d'obtenir par l'action du flux et du reflux de la mer, le mouvement continu des turbines hydrauliques ou roues à axe vertical qui tournent noyées. Brevet n° 6996 des 7 janvier-13 mars 1848. Certificat des 3 janvier 1852 et 3 juillet 1853.

(4) Fontaine. Utilisation de la marée comme force motrice applicable à faire mouvoir des turbines pour l'épuisement des formes de carénage des ports maritimes, en remplacement des machines à vapeur employées jusqu'à ce jour. Brevet n° 52759 du 5 février 1862.

(1) Déclat et Parisel. Application de la marée comme force motrice. Brevet n° 54 158 du 14 mai 1862 et certificat du 8 août 1862.

(2) Gervaise et Even. Emploi et utilisation de la marée montante et descendante comme force motrice. Brevet n° 55057 du 29 juillet 1862.

(3) De Malbec. Turbine utilisant les hautes et basses marées. Brevet n° 52772 du 17 février 1863.

Digitized by Google

L'eau du grand réservoir fait marcher les turbines jusqu'à la basse mer. On alimente alors les appareils avec l'eau du petit réservoir, jusqu'à ce que la mer ait 1 m de flot. Dans l'intervalle, le grand bassin s'est vidé à la basse mer, et on a fait abaisser à 1 m l'eau du petit réservoir.

Le cycle se renouvelle alors périodiquement. Ce système donne un travail continu sous une chute variable.

Brevet Tallendeau (1). — En février 1864, M. Tallendeau a pris un brevet pour transformer le flux et le reflux de la mer en force hydraulique continue et constante, au moyen de digues formant deux bassins séparés par une longue chaussée, sur laquelle est établie l'usine. Un coursier la traverse et actionne le moteur hydraulique, roue ou turbine.

Le bassin supérieur est destiné à contenir la couche d'eau nécessaire à la dépense de l'usine pendant douze heures au plus. Il communique avec la mer par des clapets s'ouvrant en dedans du bassin; ils permettent à l'eau de mer de s'y introduire lorsque la marée montante atteint et dépasse le niveau de l'eau contenue dans le bassin, et se referment dès que le niveau de la marée descendante est au-dessous de celui de l'eau du bassin.

Le deuxième bassin, dont le fond est au niveau des basses mers, est destiné à recevoir l'eau qui s'écoule du bassin supérieur en passant sur le moteur; il a au moins la même surface que le premier. Il communique avec la mer par des clapets pour écouler les eaux lorsque la mer descendante est au-dessous du sien; il se vide ainsi complètement à mer basse, ce qui a lieu de douze en douze heures. Les clapets se referment aussitôt que le niveau de la marée montante dépasse celui du bassin.

Le bassin inférieur ayant la même surface que le bassin supérieur pourra contenir la couche d'eau dépensée par l'usine en douze heures; ce bassin étant complètement débarrassé de son eau à basse mer, il en résultera que le niveau de l'eau dans le bassin inférieur ne dépassera jamais l'épaisseur de la couche d'eau dépensée.

Par ce système, la différence de niveau des deux bassins résultant de la hauteur des marées est maintenue d'une manière permanente, et elle ne varie en moyenne que de l'épaisseur de la couche d'eau dépensée, variation peu sensible.

Ce procédé permet donc d'obtenir un travail continu, mais la hauteur de chute qui actionne le moteur hydraulique n'est pas constante.

Brevet Berchon des Essarts (2). — En mars 1864, M. Berchon des Essarts a proposé d'établir un flotteur relié à un contre-poids suspendu à une corde passant sur deux poulies; la poulie placée sur la côte porte une manette reliée par bielle à un piston qui se meut lentement sous l'effet de la dénivellation de la mer.

Ce système ne peut évidemment recueillir qu'une faible force dont l'intensité varie à chaque instant.

Brevet Baker (1). — En décembre 1865 et janvier 1866, M. Baker a préconisé l'emploi de deux réservoirs munis de vannes communiquant ensemble par un siphon sur lequel se trouve une turbine, et par un autre siphon avec la mer.

La turbine marche alors avec la différence de niveau de l'eau dans les deux bassins, et la marée.

Les réservoirs 1 et 2 étant remplis et la mer basse, la turbine est mue par le courant venant du réservoir 1; au flux, par le courant venant du tuyau d'alimentation de ce bassin, jusqu'à ce que les deux niveaux soient égaux; la mise en marche de la turbine est ensuite continuée par l'écoulement de l'eau du réservoir 2 dans la mer, le réservoir 1 étant fermé à l'effet du flux.

La marée et l'eau du réservoir 2 tendent à prendre le même niveau, mais pendant ce temps la marée se sera élevée considérablement au-dessus du niveau de l'eau du réservoir 1, de sorte que la mise en mouvement de la turbine pourra être effectuée par le courant de l'eau vers le réservoir 1, tandis que le réservoir 2 pourra être rempli de nouveau par sa vanne, et ainsi de suite par la mise en action des trois courants d'eau venant successivement des bassins et de la mer.

Ce moyen donne une force motrice continue, mais variable.

Brevet Dupuis (2). — En mars 1866, M. Dupuis a proposé d'établir sur les plages des réservoirs pour emmaganiser le flux, puis de profiter du reflux pour élever l'eau au moyen de turbines, et obtenir ainsi une force périodique considérable.

Brevet Rolland (3). — En mars 1868, M. Rolland a été breveté pour un marémoteur constitué par un réservoir de 5 m de diamètre et 8 m de hauteur; ce réservoir est placé sur pilotis au bord de la mer, de telle sorte que son fond soit au niveau de la basse mer et sa partie supérieure à celui des pleines mers. Dans cette cuve est placée une cloison horizontale adaptée à une turbine horizontale; une deuxième turbine est adaptée à une seconde cloison située à 0,50 m au-dessus de la basse mer.

A marée haute, la vanne de la turbine supérieure étant fermée, la partie supérieure du réservoir se remplit d'eau; on fait alors écouler l'eau en actionnant la turbine, et la partie inférieure du réservoir se remplit. Une

(1) Tallendeau. Transformation du flux et du reflux de la mer en force hydraulique continue, constante et illimitée. Brevet n° 61898 du 22 février 1864.

(2) Berchon des Essarts et Carmien. Application et transmission des forces de la vague comme moteur. Brevet n° 60286 du 9 mars 1864.

(1) Baker. Perfectionnements dans l'application et l'utilisation de la force motrice de l'eau. Brevet n° 69802 du 21 décembre 1865 et n° 70184 du 30 janvier 1866.

(2) Dupuis. Système de force naturelle dit grand moteur. Brevet n° 70843 du 19 mars 1866.

(3) Rolland. Système d'appareils destinés à utiliser le flux et le reflux de la mer comme force motrice, appareils dits marémoteurs Rolland. Brevet n° 79917 du 9 mars 1868.

Digitized by Google

fois le compartiment inférieur plein, la turbine supérieure cesse de fonctionner, mais à marée basse, la vanne de la turbine inférieure étant ouverte, l'eau contenue dans le réservoir fait mouvoir cette turbine en s'écoulant. Selon la capacité du réservoir, on peut admettre une heure de marche par turbine.

Il est évident que ce procédé, qui n'est guère pratique, ne permet d'obtenir qu'une puissance insignifiante et intermittente.

Brevet Tommasi (1). — En mars 1869, M. Tommasi a pris un brevet pour « l'application industrielle d'une force perpétuelle et gratuite » dite « flux moteur » ou la marée employée comme force motrice à une distance quelconque de la mer, dans lequel il décrit le dispositif suivant :

Un tuyau horizontal fait communiquer la mer avec un récipient dont la base inférieure est au même niveau que le tuyau; ce récipient a son plafond au niveau moyen de la mer. La marée en s'élevant remplirait complètement le récipient si on donnait issue à l'air qu'il contient; cet air est donc comprimé à une pression d'autant plus élevée que la marée est plus forte. Il s'ensuit qu'en mettant le récipient en communication avec un moteur à piston, on recueillera un certain travail; en calculant les dimensions respectives du récipient et du cylindre moteur, on pourra faire fonctionner ce dernier sous une pression d'air peu variable, jusqu'à la pleine mer.

Ensuite, si pendant que ce travail s'effectue, on laisse librement entrer l'eau de mer dans un autre récipient, superposé au premier, dont le fond est constitué par le couvercle de ce dernier, et qu'une fois plein on ferme le robinet d'échappement de l'air, il en résultera qu'en descendant la mer laissera ce récipient plein d'eau; donc, en le mettant en communication avec le cylindre moteur dès que la chute sera suffisante, il se produira un vide proportionnel à la différence de niveau, et la pression atmosphérique agira sur l'autre face du piston. En marchant avec la même chute que lors du flot, le travail développé dans cette seconde phase sera sensiblement égal.

Enfin, si avant que le travail cesse, ce qui arrive lorsque le récipient supérieur est vide d'eau, on ouvre le robinet qui met en communication le récipient inférieur avec l'air extérieur, l'eau qu'il contient s'écoulera à mer baissante jusqu'à son niveau primitif, et se trouvera prêt à recommencer son travail avec la nouvelle marée montante, et ainsi de suite.

Ce système ne permet de recueillir qu'une force motrice intermittente, variable et peu importante.

Brevet Ducourneau (2). — En janvier 1875, M. Ducourneau proposa d'établir un bateau ou caisse flottante munie de glissières et de crémaillères engrenant avec des roues dentées fixées sur un arbre moteur. Le flux et le reflux donnent un mouvement de rotation aux roues dentées qui peuvent ensuite actionner des pompes.

Ce système, peu pratique, ne donne qu'une faible puissance à intensité variable.

Brevet Deschamps (1). — En mai 1877, M. Deschamps prit un brevet pour une installation composée d'un réservoir à fond élevé qui se remplit d'eau à haute mer par une conduite à robinet. Ce réservoir est muni d'un ajustoir à robinet pour déverser son eau sur une turbine ou roue à aubes; l'eau tombe ensuite dans un second bassin situé à un niveau inférieur à la roue, d'où elle s'écoule à basse mer.

Le réservoir supérieur, dont la contenance peut être aussi grande qu'on le voudra, recevra donc la quantité d'eau nécessaire pour faire marcher la turbine pendant tout le temps de la mer montante.

Avec ce système, le travail doit être continu, mais la chute n'est pas constante.

Brevet Courtenay (2). — En janvier 1879, M. Courtenay prit un brevet pour un dispositif ainsi constitué :

Un bassin A, dont le fond est au niveau de la basse mer, est à sec; deux autres bassins B,B′, contigus mais plus petits, ont leur fond à hauteur de la mi-marée; les surfaces des trois bassins A, B et B′ sont telles que les conditions ci-dessous peuvent être réalisées. Des galeries sont placées entre le bassin A et les deux autres; la naissance de leur arche est au niveau du fond des bassins B,B′, et leur radier au niveau de la basse mer. Ces galeries aboutissent à une extrémité dans l'eau libre et à l'autre entièrement dans un petit bassin de réserve D et aussi dans un autre petit bassin E.

Les galeries amènent l'eau s'écoulant de la turbine depuis la marée basse jusqu'à la mi-marée, ou pendant la période où la marée s'élèvera pour atteindre la partie inférieure de la turbine, et à partir de cette même limite en descendant. Elles sont disposées, en outre, pour amener l'eau de la mer à la turbine pendant la période où la marée monte d'un point quelconque situé au-dessus de la turbine, jusqu'à la marée haute, et pendant la période où la marée descend jusqu'à ce même point.

Les bassins B,B′ sont disposés pour alimenter d'eau le moteur à partir du moment où la marée quittera le niveau du fond desdits bassins, en descendant, jusqu'à son retour au même niveau en montant, c'est-à-dire pendant le temps où l'eau ne sera pas fournie par les deux galeries.

Le bassin A doit avoir une surface telle que ce bassin rempli jusqu'au niveau du moteur puisse contenir tout ou partie de l'eau qui passe dans ledit moteur à partir du moment où la marée dépassera le niveau du moteur

(1) Tommasi. Application industrielle d'une force perpétuelle et gratuite, dite flux-moteur. Brevet n° 84905 du 22 mars 1869 et certificat du 29 août 1871.

(2) Ducourneau. Moteur hydraulique fonctionnant au moyen du flux et du reflux. Brevet n° 107165 du 27 janvier 1875.

(1) Deschamps. Moteur hydraulique des marées. Brevet n° 118474 du 9 mai 1877.

(2) Courtenay. Système permettant de convertir le flux et le reflux de la marée en une force hydraulique constante d'une puissance illimitée. Brevet n° 128312 du 4 janvier 1879.

Digitized by Google

en montant jusqu'au moment où la marée descendante repassera par le même niveau, c'est-à-dire pendant la période de temps où l'eau ne pourra s'écouler par le bassin E et les galeries.

Le bassin D peut communiquer avec le reflux et le niveau de l'eau s'y élève comme la mer. Quand le niveau de l'eau dans ce bassin a atteint une hauteur permettant de l'utiliser, c'est-à-dire quand l'eau est arrivée au-dessus du moteur qui est placé sur un support dans le bassin E, on l'amène en opération. L'alimentation se fait ensuite par le reflux direct au moyen des galeries et du bassin D; l'eau s'écoule ensuite par le bassin E, dans le bassin principal A.

Cette description est compliquée, mais l'auteur a dressé un diagramme du fonctionnement des bassins (fig. 4) qui la rend plus compréhensible.

La ligne pleine supérieure I J K L., indique le niveau variable de l'eau, tandis que les bassins B, B′, se remplissent; la ligne courbe J K indique le niveau de l'eau pendant l'alimentation par la marée. A la pleine mer, les bassins B, B′ se trouvent remplis et restent pleins pendant tout le temps que la marée met à descendre au point K.

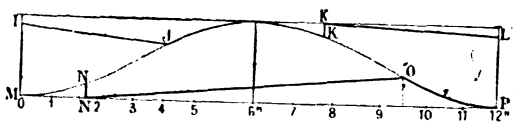


Fig. 4

La ligne inférieure M N O P indique le niveau variable de l'eau. M N indique le niveau qui existe pendant que le bassin A reste vide et la ligne NO le niveau pendant qu'il se remplit; la ligne OP représente le niveau lorsqu'il se vide de l'eau reçue de la turbine.

Grâce à ce diagramme, dit M. Courtenay, l'employé préposé au service peut dire immédiatement à toute heure de la marée, sur quelle hauteur de chute d'eau il peut compter à chaque moment.

On remarquera que le système de M. Courtenay revient exactement à celui de M. Bélidor, cité plus loin, et à celui breveté en 1864 par M. Tallendeau, mais ce dernier n'emploie que deux bassins de superficies sensiblement égales, au lieu d'un grand bassin et de quatre autres plus petits.

Le système Courtenay donne lieu à la production d'un travail continu, mais la chute qui alimente les turbines n'est pas constante.

Brevet Iverneau et Lambert (1). — MM. Iverneau et Lambert proposèrent, en octobre 1879, de fermer une crique par une digue qui se remplit à marée haute. En un point se trouve une turbine située en contre-bas, à une hauteur un peu plus élevée que le niveau de la basse mer, qui est mise en mouvement par l'écoulement de l'eau du réservoir. Cette turbine actionne des pistons pour emmagasiner de l'air à haute pression dans des capacités fermées assez résistantes.

Ce procédé ne donne qu'une force motrice intermittente, diminuée par l'emploi de l'air comprimé comme fluide intermédiaire.

Brevet Dumont (1). — En avril 1882, M. Dumont proposa d'installer sur les plages ou dans des bassins reliés avec la mer, une cloche reposant sur le fond, qui se remplit d'eau à la mer montante en comprimant l'air de la cloche, lequel presse sur de l'eau contenue dans un récipient et l'élève. A la mer baissante, on réintroduit de l'air dans la cloche qui, dès lors, se vide, et on recommence les mêmes opérations.

Il va sans dire que ce système n'a aucune valeur pratique.

Brevet Davies (2). — En octobre 1882, M. Davies, de Londres, prit un brevet pour une combinaison de réservoirs, d'écluses et de turbines.

La marée est supposée de 6 m. Le fond du réservoir n° 1 est au niveau des basses mers; le réservoir n° 2 peut être à la même profondeur, mais ce n'est pas nécessaire, car pour ce bassin, la moitié de cette profondeur suffit. Le réservoir n° 2 est rempli à marée haute; l'eau passe alors dans les turbines et tombe dans le réservoir vide n° 1 jusqu'à ce que la marée montante soit de niveau avec l'eau du réservoir n° 1; on ouvre à basse mer les vannes qui le mettent en communication avec la marée et il se vide; l'eau ayant passé sur les turbines peut ainsi s'écouler à la mer jusqu'au début du flot.

Lorsque la marée a atteint une hauteur de 7 pieds et demi ou 2,30 m devant le mur du bassin, on ferme le réservoir n° 2 et l'eau de la marée entre alors dans les turbines et se déverse dans le réservoir n° 1.

Lorsque la marée montante est au niveau du bassin n° 2, ce dernier est mis en communication avec la mer et se remplit. L'eau qui actionne les turbines continuera à s'écouler dans le réservoir n° 1 pendant la marée montante, et jusqu'à ce qu'elle soit redescendue suffisamment pour qu'il y ait chute normale entre le bassin n° 2 et la mer baissante; l'eau s'élèvera donc graduellement dans le réservoir n° 1 jusqu'à ce que la mer soit redescendue au niveau de l'eau du réservoir, puis il se videra à mer baissante, et les mêmes opérations se répéteront indéfiniment.

Le procédé Davies permet d'obtenir un travail continu, mais la chute qui actionne les turbines n'est pas constante.

Ce système est exactement semblable à ceux brevetés en 1864 et 1879 par MM. Tallendeau et Courtenay.

(1) Iverneau et Lambert. Application des marées comme force motrice. Brevet n° 133 177 du 15 octobre 1879.

(1) Dumont. Système d'utilisation des marées. Brevet n° 148 338 du 8 avril 1882.

(2) Davies. Méthode perfectionnée pour utiliser les marées ou autres forces hydrauliques, machines et appareils employés à cet effet. Brevet n° 151 399 du 4 octobre 1882.

Digitized by Google

Brevet Malbec (1). — En 1883, M. Malbec proposa de distribuer un terrain submersible en trois ou quatre réservoirs successifs à fonds étagés à 1 m, 2 m et 3 m au-dessus des basses mers.

Il suppose une marée de 6 m et une unité de chute de 2 m (1/3 de la hauteur de la marée). Toutes les vannes sont fermées, sauf celles faisant communiquer le premier bassin avec les turbines, et les réservoirs sont vides. La mer monte, et quand elle est rendue à 3 m le clapet d'une turbine s'ouvre; l'eau imprime à ce moteur un mouvement de rotation et passe dans le premier bassin Cela dure jusqu'à ce que la mer soit parvenue à 6 m, c'est-à-dire pendant trois heures; alors le bassin n° 1 aura emmagasiné 3 m d'eau, ce qui, avec le mètre de fond, donnera le niveau de 4 m au-dessus des basses mers; mais comme la mer va commencer à descendre, et que le niveau de ce récepteur continuerait à monter, il n'y aurait bientôt plus de chute. Les vannes de communication du premier bassin avec les turbines sont donc fermées, et celles du troisième bassin, dont le fond est à 2 m au-dessus de la basse mer, sont ouvertes, de telle sorte que sans aucune interruption dans la marche des turbines, la mer s'emmagasinera dans le troisième bassin avec une chute plus que suffisante. Cela durera jusqu'à ce que la mer soit descendue à 5 m; il y aura alors dans le troisième bassin, 1 m d'eau correspondant à 1 heure de marche; total avec les 2 m de fond, 3 m au-dessus des basses mers.

Alors les vannes du troisième bassin sont fermées, et celles du deuxième, dont le fond est à 1 m au-dessus des basses eaux, sont ouvertes; puis l'eau est introduite jusqu'à ce que la mer soit descendue à 4 m; il y aura alors dans ce bassin 1 m d'eau; total avec 1 m de fond, 2 m au-dessus des basses mers. Les vannes du deuxième bassin sont alors fermées, et celles du premier, où l'eau a monté à 6 m, alors que la mer est à ce moment à 4 m, peut alimenter les turbines en écoulant son eau à la mer; cela continuera jusqu'à ce que la marée soit redescendue à zéro, soit pendant quatre heures; le premier bassin aura donc perdu 4 m d'eau et n'en aura plus que 1 m; alors les vannes sont fermées et on ouvre celles du deuxième dans lequel la mer est montée à 4 m; il fera alors marcher les turbines jusqu'à ce que la mer soit remontée à 1 m.

En continuant ainsi avec le troisième réservoir, on a toujours une chute et le cycle se répète.

Ce système permet, avec la grande dénivellation choisie par l'auteur, d'obtenir un travail continu, mais il ne peut assurer une chute constante, car la mer ne montant ou ne baissant pas d'une hauteur égale à chaque heure, la dénivellation est forcément variable; la superficie de chaque bassin étant déterminée, il faudrait pour maintenir la chute constante, manœuvrer à tout instant des vannes d'un débouché important.

Cette disposition exige d'ailleurs, la construction de plusieurs digues pour séparer les bassins successifs et la manœuvre de nombreuses vannes, le tout pour obtenir une chute égale seulement au tiers de la hauteur de la marée. Mais lorsqu'on veut faire application du dispositif de M. Malbec aux marées de mortes eaux de la région de Saint-Malo, qui ont pourtant une amplitude de 3 m, on s'aperçoit alors que la chute de 1 m (1/3 de la hauteur de la marée) devient nulle à la fin de la période de fonctionnement de chaque bassin.

Le travail obtenu n'est donc, en définitive, ni continu ni constant.

C'est là l'erreur de bien des auteurs d'avoir toujours raisonné avec des marées à forte dénivellation.

Brevet Régis de Curel (1). — M. Régis de Curel a fait breveter en décembre 1884 un système qui peut utiliser la hauteur totale comprise entre les hautes et basses mers. Il se compose d'un flotteur constitué par une grande cuve ouverte et armée pour pouvoir être suspendue hors de l'eau au moyen de tirants attachés à une charpente formant tête d'une tige de piston. Un piston vertical relié au sommet de la charpente, est ajusté dans un cylindre en fonte, dont la hauteur totale est un peu plus grande que celle de la plus grande marée qu'on veut utiliser.

Au moment de la basse mer, la cuve repose sur le sol et elle s'élève avec le flot, en soulevant le piston, qui n'est soumis à aucune résistance. Un clapet inférieur laisse entrer l'eau dans le cylindre, tant que dure l'ascension du flotteur; lorsque la mer est haute, le clapet inférieur se ferme et s'oppose à la sortie de l'eau du cylindre, lequel devient un accumulateur hydraulique; un tube permet de transmettre la pression du piston à des appareils à marche continue ou intermittente.

Le système peut fonctionner pendant la montée en comprimant l'eau à la partie supérieure du cylindre.

Ce procédé ne peut capter qu'une force motrice insignifiante et il n'y a pas lieu de s'y arrêter.

Brevet Bouillon (2). — En mars 1886, M. Bouillon fit breveter un automoteur océanien, composé de trois bassins d'égale capacité, communiquant entre eux.

Les turbines du premier barrage prennent activité au moment où la mer montante atteint une hauteur de 2 m, unité de chute; elles fonctionnent de bas en haut jusqu'au moment où la marée va descendre, soit les 5/6 de la durée du flux, puis elles s'arrêtent.

Celles du deuxième barrage entrent en activité à leur place pendant le 1/6 de la durée du jusant; pendant ce temps, un dénivellement inverse s'est établi entre le premier bassin et la mer; les deuxièmes turbines s'arrêtent alors et les premières rentrent en action de haut en bas encore pendant les 5/6 du jusant; elles s'arrêtent au point où la marée va remonter; à ce moment, l'eau du deuxième bassin s'est écoulée à la mer; les deuxièmes

(1) Malbec. Nouveau système d'utilisation du flux et du reflux de la mer comme force motrice régulière et continue. Brevet n° 156 850 du 2 août 1883.

(1) Régis de Curel. Système d'utilisation des marées comme force motrice par le jeu d'un flotteur et d'un accumulateur. Brevet n° 165939 du 15 décembre 1884.

(2) Bouillon. Utilisation de l'effet de la marée au moyen d'un système automatique dit automoteur-océanien. Brevet n° 174794 du 16 mars 1886.

Digitized by Google

turbines reprennent pendant le 1/6 de la marée montante avec l'eau du troisième bassin, sans doute, et s'arrêtent lorsque l'unité de chute de 2 m est rétablie. Les premières reprennent et ainsi de suite; l'effet de la marée est donc complètement utilisé.

Une porte s'ouvre au moment où les turbines du premier bassin cessent de fonctionner et laisse entrer l'eau pour le remplir; elle se referme lorsque la marée commence à baisser.

Ce système donne un travail continu, mais la chute qui alimente les turbines est variable; elle ne peut d'ailleurs être au plus égale qu'au tiers de l'amplitude de la marée.

Brevet Elias (1). — En juillet 1886, M. Elias, ingénieur en chef du gouvernement général du Liban, a fait breveter un moteur constitué par des flotteurs guidés, disposés par couples et munis chacun de deux crémaillères opposées, à dents articulées, engrenant avec des roues dentées calées sur l'arbre moteur; une moitié des flotteurs est vide, alors que les autres sont remplis d'eau et en état d'équilibre à leur flottaison. Les premiers agissent en montant par leur crémaillère sur les roues dentées et les seconds, qui montent en même temps, n'agissent qu'en redescendant. Afin d'obtenir un mouvement plus doux, les crémaillères portent trois rangées de dents qui alternent entre elles

Ce moteur, qui utilise à la fois les mouvements de la marée et des vagues, est assez ingénieux, mais naturellement il ne peut produire qu'une faible force motrice.

Brevet Rhétoré (2). — En février 1889, M. Rhétoré proposa un moteur hydraulique se composant d'un bassin circulaire dont une vanne inférieure sert à régler l'alimentation. A l'intérieur, il y a un flotteur circulaire de 2 m de hauteur entre ses lignes de flottaison extrêmes; ce flotteur porte des crémaillères qui engrènent avec des roues dentées montées sur un arbre.

Ce système, peu pratique et précédemment breveté, ne donne qu'un travail insignifiant, intermittent et variable.

Brevet Villegas (3). — En juillet 1889, M. Villegas prit un brevet pour un dispositif constitué par une baie divisée en deux bassins, communiquant chacun avec la mer, munis de portes se fermant et s'ouvrant seules, mais disposées à l'inverse. Lorsque la mer monte, elle ferme la porte du bassin inférieur et ouvre celle du bassin supérieur qui se remplit. On fait alors agir l'eau du bassin supérieur sur les turbines, puis elle tombe dans le bassin inférieur dont le niveau s'élève constamment. A la marée descendante, le bassin inférieur se vide en ouvrant la porte et le mouvement se continue, le bassin supérieur devant être assez grand pour alimenter la turbine d'une marée à l'autre.

Lorsque le flux arrive, la porte du bassin inférieur se ferme de nouveau, la porte du bassin supérieur s'ouvre et il se remplit; les mouvements se répètent ensuite en produisant un mouvement continu.

Ce système, qui est exactement le même que celui breveté par MM. Tallendeau, Courtenay et Davies, en 1864, 1879 et 1882, donne un travail continu, mais la chute qui alimente les turbines est variable.

Brevet Diamant et Kussmaul (1). — MM. Diamant et Kussmaul, de Melbourne, ont proposé d'établir deux bassins A et B, séparés par des digues C et D.

Afin que la puissance obtenue des moteurs à eau soit constante, on règle l'écoulement de l'eau dans les réservoirs ou hors de ces réservoirs comme il suit, la différence de niveau étant de 12 m et chaque bassin d'une superficie de 0,5 km².

Partant avec la marée descendante et à environ 3 m au-dessous de son plus haut point, le réservoir A étant plein et le réservoir B étant vide, on écoule les 2/3 de l'eau du réservoir A au travers des turbines dans la mer, pendant le temps que la marée descend de 3 m au-dessous de la haute mer, jusqu'à la basse mer et qu'elle s'élève de nouveau jusqu'à 3 m au-dessus de la basse mer. L'eau du réservoir A sera descendue de 12 m à 4 m de hauteur, ou, en d'autres termes, 2/3 de son contenu seront écoulés dans la mer en développant une puissance d'environ 8000 ch, en calculant sur une chute moyenne de 6 m; alors on laisse pénétrer la mer dans le réservoir vide B à travers les turbines pendant le temps (six heures au plus) que la mer monte de 3 m de hauteur jusqu'à la pleine mer et descend de nouveau à 3 m au-dessous de la pleine mer, développant encore 8000 ch. Il se remplit ainsi au 2/3.

Les mêmes mouvements se répètent ensuite, de sorte que le réservoir A développe pendant douze heures une puissance de 8000 ch et le réservoir B de la même puissance pendant douze heures également.

En plus de ce cycle régulier, le réservoir A peut être rempli de nouveau pendant le temps (environ trois heures), que la marée s'élève de 5 m environ à 12 m de hauteur, développant pendant ce temps 8000 ch, et de même l'eau du réservoir B peut s'en écouler pendant que le niveau de la mer descend de 7 m de hauteur jusqu'à la basse mer, développant aussi 8000 ch pendant trois heures.

Les moteurs reliés à chaque réservoir marcheront donc pendant 2×6 heures, plus 2×3 heures, c'est-à-dire 18 heures par jour et ne seront arrêtés que 6 heures. Ils produiront donc 8000 ch pendant $2 \times 18 = 36$ heures, correspondant à 12000 ch pendant vingt-quatre heures.

Ce système peut donner un travail continu, mais la

(1) Elias. Moteur hydraulique marin. Brevet n° 177675 du 29 juillet 1886. Certificat du 27 septembre 1887.

(2) Rethoré. Nouveau système de moteur hydraulique à flotteur, concernant une application, comme force motrice, du flux et du reflux de la mer, ainsi que des chutes d'eau. Brevet n° 196369 du 28 février 1889.

(3) Villegas. Système d'utilisation continue de la force produite par les marées. Brevet n° 200901 du 22 mars 1890.

(1) Diamant et Kussmaul. Méthode perfectionnée pour obtenir une force motrice à l'aide de l'action des marées. Brevet n° 200901 du 21 septembre 1889.

Digitized by Google

chute aux turbines n'étant pas constante, la puissance est variable; de plus, les auteurs ont raisonné sur une amplitude de 12 m et une chute de 3 m, de sorte qu'il est inapplicable aux marées de mortes eaux, à moins de réduire la chute à moins du tiers de l'amplitude, soit à 1 m au plus pour la région de Saint-Malo.

Brevet Rankin (1). — En mars 1890, M. Rankin proposa un moteur composé d'un flotteur contenant un mécanisme constitué par une roue formant poulie de commande reliée à terre à une poulie fixe avec tambour, mise en mouvement par câble relié à la poulie de commande. La montée et la descente du moteur étant très lentes, la poulie réceptrice doit être petite pour que le mouvement soit amplifié. Ce système n'est pas susceptible d'une application pratique.

Brevet Decœur (2). — En avril 1890, M. Paul Decœur, ingénieur des Ponts et Chaussées, notre prédécesseur à Pithiviers, a fait breveter, puis a présenté à l'Académie des Sciences une étude sur l'utilisation des marées qu'il a en outre publiée dans le Génie civil du 28 juin 1890.

Les turbines sont placées dans un barrage transversal créant une chute entre deux bassins de superficie égale ou différente, séparés de la mer par une digue insubmersible. L'eau d'un de ces bassins, dit supérieur, qui s'est rempli à haute mer, s'écoule en passant par les turbines, dans le bassin inférieur; lorsque la mer baissante est arrivée au niveau de l'eau déversée dans le bassin inférieur, des vannes ou clapets s'ouvrent et le bassin se vide complètement; la mer montant ensuite, les vannes sont fermées, et comme les eaux du réservoir supérieur continuent à se déverser dans le deuxième bassin, le plan d'eau de ce dernier continue à s'élever jusqu'à ce que la mer baissante permette de nouveau d'ouvrir les vannes du bassin inférieur et de le vider.

Pendant ce temps, lorsque le flot a atteint le plan d'eau abaissé du réservoir supérieur, les vannes de ce dernier sont ouvertes et il refait son plein, puis il est isolé de la mer, et ses eaux continuent toujours à alimenter les turbines en s'écoulant dans le bassin inférieur.

On réalise ainsi un cycle complet et la force motrice développée est *continue*, mais la chute sous laquelle fonctionnent les turbines et par suite le travail développé sont variables. Le diagramme de la figure 5 indique les phases du fonctionnement des bassins.

En limitant au 1/3 de l'amplitude H, l'oscillation du plan d'eau dans chaque bassin, lors des plus petites marées de mortes eaux, les hauteurs d'eau de chaque côté du barrage seront représentées par deux courbes se confondent, haut et bas, pendant trois heures et quart en moyenne avec la courbe de marée et s'en séparant pendant neuf heures et quart, suivant des lignes à peu près droites, inclinées en sens contraire pour les deux bassins.

La distance verticale des deux courbes donne à chaque instant la chute motrice, qui varie dans ce cas entre 0,53 H et 0,80 H. Sa valeur moyenne est 2/3 H.

Pour avoir le débit moyen des turbines, il suffit de diviser par 33300, nombre de secondes contenues dans 9 h 1/4, le volume d'eau recueilli dans le bassin inférieur

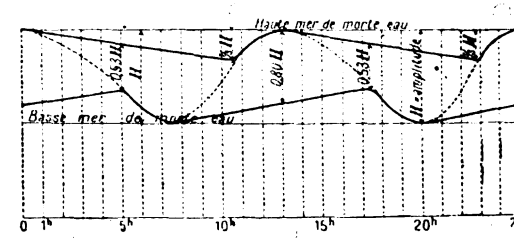


Fig. 5.

pendant qu'il est séparé de la mer. Ce volumee st égal à $V = 1000\ S\frac{H}{3}$; le débit par seconde est de $\frac{SH}{40}$, lequel donne, avec la chute moyenne de 2/3 H, une puissance brute de $\frac{1000\ SH^2}{60 \times 75}$ chevaux.

Cette puissance pourrait être augmentée de 1/3 environ, en admettant une oscillation de 1/2 H du plan d'eau du bassin supérieur, mais il faudrait doubler le nombre des turbines, la chute se réduisant alors à 1/2 H en moyenne, avec des variations relatives plus importantes.

M. Decœur a étudié l'application de ce dispositif sur la rive gauche de la Seine, près de Honfleur. La superficie séparée du fleuve serait de 1000 hectares, divisée en deux bassins. L'amplitude des marées variant de 3 à 8 m, les turbines donneraient en moyenne, avec un débit de 15 m³ : sec et une chute de 1,60 à 2,40,6 ch par hectare, soit 6000 ch en tout. La digue longitudinale aurait 7000 m de longueur et le barrage transversal, 2000 m.

La dépense de premier établissement était évaluée à 1800 000 fr seulement, soit 300 fr par cheval, non compris la digue de régularisation du fleuve de 7000 m de longueur, dont le coût était évalué à 7000 000 fr.

La dépense totale aurait donc été de 8000 000 fr pour 6000 ch, soit en définitive, 1467 fr par cheval.

En 1890, la communication de M. Decœur fut très remarquée, et son système fut considéré comme nouveau ; plusieurs auteurs, tant en France qu'à l'étranger, en firent l'application à divers études ou projets, mais on a pu voir que le moyen préconisé par M. Decœur, est exactement le même que ceux brevetés en 1864, 1865, 1879, 1882 et 1889 par MM. Tallendeau, Baker, Deschamps, Courtenay, Davies et Villegas ; et en 1900, 1905 et 1909 par MM. Compton, Pelé et de Kernisan. Nous verrons plus loin qu'en 1737, Bélidor, officier d'artillerie a, le premier, imaginé ce moyen. L'impartialité nous fait un devoir de le faire remarquer. C'est donc à Bélidor, qu'appartient l'idée première, ingé-

(1) Rankin. Moteur de marée. Brevet n° 204530 du 22 mars 1890.

(2) Paul Decœur. Appareil hydraulique avec nouveau modèle de turbine pour l'utilisation continue de la force des marées. Brevet n° 205339 du 29 avril 1890.

Digitized by Google

nieuse et pratique, d'utiliser l'un des réservoirs créés, comme récepteur des eaux du bassin dit supérieur, pendant une période de temps qui correspond aux trois quarts environ d'une marée complète. Toutefois le rendement de ce système est très faible.

Brevet Béliard (1). — En septembre 1890, M. Béliard fils a fait breveter un moteur marin, dit flotte-immerse, constitué par un flotteur attaché à une chaîne Vaucauson, dont la partie horizontale vient engrener avec une roue dentée montée sur un arbre, qui commande des pompes refoulant de l'eau ou comprimant de l'air ; l'extrémité de la chaîne porte un contre-poids, de sorte que la chaîne est toujours tendue. Ce flotteur fonctionne sous l'action du flux et du reflux, et des vagues, lesquelles se succèdent en moyenne toutes les 12 secondes.

Brevet Gras (2). — En septembre 1890, M. Gras a proposé un flotteur servant à transformer en force motrice le mouvement de la marée, constitué par un caisson placé dans un puits, guidé par des galets et muni en son centre d'une bielle articulée à la partie inférieure. Cette bielle se meut verticalement en même temps que le caisson, et communique son mouvement à une manivelle calée sur un arbre portant une roue dentée. Pendant la montée de la mer, la manivelle décrit la moitié de la circonférence de la roue dentée, et pendant la marée descendante, la seconde moitié. La roue dentée engrène avec un pignon qui augmente la vitesse de rotation des appareils moteurs.

Brevet Collignon (3). — En octobre 1890, M. Collignon a pris un brevet pour un moteur maréoatmosphérique à corps flottant, constitué par une cloche ouverte au-dessous et guidée, dont la moitié supérieure est remplie d'air à la pression atmosphérique lorsque l'appareil est en équilibre. L'air se comprimant et soulevant la cloche à marée ascendante, et se détendant à marée descendante, ces différences de pression sont utilisées pour actionner les appareils produisant la force motrice.

Brevet Grinda et Théric (4). — En mai 1892, MM. Grinda et Théric ont proposé un accumulateur automatique des forces produites par le mouvement de la mer, se composant d'un flotteur relié à des pistons placés à terre, au moyen d'une longue bielle en forme de solide d'égale résistance ; le mouvement du flotteur fait mouvoir les pistons plongeurs qui compriment de l'eau dans un accumulateur Amstrong, ou la déverse dans un réservoir.

(1) Béliard, fils. Moteur mariu dit Flotte-immerse destiné à la production de la force motrice et de l'électricité. Brevet n° 208260 du 16 septembre 1890.

(2) Gras. Flotteur servant à transformer en force motrice le mouvement de la marée. Brevet n° 208372 du 22 septembre 1890.

(3) Collignon. Moteur maréo-atmosphérique. Brevet n° 208956 du 20 octobre 1890.

(4) Grinda et Théric. Appareil dit moteur Grinda. Accumulateur automatique des forces produites par le mouvement de la mer, des lacs et des étangs. Brevet n° 221493 du 2 mai 1892.

Brevet Knobloch (1). — En septembre 1895, M. Knobloch prit un brevet pour un dispositif ainsi décrit :

Pendant le flux, l'eau de mer est admise par-dessus un déversoir s'élevant avec la marée, dans une chambre où elle agit sur une turbine montée sur un flotteur ; l'eau s'écoule ensuite de la chambre dans un réservoir construit derrière le moteur, pour y être maintenue à marée haute, jusqu'à ce que le flux ait fait baisser d'une certaine quantité le niveau de l'eau dans la chambre ; finalement, l'eau emmagasinée dans le réservoir pendant le flux est admise, par-dessus un deuxième déversoir (lequel s'abaisse avec le reflux), dans la chambre pour actionner le moteur, et s'écoule ensuite à la mer.

Pendant le flux, l'eau agit sur la turbine ou la roue à palettes par sa force vive, c'est-à-dire par choc et par pression en tombant par-dessus le déversoir, tandis que pendant le reflux, elle n'agit que par pression.

Le travail ainsi produit est intermittent et variable, mais dit l'auteur, il est transformé en force motrice constante par un procédé quelonque.

Brevet Boulouys et Brinquier (2). — En novembre 1895, MM. Boulouys et Brinquier ont fait breveter un système de flotteur, déjà signalé, portant des crémaillères engrenant avec des roues dentées. La vitesse de l'arbre de commande est augmentée par des engrenages multiplicateurs.

Système peu pratique, à force motrice intermittente et très variable.

Brevet Knobloch (3). — M. Knobloch a fait breveter en décembre 1895 une installation de turbine à marée montée sur un flotteur et ayant deux entrées opposées placées dans une chambre guidant le flotteur. L'eau actionnant la turbine s'accumule dans la chambre et dans le bassin de retenue, et s'élève dans la même proportion que le flux ; ce dernier soulève la turbine et ses conduits d'entrée et de sortie, de sorte que la position de la turbine par rapport à l'eau motrice reste toujours constante. Pendant l'étale, période lors de laquelle le niveau dans la chambre et le bassin de retenue est devenu le même que celui de la mer, on ferme l'écluse du côté de l'estran et on attend que le jusant ait produit une baisse suffisante pour remettre la turbine en marche.

Brevet Keller, Thiésing et Marotzke (4). — En décembre 1895, MM. Keller, Thiésing et Marotzke ont fait breveter une machine à utiliser le flux et le reflux,

(1) Knobloch. Installation de force motrice pour l'utilisation des mouvements de la marée. Brevet n° 250042 du 3 septembre 1895.

(2) Boulouys et Brinquier. Utilisation, comme moteur, de la force ascendante et descendante des eaux au moyen de radeaux, de docks flottants, notamment pendant le flux et le reflux. Brevet n° 251723 du 18 novembre 1895.

(3) Knobloch. Installation de turbine pour l'utilisation de la force motrice des marées. Brevet n° 252582 du 18 décembre 1895.

(4) Keller, Thiésing et Marotzke. Machine à utiliser le flux et le reflux. Brevet n° 252641 du 21 décembre 1895.

Digitized by Google

caractérisée en ce qu'une écluse établit une communication entre la mer et un bassin accumulateur. Dans cette écluse est logé un ponton flottant qui porte une roue hydraulique dont le coursier, sous la roue, est mobile et flexible, afin de pouvoir être relevé alternativement de l'amont ou de l'aval, pour faire admettre l'eau sur les palettes ou l'écouler.

Pour la mise en train, au moment du flux, on relève le fond mobile contre la roue du côté amont, et on le baisse du côté aval ; l'eau de mer est alors admise dans l'écluse, passe sur la turbine, et s'écoule dans le bassin ; quand la mer est pleine, la marche de la roue est suspendue ; on relève alors le fond mobile contre les palettes du côté du bassin, et on l'abaisse du côté de la mer, puis dès qu'il y a dénivellation, on écoule l'eau du bassin dans la mer en actionnant la roue hydraulique.

Dans ce système, le travail est donc intermittent, variable et nul à la haute et à la basse mer.

Brevet Niubio et Théraisol (1). — En octobre 1896, MM. Niubio et Théraisol ont fait breveter un moteur hydro-dynamique dénommé Hercule, constitué par des flotteurs munis de pistons, donc à volumes ou déplacements variables, assemblés entre eux de manière à former une chaîne sans fin, passant sur 4 roues guides, dont une est montée sur l'arbre moteur. Ces flotteurs, par leur différence de capacité, plongent et émergent tour à tour de l'eau contenue dans un réservoir, produisant ainsi une puissance mécanique gratuite.

Ce système n'a évidemment aucune valeur.

Brevet Mauny (2). — En avril 1897, M. Mauny fit breveter un système consistant en une série de flotteurs reliés à un balancier fixé à terre et portant un contrepoids qui équilibre le flotteur ; ce dernier oscille, et son mouvement se transmet à un grand arc denté fixé à l'extrémité du balancier qui engrène alors avec des roues montées sur l'arbre moteur.

Ce système n'est évidemment pas pratique et ne permet de recueillir qu'une faible force motrice.

Brevet Larsen (3) — Le 31 mars 1897, M. Larsen a préconisé l'emploi de plusieurs récipients flottants en forme de cloche ou caisse guidés par des piliers.

Quand la mer s'élève, les récipients flottent, mais comme la marée ne s'élève que lentement, on pompe de l'air sous le dôme de la cloche ; la tension de l'air augmente donc et la cloche s'enfonce moins profondément dans l'eau lors de l'élévation de la marée ; la cloche se meut donc immédiatement vers le haut. Pour alourdir la cloche lors du plein, on conduit de l'eau sur le couvercle de la cloche ; par ces moyens on obtient, dit l'auteur, une interruption moindre de l'action du flotteur. Ce dernier est relié à des crémaillères qui transmettent le mouvement à des roues dentées.

Un pareil système n'a rien de sérieux.

Brevet Bert (1). — En décembre 1897 M. Bert a fait breveter une machine hydraulique mue par le flux et le reflux ; cet appareil, très compliqué, est constitué par un corps de navire entouré de flotteurs auxquels sont fixées des crémaillères qui transmettent le mouvement à la machine dynamo ou au compresseur d'air par l'intermédiaire d'un grand nombre de roues dentées.

Cet appareil n'a rien de pratique.

Brevet Meuli (2). — En juin 1918, M. Meuli a préconisé un accumulateur d'eau pour emmagasiner une grande quantité de liquide au moment de la marée pour l'utiliser ensuite à actionner des moteurs hydrauliques.

L'accumulateur est formé d'un réservoir en forme de phare construit loin dans la mer, qui communique avec la marée à sa partie inférieure par des ouvertures munies de tôles perforées pour empêcher l'introduction des plantes ; à l'intérieur du réservoir, et au-dessus des ouvertures, est disposée une cloison horizontale munie de soupapes de retenue s'ouvrant par en haut.

L'eau du réservoir s'écoule ensuite par un siphon qui l'amène à un moteur hydraulique placé un peu au-dessous du niveau de la basse mer.

Il est évident qu'un pareil système n'a aucune valeur pratique.

Brevet Schwanhaeuser (3). — En décembre 1898, M. Schwanhaeuser a fait breveter une installation comprenant un bassin dans le mur duquel est disposée une turbine qui est mise en mouvement par la différence de niveau de l'eau du bassin et de la marée ; mais par la disposition des conduits, la turbine tourne toujours dans le même sens lors du flot ou du jusant.

Brevet Singrün (4). — M. A. Singrün, grand constructeur de turbines à Epinal, a étudié pendant plusieurs années le régime des marées, et, à la suite de ses observations, il a, en 1898-1899, fait breveter un système ingénieux pour l'utilisation du flux et du reflux comme force motrice, consistant dans le barrage d'un estuaire et l'emploi de vannes conjuguées, pour obtenir un mouvement continu et de même sens des turbines.

Pour chaque turbine, deux conduits superposés à section circulaire traversent le barrage de part en part. Le conduit supérieur sert de canal d'amenée de l'eau à

(1) Niubio et Théraizol. Moteur hydrodynamique dénommé Hercule. Brevet n° 260 473 du 17 octobre 1896.

(2) Mauny. Moteur hydrostatique maritime: Brevet n° 265 881 du 10 avril 1897.

(3) Larsen. Dispositif pour la production de force au moyen du flux et du reflux. Brevet n° 267 440 du 31 mai 1897.

(1) Bert. Machine hydraulique mue par les flots, le flux et le reflux de la mer ou des fleuves.
Brevet n° 273 175 du 20 décembre 1897.
Certificat du 18 janvier 1898.

(2) Meuli. Accumulateur d'eau pour l'utilisation de la force des marées. Brevet n° 279 109 du 21 juin 1898.

(3) Schwanhaeuser. Installation pour l'utilisation de la marée. Brevet n° 284 391 du 26 décembre 1898.

(4) Singrun. Système et installation pour l'utilisation du flux et du reflux de la mer comme force motrice. Brevet n° 284 248 du 24 décembre 1898.

Digitized by Google

la turbine, qu'elle vienne du réservoir ou de la mer, et le conduit inférieur sert de canal de fuite vers le réservoir ou la mer pour l'eau qui a agi sur la turbine.

Aux deux extrémités des conduits superposés, il existe une vanne-papillon ; ces vannes sont calées d'équerre l'une au-dessus de l'autre sur deux arbres formant même axe, l'un plein et l'autre creux, que le premier traverse ; quand les deux arbres sont accouplés, les deux vannes-papillons tournent en même temps, comme si elles étaient calées sur un arbre unique ; on ferme ainsi l'orifice d'un conduit et on ouvre en même temps celui du second. Mais en rendant à volonté solidaires ou indépendants, chacun des deux papillons d'un groupe, on peut les manœuvrer séparément, de sorte qu'il est possible de leur faire occuper, par rapport l'un à l'autre, une position quelconque. Par suite, on peut utiliser les deux passages, soit uniquement comme canaux d'amenée ou de fuite, soit comme passages directs mettant en communication les deux faces du barrage.

On obtient ainsi une rotation continue et de même sens des turbines, et on peut augmenter à volonté la proportion qui existe entre la section des orifices qui mettent les deux faces de l'ouvrage en communication et la superficie du réservoir, ce qui permet, soit de faire baisser plus vite le niveau de l'eau dans le réservoir, soit de le faire monter plus rapidement pour régler la hauteur de chute.

La figure 6 indique sommairement les dispositions préconisées en 1899 par M. Singrün.

Ce système est intéressant parce qu'il permet, d'une

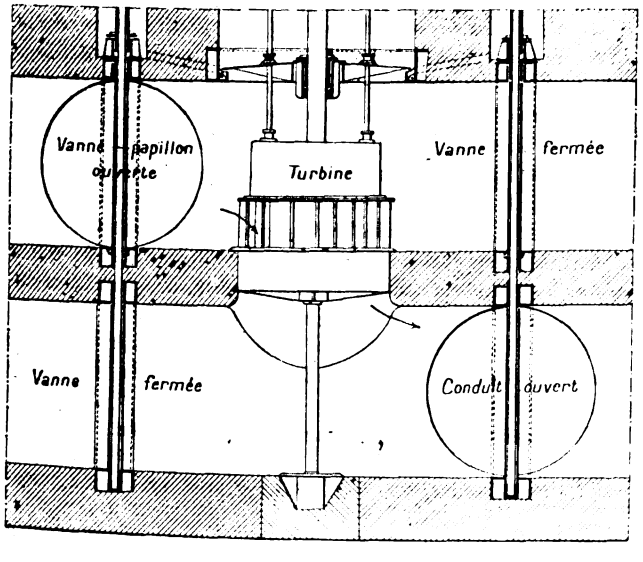


Fig. 6.

part, de maintenir pendant une partie de la marée, une chute à peu près constante en réglant le mouvement du plan d'eau du réservoir par rapport au flux et au reflux de la mer, et, d'autre part, d'obtenir la rotation des turbines toujours dans le même sens ; il est, en effet, la première tentative pratique dans cette voie.

Brevet Reed (1). — En janvier 1899, M. Reed a fait breveter un perfectionnement aux installations pour recueillir la force motrice des marées. Son appareil se compose d'un flotteur en forme de bac, placé dans un bassin accessible à la marée, et qui en suit les mouvements. Sur ce flotteur sont disposées des cuves superposées munies de vannes. En bordure du bassin existe un réservoir d'approvisionnement rempli par la mer. Quand la marée est basse, la cuve inférieure est située au-dessous du niveau de l'eau du réservoir d'approvisionnement, et se remplit, puis lorsque la marée monte, le flotteur s'élève et l'eau de la cuve se déverse dans un réservoir supérieur pour actionner un appareil moteur.

Il est inutile de dire qu'un pareil système n'a aucune valeur.

Brevet Boisramé (2). — En mai 1899, M. Boisramé a fait breveter un radeau-moteur ayant pour but de développer un travail régulier sous chute variable, en faisant suivre à la turbine les oscillations de la chute.

A cet effet, on établit deux bassins communiquant avec la mer, l'un supérieur et l'autre inférieur, avec une différence de profondeur égale à la hauteur de chute que l'on veut utiliser (2 m pour une marée de 6 m).

Un flotteur divisé en deux chambres touchant par un côté la maçonnerie d'un barrage et guidé par les autres côtés, est traversé en son milieu par un arbre vertical portant 2 rainures opposées, maintenu haut et bas par des crapaudines.

La turbine placée dans le flotteur est traversée par l'arbre et glisse verticalement en étant guidée par les ergots entrant dans les rainures ; elle entraîne l'arbre vertical qui est muni d'un pignon moteur. A la traversée du fond du flotteur par l'arbre, il existe un obturateur. L'eau arrive sur la turbine par une ouverture placée à 2 m au-dessus et s'échappe par une autre ouverture pratiquée dans la turbine et munie d'un clapet.

Quand tout l'appareil flottant monte ou descend, il entraîne la turbine, la bouche de sortie et son obturateur.

La mise en marche de l'appareil se fait ainsi :

On remplit le bassin supérieur et le radeau-moteur s'élève ; dès qu'il y a 1 m de chute en jusant, on fait marcher la turbine, et, pour cet abaissement, le niveau du bassin ne doit baisser que de 0,30 m. Le bassin supérieur se vide dans le bassin inférieur, mais le débit de la vanne du bassin supérieur doit être réglé de telle sorte que l'eau de la marée descendante atteindra bientôt celui de l'eau du bassin inférieur, et alors les portes s'ouvriront ; ce bassin se videra, puis le bassin supérieur n'étant pas encore vide, l'eau descendra toujours dans le bassin inférieur. Or, à ce moment, la marée est revenue à zéro ; le flot se faisant ensuite sentir, la marée atteindra le plan d'eau du bassin supérieur avant qu'il

(1) Reed. Perfectionnement aux installations pour recueillir la force motrice des marées. Brevet n° 285 475 du 31 janvier 1899.

(2) Boisramé. Radeau moteur. Brevet n° 289 374 du 30 mai 1899.

Digitized by Google

ne soit complètement vide. A l'arrivée de l'eau, le niveau du bassin supérieur s'élèvera et le radeau-flotteur aussi, en s'éloignant du plan d'eau du bassin inférieur, qu'il était près d'atteindre, et qu'il ne rencontrera plus maintenant qu'à son deuxième voyage descendant.

L'opération se répétera ainsi d'une manière continue.

Ce système donne un travail continu; la chute n'est pas constante, ainsi que l'auteur le déduit de ses calculs, mais elle est peu variable.

Brevet Cherblanc (1). — En juillet 1899, M. Cherblanc a pris un brevet pour un nouveau système hydrodynamique pour la transformation du double mouvement vertical de la marée en force motrice, composé de flotteurs guidés sur colonnes, munis de crémaillères engrenant avec des roues dentées, système dit moto-flotteur.

Brevet Pinglin (2). — En octobre 1899, M. Pinglin a préconisé l'application des forces de la marée à l'industrie :

La mer communique avec un bassin B de 200 m sur 100 de largeur, au moyen d'un conduit de 1,50 m × 3 m. La voûte du conduit est au-dessous du niveau des plus basses mers. Comme la marée présente deux temps d'arrêt, on établit pour obtenir de la force motrice pendant ce temps, un second bassin D plus petit que le premier, dans le rapport 9/10.

Des roues hydrauliques sont placées dans le conduit et mises en mouvement par la différence de niveau entre la mer et l'eau des bassins. Mais un espace fermé, communiquant avec la mer, est ménagé au-dessus des roues; l'air s'y comprime au flot, de sorte que les roues hydrauliques ne sont pas noyées; le courant d'eau est donc maintenu toujours à la même hauteur et son intensité reste constante.

Brevet Compton (3). — En mars 1900, M. Compton proposa un moteur actionné par marée haute et basse. Ce système consiste en un réservoir de grande capacité muni de plusieurs écluses et conduits de sortie. L'écluse d'entrée s'ouvre automatiquement à la mer montante pour se fermer ensuite. A cette écluse est fixé un contre-poids réglable pour équilibrer la vanne. Chaque turbine est placée dans un compartiment étanche sur un arbre vertical avec poulie motrice à la partie supérieure.

L'eau de décharge des turbines s'écoule dans un bassin récepteur disposé au-dessous du moteur du réservoir principal, le plafond de ce bassin récepteur étant au niveau de la marée basse. Ce bassin a une capacité telle qu'il peut recevoir et accumuler la quantité d'eau employée pour actionner les moteurs pendant la période de la basse mer.

Le moyen préconisé par M. Compton peut donner une chute continue, mais non constante; il est analogue au système Tallendeau, Decœur, etc.

Brevet Perrin (1). — M. Perrin a fait breveter en avril 1900, un procédé de transformation en un travail régulier et continu, du travail intermittent des mouvements de la marée, qui consiste en deux bassins situés à des niveaux différents; l'un inférieur est destiné à emmagasiner à la marée haute l'eau qui actionne à marée basse les turbines, lesquelles donnent le mouvement à des pompes élevant de l'eau dans un bassin supérieur. L'eau de ce bassin supérieur actionne à son tour des moteurs hydrauliques dont le travail est continu et régulier.

Brevet Pitiot (2). — En juillet 1900, M. Pitiot a pris un brevet pour moteur « multiplicateur de force » utilisant les oscillations des eaux, constitué par des cylindres verticaux creux s'emboîtant l'un dans l'autre et n'ayant qu'un jeu de quelques millimètres; des tiroirs règlent l'admission de l'eau entre les deux cylindres; le cylindre intérieur formant piston s'élève; arrivé en haut de sa course, l'admission de l'eau se ferme et l'échappement s'ouvre; le piston descend alors. On obtient ainsi un mouvement continu avec plusieurs cylindres montés sur le même arbre.

Ce système donne évidemment un travail variable qui devient nul à la haute et à la basse mer.

Brevet Grenier (3). — En décembre 1900, M. Grenier a préconisé un dispositif pour l'utilisation de la force motrice produite par les marées, qui consiste dans une turbine placée dans un barrage; cette turbine monte avec la marée et reçoit l'eau pour la déverser ensuite dans le bassin principal par un canal de fuite. Une partie de la force motrice produite par la turbine est utilisée à la faire monter en même temps que la marée; à cet effet, l'arbre de la turbine peut coulisser dans la roue, et au moyen de vérins hydrauliques ou de tubes télescopiques entrant l'un dans l'autre, on peut faire varier la position de la turbine.

A mer baissante, on fait faire un demi-tour à la turbine afin d'inverser le sens du mouvement de l'eau dans le conduit du barrage.

Ce système n'est évidemment pas pratique.

Brevet Cazes (4). — M. Cazes, en mai 1901, pro-

(1) Cherblanc. Nouveau système hydro-dynamique dénommé système moto-flotteur. Brevet n° 390 975 du 19 juillet 1899.

(2) Pinglin. Système pour l'application des forces de la marée à l'industrie. Brevet n° 294 487 du 20 novembre 1899.

(3) Compton. Moteur actionné par marée haute et marée basse : 1° Brevet n° 297 897 du 6 mars 1900; 2° brevet n° 340 223 du 6 février 1904.

(1) Perrin. Procédé de transformation en un travail régulier et continu du travail intermittent que l'on peut obtenir en utilisant les mouvements de la marée. Brevet n° 298 998 du 6 avril 1900.

(2) Pitiot. Moteur hydraulique puisant sa force dans l'utilisation des oscillations des eaux. Brevet n° 302 085 du 16 juillet 1900. Certificat des 17 septembre 1900 et 7 mai 1901.

(3) Grenier. Dispositif pour l'utilisation de la force produite par les marées. Brevet n° 306 236 du 13 décembre 1900.

(4) Cazes. Appareil destiné à utiliser la marée comme force motrice. Brevet n° 311 152, du 21 mai 1901.

Digitized by Google

posa un moteur composé d'un chaland portant des engrenages destinés à faire mouvoir un arbre. Ce chaland, chargé de x tonnes (selon sa capacité), flottera lorsque la mer s'élèvera autour de ses pavois à une hauteur suffisante. Pour produire x tonnes d'énergie nécessaire sur l'arbre, il suffira d'écouler à basse mer l'eau contenue dans le chaland, puis on attend qu'il flotte de nouveau. On obtiendra alors de nouveau x tonnes d'énergie en introduisant dans le chaland la même quantité d'eau que celle écoulée précédemment.

Ce système n'a évidemment aucune valeur pratique.

Brevet Bourdon (1). — M. Bourdon eut, en septembre 1902, l'idée d'utiliser les marées au moyen d'un caisson flottant guidé verticalement et portant des crémaillères engrenant avec des roues dentées montées sur un arbre.

Ce système a déjà été breveté plusieurs fois ; il n'est pas pratique.

Brevet Pitet (2). — En octobre 1902, M. Pitet prit un brevet pour utiliser les marées comme force motrice, et pour l'emmagasinement de celle-ci au moyen d'un flotteur pouvant se remplir et se vider à volonté et formant, en suivant les mouvements des marées, un véritable piston de machine.

Le caisson est muni d'ouvertures permettant l'entrée et la sortie de l'eau ; sa hauteur est de 1 m ; il importe en effet qu'elle soit réduite le plus possible, de manière à utiliser au maximum la différence de niveau des eaux.

Si au moment où la mer sera pleine, on remplit la caisse de 100 000 kg d'eau par exemple, la mer baissant, on aura un poids suspendu de 100 000 kg qui produira la rotation d'un arbre. Le caisson une fois descendu et à sec au bas de l'eau, sera vidé ; à la mer montante, il sera soulevé avec la force de 100 000 kg indiquée ci-dessus.

En remontant et en descendant le flotteur fera donc l'effet d'un énorme piston qui soulèvera des poids à une grande hauteur, et ce sont ces derniers qui serviront à produire la force motrice.

Ce système peut évidemment être appliqué, mais il n'est pas pratique.

Brevet Millet (3). — M. Millet proposa, en février 1903, d'utiliser la marée pour comprimer de l'air, en combinant des flotteurs avec des corps de pompe, dont les pistons actionnés par le déplacement des flotteurs, aspirent l'air pour le comprimer dans des récipients appropriés. Les flotteurs montent et descendent avec la marée.

(1) Bourdon. Utilisation des marées comme force motrice. Brevet n° 324629 du 20 septembre 1902.

(2) Pitet. Utilisation des marées comme force motrice et emmagasinement de cette force. Brevet n° 325907 du 31 octobre 1902.

(3) Millet. Système d'utilisation de l'eau de la mer pour la compression de l'air. Brevet n° 337428 du 18 février 1903.

Brevet Nevins (1). — En mars 1903, M. Nevins proposa d'utiliser le flux et le reflux de la mer en disposant sur les rives opposées d'un canal, par lequel l'eau arrive à un réservoir et s'en écoule, des puits ou chambres communiquant librement avec l'eau contenue dans le canal, et dans lesquels sont disposés des flotteurs qui portent un arbre muni d'une roue hydraulique, placée dans le canal, et de telle sorte que cette roue soit constamment maintenue à une distance uniforme au-dessus de l'eau.

Ce moyen ne produit qu'une force variable et intermittente.

Brevet Moritz (2). — En mai 1903, M. Moritz prit un brevet pour un système de flotteurs logés dans des puits ayant leur fond au zéro des cartes marines, et reliés par des conduits à la mer.

Le premier flotteur porte un bâti placé au niveau du sol quand la marée est basse, et qui est disposé pour recevoir une masse pesante.

Au-dessus des puits existe un bâti supportant un rail légèrement incliné, destiné à recevoir les masses pesantes élevées par les flotteurs et à les conduire à un appareil d'utilisation, d'où ces masses, après avoir accompli leur travail moteur, sont ramenées sur un rail inférieur pour être élevées de nouveau. Par le moufflage des chaînes, les masses pesantes sont élevées à une hauteur supérieure à la variation du niveau de la mer Afin de réduire le volume du flotteur, on peut l'agencer de façon qu'il se remplisse d'eau quand il arrive au point haut de sa course, et qu'il se vide automatiquement lorsqu'il arrive en bas.

Ce procédé n'a évidemment aucune valeur pratique.

Brevet Rouxeville (3). — En août 1903, M. Rouxeville fit breveter l'utilisation des mouvements de la mer et leur transformation en une force régulière et constante.

Son système consiste à employer un corps de pompe mis en action par un flotteur; la pompe agit alors comme celle d'une presse hydraulique ; l'eau est refoulée dans des accumulateurs pour actionner ensuite une turbine hydraulique.

Ce moyen n'a pas de valeur pratique.

Brevet Pire (4). — M. Pire a pris en janvier 1904, un brevet pour produire de la force motrice par les marées au moyen de vastes bassins de retenue creusés à proximité de la mer et reliés à cette dernière par des

(1) Nevins. Moyens et appareils pour l'utilisation du flux et du reflux de la mer. Brevet n° 330540 du 23 mars 1903.

(2) Moritz. Moteur utilisant les courants marins. Brevet n° 331 888 du 9 mai 1903.

(3) Rouxeville. Procédé pour l'utilisation des mouvements de la mer et leur transformation en une force régulière et constante. Brevet n° 335 242 du 31 août 1903. Certificat du 30 août 1904.

(4) Pire. Dispositifs permettant l'utilisation des marées pour la production de la force motrice. Brevet n° 336 596 du 14 janvier 1904.

Digitized by Google

canaux dans chacun desquels est placée une roue à palettes supportée par deux flotteurs guidés transmettant le mouvement aux machines.

L'eau, après son action sur la roue, est dirigée vers les bassins de retenue où elle s'accumule pendant la marée montante. Ensuite, lorsque la mer baisse, on fait écouler l'eau du bassin à la mer en la faisant actionner une autre roue.

Ce système laisse subsister tous les inconvénients d'une force motrice variable et s'annulant aux pleines et basses mers.

Brevet Bourdon (1). — En mars 1904, M. Bourdon a préconisé un marémoteur consistant en un caisson guidé verticalement dans un canal reliant la mer à un bassin, et portant des moteurs hydrauliques actionnés par le courant dû à la marée. Ces moteurs mettent en mouvement des dynamos qui chargent des accumulateurs.

Brevet Masson (2). — M. Masson proposa en septembre 1904 d'utiliser la force motrice des marées au moyen d'une cuve cylindrique guidée par des pieux munis de crémaillères, dans laquelle se trouvent quatre dispositifs d'engrenages accouplés mus par les crémaillères, lesquelles, par le mouvement de flottaison de la cuve, actionnent des dynamos placées dans cette cuve et transmettent la force motrice sur la côte.

Il est évident que ces deux derniers procédés ne sont pas susceptibles d'être appliqués.

Brevet de la Société des Etablissements Henri-Lepaute (3). — La Société des Établissements Henri-Lepaute a pris en mars 1905 un brevet pour un dispositif à flotteur actionné par le mouvement de la marée pour produire la rotation continue de phares, d'appareils d'optique, d'écrans, etc., comprenant une poulie à chaîne solidaire de deux rochets, animée d'un mouvement alternatif de rotation, mais entraînant constamment dans le même sens, par le moyen de cliquets, un train de trois engrenages commandant le remontage d'un ressort qui fait tourner, toujours dans le même sens, et d'une manière continue, le premier rouage et un régulateur.

Brevet Pelé (4). — En juin 1905, M. Pelé a proposé d'établir deux réservoirs ayant leur fond au niveau des basses mers. On donne au plus petit une surface telle qu'il puisse contenir 20 000 t d'eau au moins par mètre de hauteur, et au plus grand une surface dix fois plus grande; de cette façon, lorsque le niveau du plus petit baissera de 1 m, l'eau ne s'élèvera que de 0, 10 m dans le plus grand.

Dans les marées les plus faibles, le niveau de l'eau reste élevé de 4,50 m au-dessus du zéro des cartes marines, et l'ascension de la mer à ce moment n'est pas inférieure à 4,20 m.

Si donc on établit sur le petit réservoir, à une hauteur de 6,10 m, une turbine de 3 m de diamètre à laquelle on fait débiter 30 tonnes d'eau par minute, on aura pour douze heures de travail consécutif, $30\,t \times 60' \times 12h = 21\,600\,t$ d'eau écoulée, ce que le petit réservoir peut fournir en baissant de 1 m et en élevant de 0,10 m le plan d'eau du grand bassin. Le mouvement de la marée se reproduisant d'une manière complète en moins de douze heures trente, on obtient par ce moyen une rotation continue de la turbine.

Quant à la puissance obtenue, elle est, pour le débit de 500 litres à la seconde, et une chute de 1,50 m au minimum, de 750 kilogrammètres par seconde, soit 10 ch. Mais on peut augmenter les dimensions des réservoirs pour obtenir une puissance plus élevée.

Brevet Hutchings (1). — En novembre 1905, M. Hutchings a pris trois brevets pour des appareils propres à produire de la force motrice en utilisant les mouvements des marées et des vagues; l'un est constitué par une jetée ou construction similaire assujettie au fond de l'eau, et caissons flottants à water-ballast, guidés par des piliers et fixés par des chaînes portant des contrepoids, passant sur des poulies et reliées à la jetée, qui transmettent, par l'intermédiaire de bielles et de manivelles, le mouvement à des pistons de corps de pompes pour refouler ou comprimer notamment de l'air, que l'on peut ensuite utiliser pour engendrer de la force motrice.

Le second appareil est constitué par une bouée fixée à une colonne centrale, et le troisième par une bouée fixée au fond de l'eau par une chaîne et un corps mort; les chaînes portent des contre-poids et passent sur des poulies qui transmettent le mouvement à des pistons comprimant de l'air.

Brevet Webber (2). — En mai 1907, un Américain, M. Webber, fit breveter un appareil pour l'utilisation de la marée à la montée et à la descente, permettant d'effectuer automatiquement la compression de l'air en utilisant les différences de niveau dans un bassin de marée et dans la mer, et permettant de faire passer un

(1) Bourdon. Marémoteur. Brevet n° 341 477 du 19 mars 1904.

(2) Masson. Appareil pour l'utilisation des forces de la mer. Brevet n° 348 015 du 21 septembre 1904.

(3) Société des Établissements Henry-Lepaute. Dispositif actionné par le mouvement de la marée applicable aux phares et aux feux permanents. Brevet n° 351 937 du 2 mars 1905.

(4) Pelé, Mouvement permanent obtenu par l'ascension de la marée au moyen de deux réservoirs se déversant l'un dans l'autre. Brevet n° 355 084 du 2 juin 1905.

(1) Hutchings. Appareil propre à produire de la force motrice en utilisant les mouvements des marées et des vagues. Brevet n° 359925 du 29 novembre 1905.

— Appareil générateur de force motrice dérivée du mouvement des marées et des vagues. Brevet n° 359 931 du 29 novembre 1905.

— Appareil produisant de la force motrice pour l'utilisation du mouvement des marées et des vagues. Brevet n° 359 932 du 29 novembre 1905.

(2) Webber. Compresseur d'air actionné par la marée. Brevet n° 377 816 du 14 mai 1907.

Digitized by Google

courant d'air et d'eau mélangés à travers la grande branche d'un siphon renversé, en réalisant la séparation des deux fluides à la partie inférieure dudit siphon, et en faisant écouler l'eau restante à travers la petite branche dudit siphon.

Ce système, très compliqué, ne peut donner qu'un travail intermittent et peu important.

Brevet Woodard H.-P. et H.-D (1). — En mai 1907 également, MM. Woodard ont proposé d'établir une série de flotteurs intercalés entre des pilotis parallèles avec arbre rotatif supporté par ces pilotis. L'arbre porte des poulies libres ; les flotteurs sont fixés à un câble muni d'un contre-poids, et le système est complété par des roues à rochet avec cliquet monté à pivot sur chaque poulie, de manière à produire un mouvement continu sous l'action de la marée et des vagues.

Brevet Coder (2). — M. Coder a fait breveter en octobre 1907, un moteur utilisant les courants d'eau et le flux et le reflux de la mer, constitué par un dispositif flottant pourvu d'arbres et de pièces de connexion à la partie supérieure, et de roues motrices placées dans l'eau à la partie inférieure, comprenant des aubes disposées angulairement.

Brevet Rapin (3). — M. Rapin a pris en novembre 1907, un brevet pour un moteur à marée comprenant des flotteurs submersibles supportés par des chaînes, qui actionnent un arbre de transmission sous l'effet du flux et du reflux de la marée.

Brevet Seabra (4). — En novembre 1907, M. Seabra a fait breveter un appareil moteur ou roue hydraulique à palettes mobiles monté sur deux pontons reliés entre eux, qui fonctionne par le courant de la marée.

Brevet Blochet (5). — En juin 1908, M. Blochet, conducteur des Ponts et Chaussées a proposé de construire à l'entrée d'une baie ou d'un golfe, une digue de maçonnerie comprenant des pertuis biais à 45° espacés de 3 m d'axe en axe, soit 2,12 m normalement. Entre ces murs on place six turbines à hélices en tôle de 2,10 m de diamètre et 4,70 m de hauteur. Les eaux sont concentrées sur 6 m de largeur entre la face et la tête des murs, et agissent sur la moitié de droite de la turbine, qui tourne alors de gauche à droite, et s'écoulent par l'autre moitié de la turbine. La turbine s'arrête ensuite pendant l'étale. Lorsque la mer baisse, les eaux agissent sur l'autre moitié de la turbine, c'est-à-dire par où elles sont entrées, et le deuxième mouvement de la turbine se produit dans le même sens que le premier.

Ce système donne une force motrice variable et intermittente.

Brevet Pein (1). — En juillet 1908, un Allemand, M. Pein, préconisa l'établissement de bassins étagés dont un de réception de l'eau écoulée, et l'utilisation de la chute d'eau créée à mer perdante dans des turbines pouvant s'élever ou s'abaisser, fonctionnant également lors du flot ; une partie de l'eau écoulée par les turbines dans le bassin de réception est amenée dans le haut réservoir par l'énergie produite auparavant par la dynamo de l'installation. Cette eau refoulée sert ensuite à renforcer le débit.

Ce dispositif est compliqué, et la force motrice développée n'est pas constante.

Brevet Luigi Way (2). — En décembre 1908, M. Luigi Way, sujet italien, a fait breveter le système suivant d'utilisation mixte des marées et des vagues, qui est curieux en raison du résultat auquel son auteur arrive. Deux digues parallèles sont établies en bordure de la côte ; le perré de celle faisant face à la mer est en pente douce, afin que les vagues s'y élèvent et viennent se déverser dans le fossé que forment les deux digues, espacées de 10 m par exemple.

La longueur de ces digues est proportionnée à la force motrice que l'on désire recueillir ; dans le brevet, elle est évaluée à 200 m. Une roue hydraulique est disposée à chaque extrémité du fossé.

L'auteur trouve que la hauteur de l'eau dans le fossé étant de 8 m, la chute réelle de 6 m, et la largeur du pertuis d'écoulement de 4 m, le travail développé est de 276480 ch : sec, pour une durée d'écoulement de six minutes, temps nécessaire pour que le fossé se vide ; à ce travail correspond une puissance de 768 ch.

M. Way admet que le fossé sera toujours maintenu plein d'eau par les vagues, ce qui ne peut se produire que sur des côtes soumises à des tempêtes continuelles.

Le calcul de la puissance est sans doute exact, mais, à coup sûr, le résultat ne sera pas celui qu'indique l'auteur ; en tout cas, ce système est intéressant, en ce sens qu'il a pour effet de transformer la force vive des vagues en pression statique,

Brevet de Kernisan (3). — M. de Kernisan a demandé en février 1909 un brevet pour le dispositif suivant :

On creuse un chenal, en ligne brisée pour amortir le choc des vagues, ayant son fond au niveau des basses mers. Ce chenal sert à amener l'eau dans un bassin D,

(1) Woodard (H.-P. et H.-D.) Moteurs actionnés par la marée ou les vagues. Brevet n° 383 715 du 21 mai 1907.

(2) Coder. Moteur utilisant les courants d'eau et le flux et le reflux de la marée. Brevet n° 381 625 du 5 octobre 1907.

(3) Rapin. Moteur à marée. Brevet n° 384 742 du 7 novembre 1907.

(4) Seabra. Système pour l'utilisation des marées et en général du courant des fleuves, cours d'eau, etc. Brevet n° 384 185 du 20 novembre 1907.

(5) Blochet. Utilisation des marées (flux et reflux) comme forces motrices. Brevet n° 392 636 du 25 juin 1908 et certificat d'addition en 1909.

(1) Pein. Procédé d'utilisation de la force des marées. Brevet n° 393 749 du 7 juillet 1908.

(2) Luigi Way. Système d'utilisation de l'énergie des vagues de la mer. Brevet n° 398 203 du 31 décembre 1908.

(3) De Kernisan. Mode d'utilisation de la différence de niveau des marées. Brevet n° 400 219 du 17 février 1909. Certificat du 12 juin 1909.

Digitized by Google

dont le fond est à 0,20 m ou 0,25 m au-dessous du niveau de la plus basse haute mer, afin de recueillir toujours de l'eau à chaque marée haute.

La superficie du bassin et la quantité d'eau introduite sont calculées suivant le débit de l'usine pour une durée de douze heures et quelques minutes, temps qui s'écoule entre deux marées.

Près de l'écluse de sortie des eaux, on creuse un autre réservoir E, au niveau de la plus haute basse mer de l'endroit, et entre les deux réservoirs une écluse distributrice permet de faire agir l'eau en l'écoulant du bassin D dans le bassin inférieur E. Ce dernier se vide à basse mer.

La chute serait d'après l'auteur de 1,75 à 1,80 m.

Ce système ne peut donner qu'une force motrice variable.

Brevet Fuchs (1). — En juin 1909, M. Fuchs a fait breveter un moteur utilisant la force des vagues et des marées, consistant en flotteurs à fonds concaves, guidés, transmettant leur mouvement de montée et de descente à des balanciers agissant au moyen de câbles ou courroies sur des tambours à encliquetages comportant des poids antagonistes de rappel. Ces tambours en commandent d'autres qui soulèvent des poids à une hauteur déterminée à laquelle ils sont immobilisés. L'énergie ainsi emmagasinée par les poids est ensuite utilisée pour faire mouvoir des appareils.

Brevet Molina (2). — En mai 1910 M. Molina a préconisé l'emploi d'une bouée ancrée sur le fond de la mer, dont la chaîne pénètre par la partie supérieure de la bouée pour aller engrener avec une roue à empreintes; la chaîne passe ensuite dans un tube et sort par la partie inférieure pour supporter un contre poids. Lorsque la bouée suit les mouvements de la mer, la chaîne d'amarrage reste toujours tendue et fait tourner la roue à empreintes.

Le mouvement se transmet à deux arbres parallèles portant poulies folles et roues à rochet pour obtenir un mouvement de rotation toujours dans le même sens, et de là à une dynamo placée dans la bouée-flotteur.

Brevet Royer (3). — En juillet 1910. M. Royer a fait breveter un dispositif consistant essentiellement à placer dans un ou plusieurs bassins reliés avec la mer, un ou plusieurs flotteurs en matériaux quelconques, soumis à la poussée de l'eau au moment de la marée montante, et à l'action de la pesanteur lors de la marée descendante, pour créer une force susceptible d'être transformée en mouvement par tout moyen convenable.

Ce système a le défaut de ne produire qu'un travail intermittent et peu important.

(1) Fuchs. Moteur utilisant la force des vagues et des marées. Brevet n° 403857 du 9 juin 1909.

(2) Molina. Appareil à transformer le travail produit par le mouvement de la mer. Brevet n° 416276 du 23 mai 1910.

(3) Royer. Dispositif pour l'utilisation de la puissance des marées. Brevet n° 419242 du 21 juillet 1910.

Brevet Fabre (1). — En septembre 1911, M. Fabre a pris un brevet pour un système de caissons flottants prismatiques, guidés, du poids de une, 10, 100, 1000, 10000, un milliard de tonnes métriques, fixés à des câbles enroulés sur des treuils. Pendant le jusant, ils imprimeront aux treuils un mouvement de rotation avec une force proportionnelle à leur poids respectif et on obtiendra ainsi un travail pendant six heures et demie. En flot, la durée du travail sera la même, et la poussée due au soulèvement sera d'une tonne par mètre carré de caisson et par mètre d'amplitude, dit l'auteur.

Brevet Bérubé (2). — En 1912, M. Bérubé proposa : 1° de se servir automatiquement des marées pour agir dans le sens horizontal sur des roues à augets disposés à l'entrée de bassins de retenue, l'eau agissant dans le même sens, soit à l'entrée, soit à la sortie du bassin, la roue à augets étant de hauteur correspondant à la différence de niveau entre la basse et la haute mer.

2° De faire agir la marée dans le sens vertical, sur un corps flottant formant piston, qui entraîne une crémaillère laquelle engrène avec des roues dentées.

Ces deux procédés ne donnent qu'un travail intermittent et variable.

Brevet Dupont (3). — En novembre 1913, M. Dupont préconisa l'emploi simultané des marées et de pompes élévatoires à vent pour obtenir la force motrice.

Un canal, en contre-bas du niveau des basses mers, est creusé perpendiculairement à la mer; un mur de 15 m de hauteur environ est construit contre les rochers et parallèlement au canal pour constituer un réservoir. Sur la crête de ce mur sont disposées, en nombre suffisant pour l'exploitation, des pompes avec moulins à vent dont la mission consiste à élever l'eau dans le bassin. Des pertuis sont pratiqués dans le mur et actionnent des turbines placées dans le canal; l'eau élevée par les moulins à vent sert d'appoint pour maintenir le mouvement des turbines.

Brevet Navarra (4). — En juillet 1914, M. Navarra fit breveter une machine pour utiliser les différences de niveau de la mer, qui comprenait un flotteur portant en travers une poutre à treillis sur laquelle des pistons de pression sont fixés; ces pistons viennent buter sur des appareils à extraire les huiles dans lesquels la pression doit atteindre de 300 à 800 atmosphères pendant cinq heures.

(1) Fabre. Procédé d'utilisation des marées comme force motrice. Brevet n° 434457 du 12 septembre 1911.

(2) Bérubé. Dispositif pour l'utilisation de la force produite par les marées. Brevet n° 444370 du 25 mai 1912.

(3) Dupont. Système pour l'emploi simultané de l'eau (de mer de préférence) et de pompes élévatoires à vent pour obtenir de la force motrice. Brevet n° 465252 du 24 novembre 1913.

(4) Navarra. Machine pour utiliser la différence de niveau de la mer à marées basses et hautes. Brevet n° 475002 du 11 juillet 1914.

Digitized by Google

Brevet Mirus (1). — En août 1914, M. Mirus, sujet belge, fit breveter une méthode et des instructions pour transformer la force des marées en force hydraulique par l'emploi d'un flotteur guidé verticalement, et suivant les mouvements de la mer; dans sa course verticale, ce flotteur actionne directement ou indirectement des pistons; il est, en outre, construit de manière à se remplir spontanément d'eau à marée haute pour agir en charge pendant la marée descendante, et à se vider complètement à marée basse pour agir comme flotteur léger pendant le jusant.

Ce système, déjà proposé et breveté de nombreuses fois, n'est pas susceptible de produire une force motrice continue et constante.

Brevet Esnault-Pelterie (2). — En mai 1915, M. Esnault-Pelterie a fait breveter un système de captage et d'utilisation de la force des marées.

Dans une vue très vaste des choses, il propose de relier Calais à Ramsgate (Angleterre) et le cap d'Alprech, près Boulogne, à Dungeness (Angleterre), par deux immenses digues traversant la Manche, puis de relier ces deux barrages par une digue transversale divisant l'espace enclos en deux bassins immenses.

Quand la mer a baissé de 1 m par exemple, on fait fonctionner les turbines placées entre la mer et l'un des bassins. Mais puisqu'il n'est pas possible d'avoir toujours 1 m de dénivellation, il est préférable de ne pas effectuer la vidange du bassin sous différence de niveau constante, mais à puissance constante, c'est-à-dire de manière que le produit du débit par la différence de niveau soit constante.

On fait travailler le bassin depuis une chute déterminée jusqu'à la basse mer; à partir du moment où la puissance, par suite de la baisse ou de la montée rapide de la mer, entraînerait des débits trop grands pour être utilisés, on fait entrer en action le second bassin qui travaille alors avec un débit augmentant ou diminuant en raison de la diminution ou de l'augmentation de la hauteur d'écoulement. En combinant l'écoulement entre les deux bassins et la mer, on obtient un travail continu, et le jeu des deux bassins se reproduit périodiquement dans les deux sens.

Les turbines devant fonctionner sous de grandes variations de pression, il est nécessaire de les munir d'un dispositif qui fasse constamment correspondre la vitesse de rotation à celle d'écoulement de l'eau, pour que les diagrammes des vitesses restent toujours semblables. Dans ce but, chaque turbine porte une pompe centrifuge puisant l'eau dans le bief le plus bas, et la refoulant sans débit dans un tube de niveau La hauteur de refoulement que donnera cette pompe sera donc proportionnelle au carré de la vitesse de rotation de la turbine; le diamètre de cette pompe et le rapport de sa vitesse à celle de la turbine étant convenablement établis, la hauteur de refoulement de la pompe sera égale à la hauteur de chute correspondante, pour toutes les vitesses. Un régulateur de vitesse agit alors sur l'admission de la turbine par des flotteurs, mais ce système entraîne de grandes variations de vitesse angulaire; toutefois, il est possible d'établir des génératrices électriques qui puissent supporter ces très grandes variations, en usant de divers artifices.

La fermeture du Pas de Calais ferait monter les marées de plusieurs mètres par l'effet de bélier hydraulique que produirait la poussée des ondes.

Enfin, en juillet 1915, M. Esnault-Pelterie a complété son système par un brevet qui comporte la construction d'une digue entre Margate et Oxforness, en Angleterre, pour constituer le deuxième grand bassin avec celui fermant le Pas de Calais.

Les digues seraient construites à erre en béton armé, sous forme de caissons ou docks flottants, portant tenons et mortaises, afin de les emmancher; la longueur d'un élément serait de 100 à 200 m; la largeur serait de 30 m au sommet et de 50 m à la base.

Les éléments, étant creux, seraient amenés par flottaison; on les remplirait d'eau pour les faire couler, puis l'eau serait remplacée par du béton. Pour éviter les tassements, des puits constitués par des tubes en tôle seraient ménagés de distance en distance, par lesquels on injecterait de la laitance de ciment ou du béton fluide sous pression, pour redresser et soutenir l'ouvrage.

Les conduites d'amenée des eaux aux turbines seraient disposées pour que l'eau arrive toujours dans le même sens. Mais le système pourrait être simplifié en disposant alternativement les turbines bout par bout, les deux échappements se faisant face, et les deux admissions des turbines suivantes se faisant également face; des vannes disposées entre les turbines permettraient alors de régler l'écoulement des eaux dans le sens voulu.

La séparation de l'enclos compris entre les deux digues barrant le Pas de Calais serait réalisée par une digue partant à peu près d'équerre du milieu environ de la digue cap d'Alprech-Dungeness et se retournant pour aboutir à Folkestone, d'où économie considérable sur la digue transversale prévue au brevet de mai 1915.

En outre, pour régulariser la marée, deux digues seraient établies de la pointe de Barfleur au cap d'Antifer et de l'embouchure du Trieix au cap de la Hague.

Le projet conçu par M. Esnault-Pelterie est si vaste qu'il coûterait des sommes énormes et exigerait un temps excessivement long, s'il était possible de le réaliser, mais ce n'est pas le cas, car la mise en place d'éléments de digues en béton armé, comme l'indique le brevet, est pratiquement impossible; c'est ce que comprendront tous ceux qui ont la pratique des travaux maritimes, et pour en citer un exemple, nous indiquerons

(1) MIRUS. Méthode et installations pour transformer la force des marées en force motrice. Brevet n° 477 543 du 3 août 1914.

(2) ESNAULT-PELTERIE. Système de captation et d'utilisation de la force des marées. Brevet n° 480 932 du 25 mai 1915.

— Système perfectionné de captation et d'utilisation de la force des marées. Brevet n° 481 259 du 16 juillet 1915, août et octobre 1916. Certificats d'addition.

Digitized by Google

que dans un délai de plus de dix années on n'a pu arriver à couler en mer, sur le plateau de Rochebonne, situé à 100 km de La Rochelle, un simple caisson de 10 à 12 m de diamètre destiné à être rempli de béton pour constituer l'assise d'un phare projeté sur ce plateau, et il a fallu renoncer à cette opération. Les mouvements de la mer et les courants ne laisseraient pas en effet le temps matériel d'effectuer les opérations nécessaires à la mise en place et à la consolidation des éléments des digues en béton; ils seraient d'ailleurs emportés par les mauvais temps comme de simples fétus de paille.

Mais ce qui reste du brevet de M. Esnault-Pelterie est l'idée ingénieuse et pratique du régulateur à pompe centrifuge élevant l'eau sans débit, dans un tube de niveau. Toutefois, ce système fait perdre une force assez importante tel qu'il est prévu par l'inventeur.

Brevet Knowlton (1).—En décembre 1916, M. Knowlton a pris un brevet pour un perfectionnement apporté aux moteurs à marée. Son moteur est constitué par des flotteurs munis de crémaillères engrenant avec des roues dentées montées sur un arbre qui actionne un compresseur d'air.

Ce système déjà breveté est compliqué.

Brevet Pitiot (2). — En février 1917, M. Pitiot a fait breveter un moteur hydraulique utilisant la force motrice des marées et des fleuves, constitué par un flotteur attaché à une chaîne verticale passant sur les poulies d'une potence qui descend ensuite pour s'attacher à un cadre muni de crémaillères qui engrènent à la mer montante, d'un côté avec une poulie dentée montée sur un arbre moteur et du côté opposé à la mer descendante; une chaîne inférieure est attachée à la base du cadre des crémaillères, passe sur des poulies noyées et remonte pour s'attacher sur le flotteur; la solidarité des mouvements du flotteur et des crémaillères est ainsi assurée.

Ce moteur ne peut développer qu'une faible puissance.

Brevet Gustafson (3). — En avril 1917, M. Gustafson a pris un brevet pour une installation de production de force motrice hydraulique par l'action des marées, caractérisée par un bassin se remplissant à la marée, muni de portes se fermant automatiquement à la mer baissante, et par un bief de grande superficie dans lequel on écoule l'eau des bassins ayant traversé les turbines; lorsque la marée est descendue au niveau de l'eau contenue dans le bief; l'eau accumulée dans ce dernier s'écoule jusqu'au début du flot, moment où les portes dont il est muni se ferment automatiquement. Ce système est donc celui déjà imaginé par Bélidor, Decœur, etc.

Brevet Parisot (1). — En août 1917, M. Parisot a fait breveter un procédé perfectionné d'utilisation de la force motrice des marées et en particulier du cycle Decœur. Il consiste à supprimer les moteurs hydrauliques dont l'eau se déverse dans la mer et à grouper tous les moteurs en une installation unique interposée entre les deux bassins, dont le fonctionnement se trouve différer sensiblement de celui du cycle Decœur. L'eau de la mer emmaganisée périodiquement dans le bassin à marée haute se déverse constamment dans le bief en actionnant toujours les récepteurs hydrauliques groupés entre les deux bassins; le bief se vide à la mer baissante. Il y a donc une économie puisque l'usine est groupée et cet avantage compense très largement, dit l'auteur, le gain de puissance que donnerait le cycle Decœur à mer montante par suite du prolongement de la période de déversement direct dans la mer.

Ce système revient donc en somme à une réduction de la hauteur de chute du cycle Decœur dont le rendement est déjà très faible.

Brevet Maire (2). — Les 4 et 10 décembre 1917, M. Maire, ingénieur, a pris des brevets pour un système dit des deux ou trois réservoirs en vue de l'utilisation des oscillations de la mer pour la production de l'énergie hydraulique. Il consiste à construire en retrait de l'ouverture d'une baie ou rivière et d'un estuaire deux digues formant un angle sur lequel l'usine hydraulique est à cheval, et une troisième digue séparant la baie ou le bief en deux autres bassins. Le plus grand bassin sert de bief, et les deux autres de bassin de marée et de réservoir.

La digue du bief est traversée par des pertuis dont le seuil est un peu au-dessus du zéro des cartes, et les digues des bassins par des pertuis dont le radier est au niveau moyen entre la plus petite haute mer et la plus haute basse mer de mortes eaux, soit pour Saint-Malo à la côte (6,30).

Le fonctionnement est le suivant : le grand bief étant vide, et la mer montante ayant dépassé le radier des pertuis des bassins, les turbines sont mises en marche, et l'eau de la mer se déverse dans le premier et le troisième bassin jusqu'à la pleine mer, et dans le premier jusqu'à ce qu'elle soit descendue au niveau du radier des pertuis, soit pendant les six premières heures du flot. Entre temps, le troisième bassin s'est rempli, et les eaux du premier bassin se sont écoulées dans le bief. Mais la mer baissant, ce dernier se vide et les turbines sont alimentées par le troisième bassin pendant les six dernières heures de la marée et ses eaux s'écoulent dans le bief jusqu'à ce que le flot ait un peu dépassé le radier des pertuis du premier bassin. Le

(1) Knowlton. Perfectionnements aux moteurs à marée. Brevet n° 483 821 du 15 décembre 1916.

(2) Pitiot. Moteur hydraulique utilisant la force motrice des marées, des fleuves, etc. Brevet n° 484 485 du 6 février 1917.

(3) Gustafson. Installation de production de force hydraulique par l'action des marées. Brevet n° 485 043 du 7 avril 1917.

(1) Parisot. Procédé perfectionné d'utilisation de la force motrice des marées. Brevet n° 486 343 du 1er août 1917.

(2) Maire. Système Maire des deux ou trois réservoirs en vue de l'utilisation des oscillations de la mer pour la production de l'énergie hydraulique. Brevets non encore délivrés pris les 4 et 10 décembre 1917.

Digitized by Google

mouvement est ainsi continu, comme la puissance développée, mais une partie de force motrice n'est pas recueillie et ce système a déjà été breveté.

Outre les brevets qui sont analysés dans l'historique qui précède, un certain nombre d'autres ont été pris en 1916, 1917, 1918, mais en raison de l'état de guerre, ils n'ont pas été délivrés; nous n'avons donc pu les analyser, mais voici leurs dates et leurs titres.

22 août 1916, M. Vigouroux. Machine motrice utilisant les mouvements de la mer.

20 décembre 1916, M. Lapouche. Système de captation de l'énergie des marées.

19 juin 1917. M. Montagne. Utilisation pour la production de la force motrice de l'eau de la mer, des fleuves, des canaux, etc., accumulée dans des bassins existants, tels que bassins de retenue, etc.

21 juin 1917. M. Roland. Flotteur moteur du système d'appareils destinés à obtenir une force motrice utilisable au moyen du mouvement alternatif de montée et de descente des eaux de la mer.

29 juin 1917. M. de Montrichan. Aménagement des étangs pour la captation sur les marées d'un travail continu.

19 décembre 1917. M. Brienssel. Installation et combinaison d'appareils pour l'utilisation de la puissance motrice des marées et des chutes d'eau.

30 janvier 1918. M. Maurin. Utilisation du mouvement des eaux de la mer pour produire de la force motrice.

4 février 1918. M. Durey. Appareil moteur utilisant la puissance d'un fluide en mouvement et en particulier celle de la mer.

18 février 1918. M. Albert. Transformation des des marées en force motrice.

Il est facile de voir aux titres de ces brevets, que les systèmes proposés ont déjà été brevetés ou qu'ils n'apportent rien de nouveau à ce que l'on sait déjà.

(*A suivre*).

F. MAYNARD,
Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment Ingénieur du Service maritime à La Rochelle et à Saint-Nazaire.

Les chaudières modernes

Le développement des grandes stations centrales électriques à turbines à vapeur a mis en évidence l'imperfection actuelle de la plupart des générateurs à vapeur. L'auteur, très versé dans les questions de construction et d'exploitation de Centrales thermiques, passe rapidement en revue quelques types de chaudières modernes en faisant ressortir les dispositions perfectibles.

Nous avons indiqué dans une note précédente (1) que pour obtenir d'une chaudière le maximum de vaporisation et le maximum de rendement thermique, il faut obtenir une circulation intensive de l'eau, et que cette circulation soit méthodique par rapport au courant gazeux, c'est-à-dire que la partie de la chaudière renfermant le mélange eau-vapeur à la température la plus élevée doit être dans la partie active du foyer, et qu'au contraire les gaz s'échappent de la chaudière en contact avec la partie dans laquelle arrive l'eau d'alimentation.

Si cette condition est parfaitement remplie, par suite de la disposition rationnelle des organes de la chaudière, on aura le maximum de température au foyer et le minimum de température des gaz à la sortie, soit le critérium d'une bonne utilisation.

Nous allons examiner à ce double point de vue les dispositions de quelques chaudières modernes.

Nous rencontrons d'abord les chaudières à tubes verticaux ou très faiblement inclinés sur la verticale, la chaudière Garbe ou ses variantes (fig. 1), la chaudière Stirling (fig. 2) et la chaudière Woodeson (fig. 3).

On conçoit facilement que dans ce type le frottement dans les tubes des bulles de vapeur cherchant à gagner le coffre soit minimum, ainsi que celui de la masse d'eau circulant activement sous l'effet de la force ascensionnelle due aux différences de densité de l'eau.

Dans les chaudières à tubes plus horizontaux : chaudière Buttner-Leflaive (fig. 4), Babcock et W

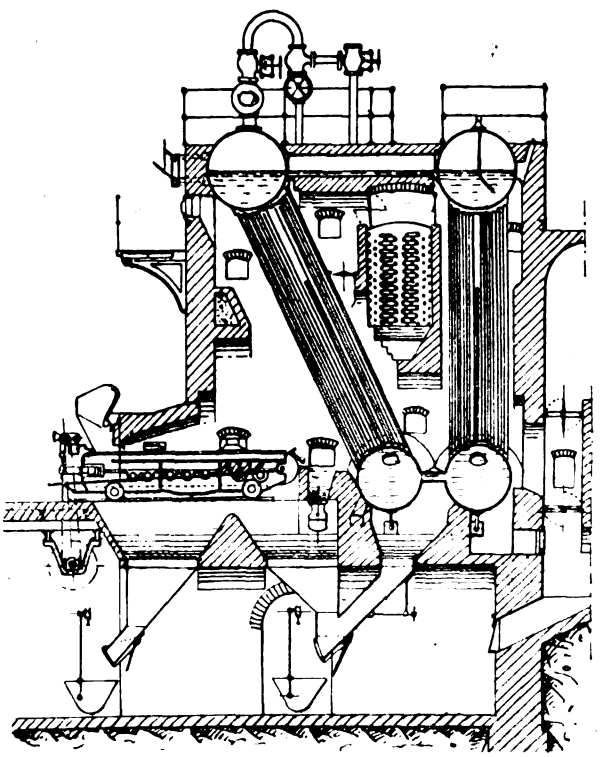


Fig. 1. — Chaudière Garbe.

(1) *R. G. E.*, 25 mai 1918, t. III, p. 765.

Digitized by Google

cox (fig. 5), la circulation est encore bien méthodique, mais la résistance par frottement contre les tubes opposée à la vapeur dégagée et au courant d'eau échauffée est

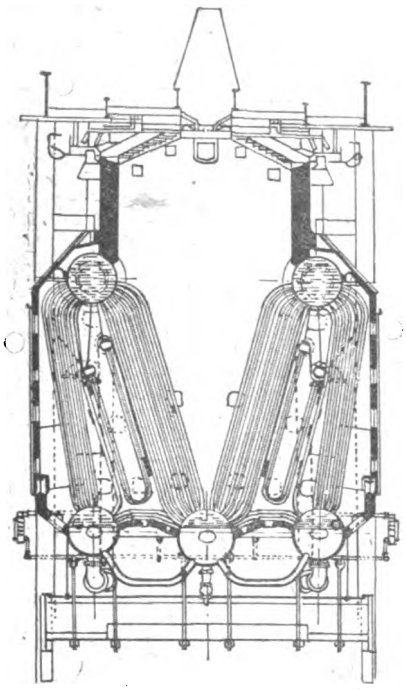


Fig. 2. — Chaudière Stirling.

plus grande que dans le type précédent et la circulation se trouve ralentie de ce fait.

Dans la chaudière Leflaive on cherche à activer cette

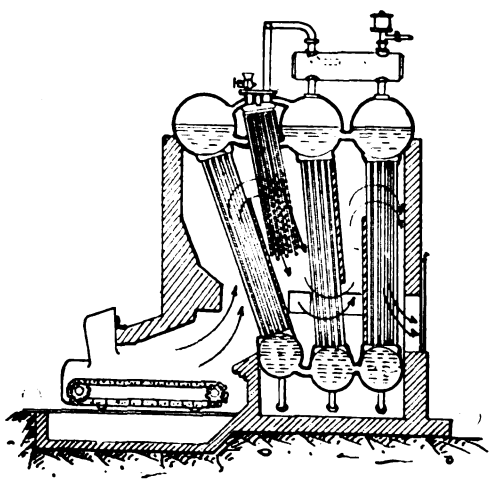


Fig. 3. — Chaudière Woodeson.

circulation en plaçant dans le corps cylindrique un couloir en tôle facilitant aux bulles de vapeur la traversée de l'épaisseur d'eau renfermée dans ce corps, et, d'autre part, guidant l'eau d'alimentation vers la lame d'eau arrière.

Dans de nouvelles chaudières Babcock à grande puissance de vaporisation, on a augmenté l'inclinaison des tubes et on se rapproche ainsi des chaudières de la première catégorie. La figure 6 représente une coupe partielle d'une chaudière Babcock et Wilcox de ce type,

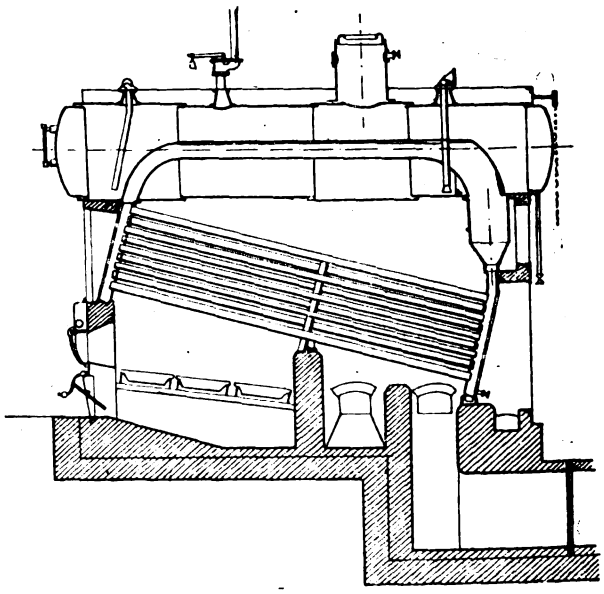


Fig. 4. — Chaudière Buttner-Leflaive.

capable de vaporiser 27 200 kg d'eau à l'heure, de la station de Philadelphie.

La chaudière Robert (fig. 7) est une chaudière du genre de la Babcock normale, dans laquelle, pour obtenir une répartition plus homogène de l'eau dans le faisceau tubulaire, la partie arrière de ce faisceau tubulaire

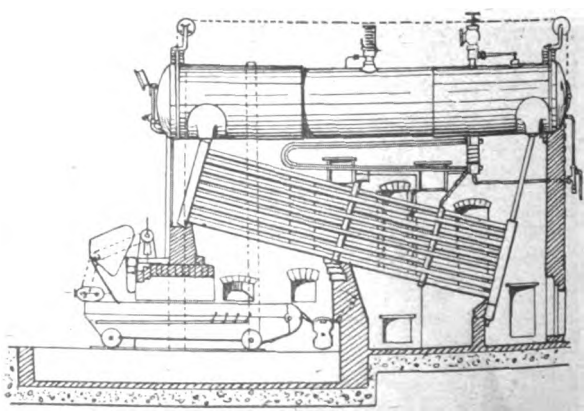


Fig. 5. — Chaudière Babcock-Wilcox.

communique avec le corps cylindrique par la partie inférieure et non par la partie supérieure comme dans les types précédents.

Digitized by Google

Les tubes les plus en contact avec la flamme sont un peu moins surchauffés, mais il ne peut pas en résulter une augmentation du rendement ni de la vitesse de circulation, sauf dans des cas de retours de circulation dans des chaudières trop poussées.

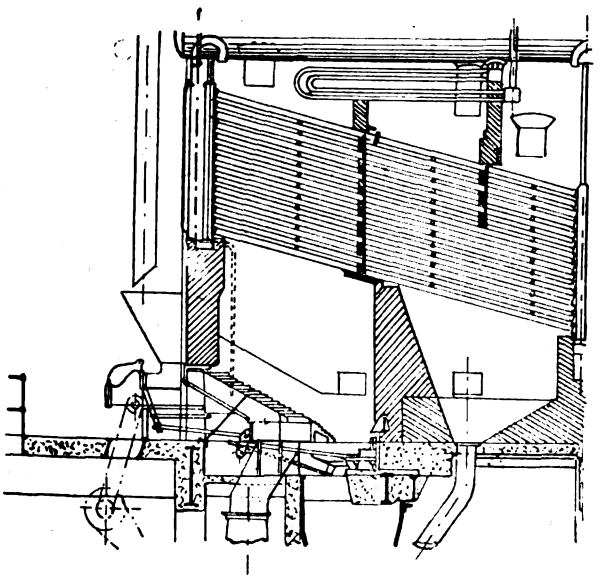


Fig. 6. — Chaudière Babcock à grande puissance évaporatoire.

Pour obtenir une grande puissance évaporatrice sous un volume aussi réduit que possible, Babcock et Wilcox construisent leur type « Marine » (fig. 8); la circulation y est beaucoup moins méthodique que dans les types précédents et la disposition de la figure 6 en particulier nous paraît plus recommandable.

Dans la chaudière Belleville (fig. 9), la production de

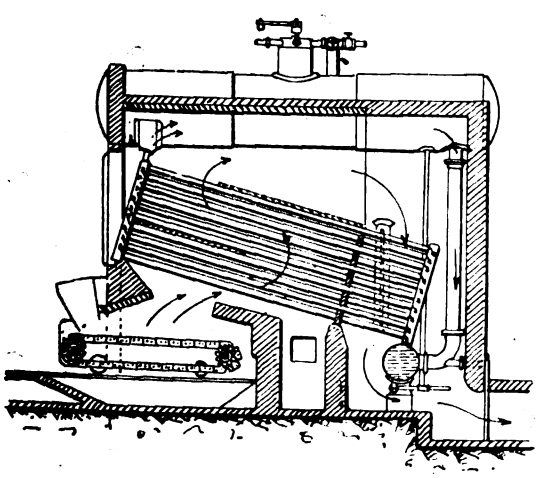


Fig. 7. — Chaudière Robert.

vapeur n'est pas entravée par des contre-courants et la circulation peut y être très active. Par contre la circulation vapeur et gaz chauds est parallèle au lieu d'être inverse comme dans une bonne circulation méthodique.

Il s'ensuit que les gaz sont très chauds à la sortie de la chaudière et que de grands économiseurs s'imposent.

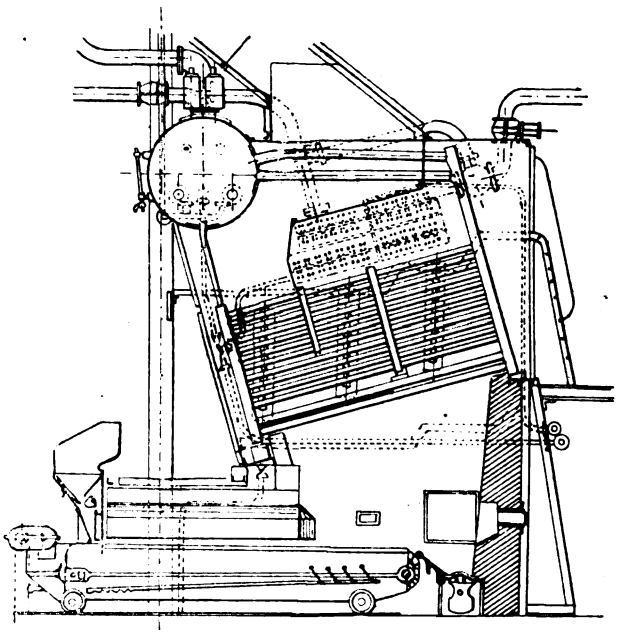


Fig. 8. — Chaudière Babcock. Type marine.

Pour la même raison l'eau arrivant aux tubes inférieurs des éléments par le collecteur distributeur n'a pas été

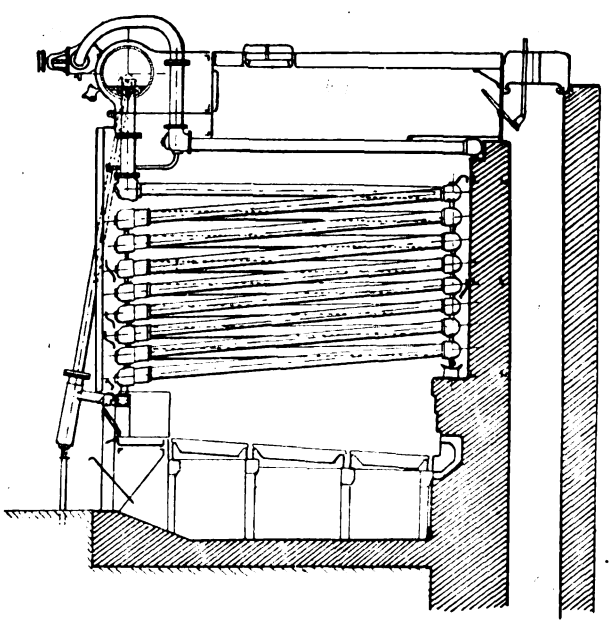


Fig. 9. — Chaudière Belleville.

réchauffée par les gaz, d'où refroidissement des foyers et diminution du rendement.

Pour obtenir une circulation intensive on a imaginé

Digitized by Google

dans la chaudière Niclausse (fig. 10) d'amener l'eau à l'extrémité arrière des tubes vaporisateurs par un petit tube concentrique intérieur; ces deux tubes débouchent à l'avant dans deux lames d'eau verticales maintenant la continuité des courants.

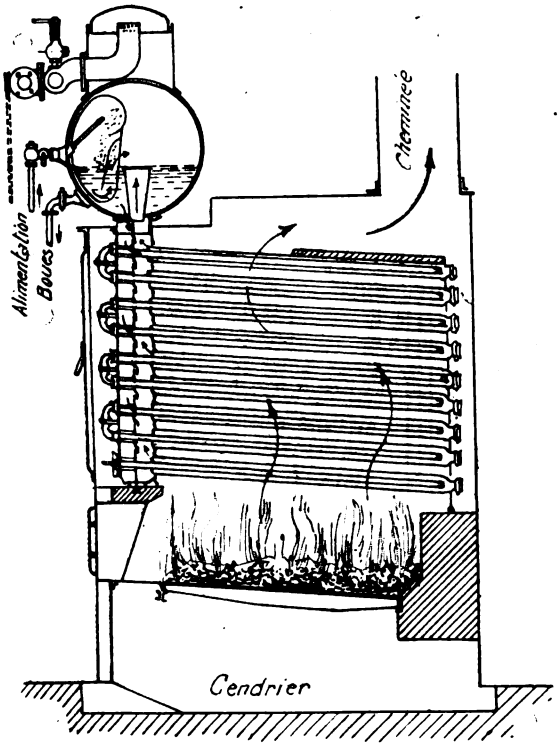


Fig. 10. — Chaudière Niclausse.

Par suite de la forte vaporisation il y a quelquefois dans les éléments inférieurs dégagement de vapeur, même dans le tube intérieur, d'où diminution de la circulation.

Comme dans la chaudière Belleville les circulations vapeur et gaz chauds sont parallèles.

Dans la chaudière à dérivation Romanet (fig. 11), le faisceau tubulaire dérivé sur le corps cylindrique est placé dans le foyer, et par suite de son inclinaison et de la haute température il s'y produit une circulation très active. Les gaz sortent de la chaudière après avoir traversé un corps semi-tubulaire formant réchauffeur, mais dans toute cette partie postérieure de la chaudière, la circulation est faible.

Ces considérations rapides montrent comment les constructeurs ont abordé le problème. La chaudière à vapeur est encore un appareil éminemment perfectible. On a trop cherché à en faire un appareil de très longue durée. C'est du côté de l'augmentation de rendement qu'il faut se tourner et pour cela ne plus craindre l'élévation de température au foyer.

La résistance suffisante des appareils sera obtenue par des dispositions bien étudiées permettant par exemple les libres dilatations de toutes les parties et par l'utilisation de matériaux bien appropriés de tout

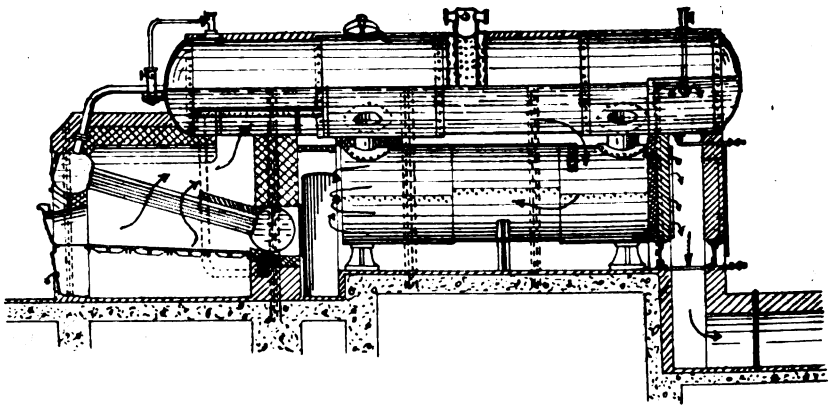


Fig. 11. — Chaudière Romanet.

premier choix, comme tôle d'acier pour les éléments de la chaudière proprement dite, fonte pour les grilles et matériaux réfractaires pour les foyers.

Les exploitants de leur côté admettront un amortissement beaucoup plus rapide s'ils savent qu'ils en sont plusieurs fois remboursés par l'économie de charbon.

L. Conge,
Ingénieur électricien, chef du service électrique de la Poudrerie de Saint-Médard.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Un nouveau type de parafoudre (1).

Les parafoudres électrolytiques usuels présentent un inconvénient : une importante surtension, ou une série de surtensions fréquentes, peuvent élever la température du parafoudre à un point où l'électrolyte chaud peut dissoudre la pellicule active des cônes, réduisant ainsi leur résistance. Pour protéger le parafoudre dans ces conditions, l'auteur a fait un certain nombre d'expériences sur un dispositif de son invention, destiné à ouvrir et fermer ou varier la résistance du circuit du parafoudre et cela automatiquement chaque fois qu'il se trouve en danger. La valve électrothermique — comme l'appelle l'inventeur — peut d'ailleurs servir à elle seule de parafoudre.

La chaleur produite par l'afflux de courant consécutif à une décharge à travers l'électrolyte produit une pression dans la chambre électrolytique. Cette pression n'est que partiellement diminuée par la petite soupape latérale 3 (fig. 1), et pendant ce temps la résistance de l'électrolyte décroît

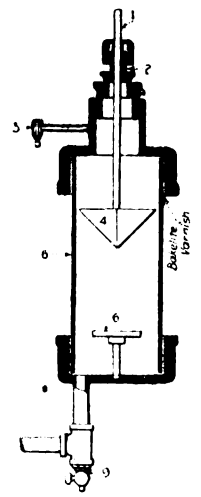


Fig. 1. — Coupe en long de la valve électrothermique.

5 est une chambre cylindrique verticale isolante fermée à ses extrémités par des couvercles de fonte. L'électrode supérieure réglable 4 est en graphite artificiel; elle a la forme d'une pyramide quadrangulaire renversée et est supportée par une tige d'acier 1 au moyen de laquelle elle est reliée électriquement avec le circuit à haute tension à protéger. Cette tige passe à travers le presse-étoupe 2 dans lequel elle peut se mouvoir pour faire varier la distance des électrodes. L'électrode inférieure 6 est une plaque de graphite artificiel, mise à la terre par le couvercle inférieur. On a employé de l'eau ordinaire comme électrolyte. La chambre est pourvue d'une petite soupape d'évacuation 3, et est aussi connectée par un tuyau à un réservoir au moyen duquel une certaine pression peut être maintenue.

alors que sa température croît, de sorte que le courant augmente rapidement. La surface de contact entre l'électrode et l'électrolyte diminue alors de plus en plus en même temps que le niveau de l'électrolyte baisse, jusqu'à atteindre la pointe de l'électrode. La diminution de surface de contact provoque un accroissement de résistance de contact et le courant baisse rapidement, quoique graduellement. En dépit de la diminution de courant, de la chaleur est maintenant produite en quantité à la surface de contact, ce qui force l'électrolyte à descendre rapidement jusqu'à ce qu'il n'y ait plus contact, d'où annulation du courant.

La soupape effilée 3 fait baisser alors la pression, et si la tension appliquée a disparu, l'électrolyte retournera rapidement à son niveau original. Si, d'autre part, la tension se maintient, l'électrolyte s'élève seulement jusqu'à faire contact avec la pointe de l'électrode. Ce contact est si petit et de résistance si élevée que la production de chaleur augmente excessivement, la pression fait de même, l'électrolyte est immédiatement repoussé vers le bas, et l'afflux de courant n'est que momentané. Ce dernier cycle se répète indéfiniment tant que la surtension se maintient, provoquant des afflux momentanés de courant, à de brefs intervalles.

Plus la surtension est élevée, plus la valve opère rapidement, puisqu'une haute tension provoque un grand afflux de courant et une rapide génération de chaleur. Si la surtension est suffisamment basse, un faible courant peut avoir lieu indéfiniment sans provoquer le fonctionnement de la valve. Toutes les autres conditions demeurant constantes, la distance entre électrodes règle la résistance électrique de la valve, et, par suite, l'intensité du courant. Si la distance est courte le courant sera intense et le fonctionnement de la valve rapide. Si la distance est plus grande, le temps nécessaire à l'ouverture du circuit devient plus grand.

Si la distance entre électrodes est très courte et la surtension élevée, il peut se former un arc qui se maintiendra après que l'électrolyte aura été repoussé. Ceci ne peut se produire que si la tension normale de la ligne est suffisante pour former un arc à travers l'intervalle. Les distances limites des électrodes pour différentes tensions n'ont pas encore été déterminées.

Le courant de capacité de la valve peut aussi être grandement accru en réduisant sa résistance. En augmentant la section de la chambre électrolytique ainsi que les dimensions des électrodes, on augmentera par cela même le courant de capacité de la valve.

En réglant la soupape effilée 3 de façon à lui donner un plus grand orifice, on diminue la vitesse de fonctionnement puisque cette soupape empêche la pression de monter aussi rapidement qu'auparavant, et quand le circuit a été ouvert une fois, l'électrolyte rétablira le contact avec l'électrode supérieure dans un temps plus court qu'avant, puisque la soupape 3 évacuera la pression plus rapidement. Cette soupape doit être réglée de façon à établir l'équilibre désiré entre la vitesse du fonctionnement initial et la vitesse de retour à la position primitive.

Fonctionnement de l'appareil sous différentes tensions. — Les courbes de la figure 2 donnent une idée approximative de la vitesse à laquelle la valve électrothermique fonctionne sous différentes tensions, et du courant transporté. Elles ont été tracées pour des tensions de 220, 600, 1050 et 2100 v, ces tensions étant appliquées directement entre électrodes sans interposition de résistance de protection

(1) E. O. Schweitzer. *Electrical World*, 13 juillet 1918, t. LXXII, p. 52-54, 3000 mots, 3 fig.

Digitized by Google

Au début de chaque essai la valve était à la température ambiante; la tension était appliquée pendant dix minutes. La distance entre électrodes était, dans chaque cas, de 7,62 cm.

Sous 600 v le courant passa d'une valeur initiale de 0,55 A à 1,80 A en 4'30"; puis il tomba brusquement à zéro en 2 secondes. Après être resté à zéro pendant quelques secondes, il recommença à croître, d'abord rapidement, puis lentement, pour atteindre une valeur maximum égale à peu près à la précédente, d'où il retomba brusquement à zéro. Ce

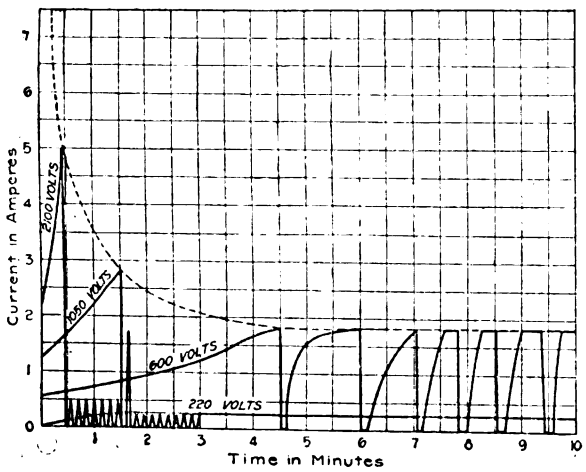


Fig. 2. — Caractéristiques de temps de la valve électrothermique.

cycle se répéta tout le temps que la tension fut appliquée, mais chaque cycle était plus court que le précédent.

Le fonctionnement à 1 050 v fut tout à fait différent. Débutant à la valeur 1,25 A le courant augmenta plus rapidement que ci-dessus jusqu'à un maximum de 2,80 A qui fut atteint en 1'30". Le point d'inflexion de la courbe est encore marqué, mais est moins distinct que dans le cas précédent, parce que l'action est maintenant plus rapide. Le courant tomba encore brusquement de son maximum à zéro. Après un temps court, il s'éleva jusqu'à 1,75 A pour retomber aussitôt à zéro. Ensuite il ne dépassa plus 0,25 A, valeur qu'il prit toutes les 5 secondes d'abord, puis toutes les 2 ou 3 secondes à la fin de l'essai.

A 2 100 v, le courant monta très vite d'une valeur initiale de 2,2 A à un maximum de 5 A qu'il atteignit en 25 secondes. Il tomba alors brusquement à zéro. Cette fois l'action fut si rapide qu'on ne put observer aucun point d'inflexion dans la courbe ascendante. Après que le circuit fut ouvert, c'est-à-dire à la fin des 25 secondes, le courant ne dépassa jamais plus la valeur 0,5 A. Jusqu'à la fin de l'essai, l'électrolyte fit contact avec la pointe toutes les 3 ou 4 secondes. A chaque contact, il y avait un afflux momentané de courant d'environ 0,5 A qui tombait à zéro presque instantanément. Pour plus de simplicité, la courbe n'indique pas ces rapides alternances de courant de 0 à 0,5 A pour le temps consécutif à la première minute, mais elles continuèrent pendant les 9 minutes restantes de l'essai.

Il est intéressant de noter que la flamme de l'arc, chaque fois qu'un contact se faisait et se rompait instantanément, se voyait distinctement à travers la paroi en fibre de 3,17 mm d'épaisseur de la chambre électrolytique.

La variation de la résistance électrique pendant les quatre essais effectués mérite d'être notée. Calculée d'après les valeurs observées de la tension et du courant, elle fut la suivante :

Tension appliquée. volts	Résistance initiale. ohms	Résistance pour le maximum de courant. ohms
220	.....	880
600	1 080	333
1 050	840	375
2 100	955	420

La résistance de l'électrolyte lui-même décroît uniformément comme la température croît, mais la résistance de contact entre électrolyte et électrodes, qui forme toujours une partie considérable de la résistance totale, varie selon la tension appliquée et d'autres conditions d'une manière plutôt obscure.

Après une vingtaine d'expériences de fonctionnement, on inspecta l'intérieur de la chambre électrolytique et elle fut trouvée en parfait bon état, en dépit des rapides successions d'arcs à haute tension formés durant les essais. L'électrode supérieure était aussi polie et intacte qu'avant les essais bien que les arcs se forment sur elle.

Aucun essai n'a été encore fait concernant le fonctionnement de la valve électrothermique soumise à une décharge disruptive telle que celle causée par la foudre. Des essais spéciaux ont besoin d'être faits sous de hautes tensions avec de hautes fréquences.

L'auteur se propose d'étudier les caractéristiques de son appareil pour des tensions atteignant 6 000 v et peut-être plus. Il essaiera diverses distances entre électrodes pour différentes tensions; il mesurera encore les courants et les temps. Il essaiera d'établir l'influence relative de différents facteurs tels que la section de l'orifice de la soupape 3, les dimensions de la chambre et des électrodes, la composition de l'électrolyte, etc.

Conclusion des essais effectués. — Deux points méritent attention. On avait prévu que l'action électrolytique entre les électrodes se résoudrait en une décomposition de l'eau et que l'hydrogène et l'oxygène formeraient un mélange explosif au-dessus de la surface de l'électrolyte. Cette prévention fut confirmée par la prise de gaz dans un tube à essais. Pour empêcher la possibilité d'une explosion dans la chambre électrolytique, qui pourrait se produire au moment de la formation d'un arc, on recouvrait l'électrolyte d'une couche d'huile. Aucune explosion ne se produisit, mais il est douteux que la présence de l'huile soit nécessaire. La quantité de gaz formé pendant le passage du courant doit être plutôt faible et, en outre, elle est grandement diluée par une plus grande quantité de vapeur d'eau qui tend à empêcher une explosion de quelque violence.

Bien que la valve électrothermique fût originalement proposée pour être mise en série avec un parafoudre à aluminium, dans le but de protéger ce dernier de toute destruction, il devint bientôt apparent qu'elle pourrait servir elle-même de parafoudre. Des essais effectués, il est évident que la valve électrothermique possède des qualités qui sont précieuses dans un parafoudre. Connectée à la terre et à une ligne, à travers un éclateur à cornes, elle éteindra promptement l'arc de puissance aux cornes, qui suit une décharge disruptive. Elle offrira en même temps une complète protection pour elle-même contre les effets destructifs résultant d'un afflux de courant. Il est probable que cet appareil pourra être établi sur une ligne de tension donnée, pour interrompre l'afflux de courant dans un intervalle de cinq secondes après qu'un arc s'est formé à l'écla-

Digitized by Google

teur. Il reste à déterminer s'il procurera un chemin suffisamment aisé au sol pour les décharges disruptives à haute tension, et s'il pourra supporter de telles décharges sans être détruit.

Les courbes déjà discutées plus haut montrent évidemment que la valve électrothermique peut transporter un courant à haute tension à la terre pour une grande échelle de tensions. Il est théoriquement possible de l'établir pour

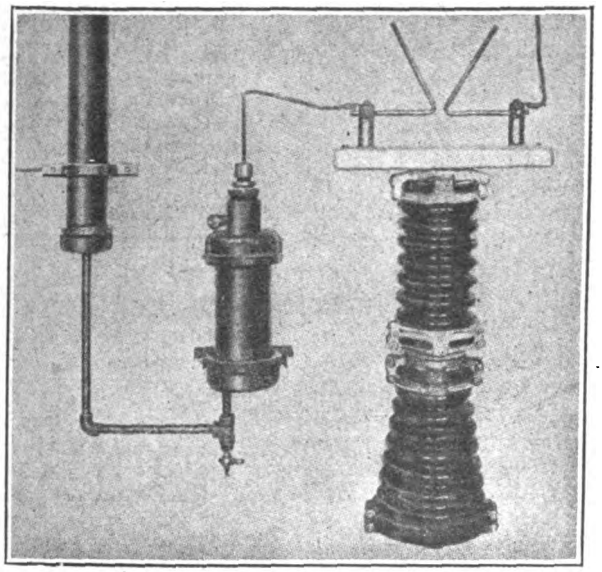


Fig. 3. — Appareillage assemblé pour constituer un parafoudre complet.
On voit la valve entre l'éclateur et le réservoir.

toute autre tension, si élevée soit-elle. Ses dimensions deviendraient de plus en plus énormes. Cela montre la flexibilité de cet appareil, flexibilité qui pourra être utilisée dans des limites de tension usuelles.

Si, après essais ultérieurs, la valve électrothermique se montre possédant à un degré suffisant les autres qualités requises d'un bon parafoudre, son champ possible d'utilité sera très vaste. Elle sera beaucoup meilleur marché que le parafoudre ordinaire et ne nécessitera pas de fréquentes inspections, de nettoyage soigneux ou de maniement délicat.

P. V.

Pertes dans les transformateurs des grands réseaux suivant le système de distribution employé (1).

Lorsqu'on a à faire le projet d'une centrale électrique qui doit alimenter un grand nombre de localités, on se trouve en présence de deux systèmes possibles de distribution. On peut adopter soit une tension de distribution uniforme de 20 000 à 30 000 v, soit une tension de 30 000 à 50 000 v pour le réseau principal, mais avec une tension intermédiaire de 6000 à 20 000 v pour les réseaux secondaires. La plupart du temps, les frais d'installation sont moins importants si l'on adopte la seconde solution. Toutefois, les pertes dans les transformateurs pour les installations du premier genre (tension unique de distribution) sont souvent déjà très importantes (50 pour 100 et plus de l'énergie réellement utilisée). Il y a donc lieu de se demander si ces pertes ne sont pas encore considérablement accrues par l'emploi d'une transformation supplémentaire.

Or, il n'en est rien pour les raisons suivantes :

1° La puissance des transformateurs des stations intermédiaires peut être inférieure à la puissance totalisée des postes de transformation qu'elle dessert;

2° Cette puissance peut être répartie entre plusieurs unités qui peuvent être mises en service successivement suivant les besoins du réseau;

3° Les pertes dans le fer sont relativement plus petites pour les gros transformateurs que pour les petits;

4° A puissance égale, les pertes à vide sont d'autant plus faibles que la tension primaire est plus basse.

L'auteur développe d'abord la première de ces propositions. Il indique que la tension de 6 000 v permet d'alimenter un territoire de 900 km² sans exiger des sections de cuivre supérieures à 16 mm². Cette tension, employée comme tension intermédiaire, permet d'alimenter environ 50 localités par autant de sous-stations. On peut ainsi choisir la puissance des transformateurs de la même manière qu'on le ferait pour une centrale. Les statistiques du syndicat allemand des usines d'électricité indiquent le rapport qui existe entre la puissance maximum fournie par la centrale et celle de l'ensemble des transformateurs branchés par le réseau. Ce rapport était en moyenne de 40 pour 100 en 1912 pour 30 centrales de distribution. Il est encore plus faible pour des distributions exclusivement rurales. On sera donc très large en installant dans la sous-station intermédiaire des transformateurs dont la puissance totale serait inférieure de 50 pour 100 à celle des transformateurs desservis. Les pertes seront diminuées, de ce fait, de moitié par rapport à une distribution directe.

En ce qui concerne la deuxième proposition, l'auteur remarque que chaque sous-station aurait à fournir plusieurs centaines de kilovolts-ampères. Par suite, il est indiqué de partager cette puissance entre plusieurs transformateurs, trois par exemple, afin d'augmenter à la fois la sécurité de l'exploitation et le rendement de l'ensemble, chaque transformateur n'étant branché, aussi bien du côté haute tension que du côté basse tension, que si l'appel de courant du réseau nécessite sa mise en service. Les pertes à vide sont ainsi considérablement réduites. C'est ainsi que dans une sous-station de trois transformateurs, tandis que le premier transformateur est resté branché pendant 4 460 heures dans une année de 8 760 heures, le second ne l'a été que pendant 3 300 heures et le troisième pendant 1000 heures. Si l'on admet que le premier transformateur travaillera à demi-charge pendant 2 460 heures et à $\frac{1}{10}$ de la charge normale pendant 2 000 heures, sa durée d'utilisation correspondra à un fonctionnement à pleine charge de

$$\frac{1}{3}\left(2\,460 \times \frac{1}{2} + 2\,000\ \frac{1}{10}\right) = 477 \text{ heures.}$$

Si la charge du deuxième transformateur varie de $\frac{1}{3}$ à $\frac{2}{3}$ de la pleine charge, (soit en moyenne, la demi-charge) son temps d'utilisation sera de

$$\frac{1}{2}\ 3\,300 = 1\,650 \text{ heures.}$$

Quant au troisième transformateur, s'il est chargé à $\frac{5}{6}$ de

(1) *E. T. Z.*, 18 octobre 1917, t. XXXVIII, p. 501-503, 5 fig.

Digitized by Google

la pleine charge pendant ses 1000 heures de fonctionnement, sa durée d'utilisation sera de $\frac{5}{6}$ 1000 = 833 heures.

Soit au total pour les transformateurs, 2900 heures d'utilisation.

Cette évaluation concorde avec les résultats de la statistique qui donne, pour 23 réseaux de distribution rurale, une moyenne de 2690 heures de service annuel, chiffre un peu inférieur au précédent.

On peut donc compter sur une réduction des pertes à vide de

$$\frac{1\,000 \times 1 + 3\,300 \times \frac{2}{3} + 4\,460 \times \frac{1}{3}}{8\,760},$$

Soit environ 50 pour 100, par le seul fait d'une utilisation rationnelle des transformateurs. On a vu que d'ailleurs ces pertes sont encore diminuées de moitié par l'usage de sous-stations de transformation avec tension intermédiaire, de sorte que, finalement, les pertes à vide se trouvent réduites à 25 pour 100 de ce qu'elles seraient sans l'application des deux propositions sus-énoncées.

La troisième proposition (diminution des pertes à vide par kilowatt utile lorsque la puissance des unités augmente) n'a pas besoin d'être démontrée. Le diagramme de la figure 1 donne les pertes dans le fer en watts par kilovolt-

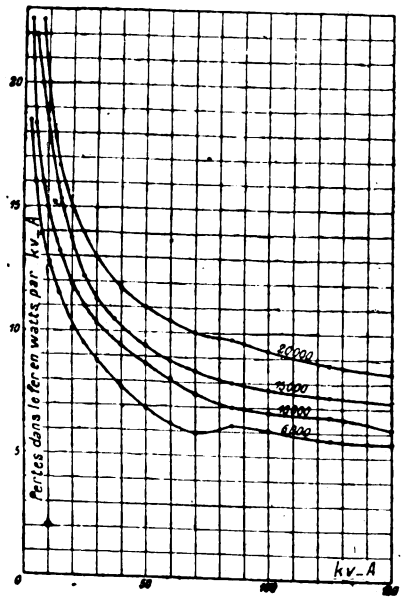


Fig. 1. — Pertes dans le fer de transformateurs de moyenne puissance par kilovolt-ampère.

ampère fournis en fonction de la puissance des transformateurs et de la tension d'alimentation. On voit que cette perte relative diminue beaucoup jusque vers 70 kv-A et d'autant plus vite que la tension primaire est plus faible. La figure 2 montre le même diagramme pour des transformateurs de grande puissance (200 à 1000 kv-A).

L'auteur a étudié complètement une distribution de 12000 kv-A alimentant un territoire de 10000 km² ; il est arrivé à cette conclusion que le nombre et l'importance des sous-stations intermédiaires, et par suite la puissance des transformateurs, varie avec la tension secondaire adoptée comme le montre le tableau suivant :

Tableau I.

TENSION MOYENNE EN VOLTS	NOMBRE DES SOUS-STATIONS	PUISSANCE A INSTALLER DANS CHAQUE SOUS-STATION (moitié de la puissance reliée) EN KV-A	PUISSANCE UNITAIRE DES TRANSFORMATEURS EN KV-A
20 000	2	3 000	1 000
15 000	4	1 500	500
10 000	6	1 000	350
6 000	12	500	175

Les statistiques de 1912 indiquent que la puissance moyenne de stations de transformateurs pour 27 distributions régionales est de 25 kv-A.

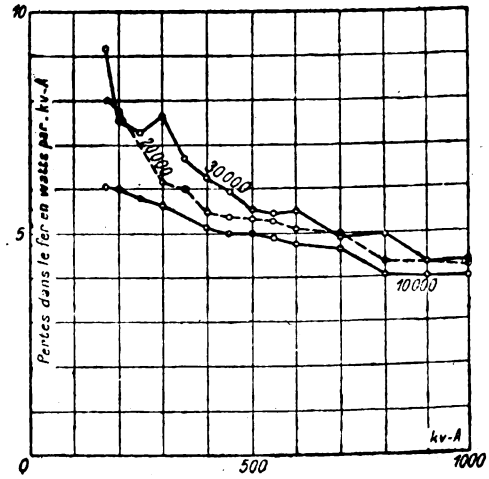


Fig. 2. — Pertes dans le fer de transformateurs de grande puissance par kilovolt-ampère.

Le tableau suivant donne les pertes à vide des différents transformateurs cités dans le tableau 1. La troisième colonne donne le taux de ces pertes en pour 100 de celles du transformateur de 25 kv-A fonctionnant sous la même tension de 20000 v (14 w : kv-A, fig. 1).

Tableau II.

PUISSANCE DU TRANSFORMATEUR	PERTES DANS LE FER PAR KV-A (d'après la figure 2)	EN % DE LA PERTE DES TRANSFORMATEURS DE 25 KV-A	PERTES SUPPLÉMENTAIRES EN % (25 % des précédentes)
1 000	4,3	30,7	7,7
500	5,5	39,3	9,85
350	6,7	47,8	12
175	9,15	65,3	16,3

Digitized by Google

L'auteur montre ensuite que la division de la puissance ne doit cependant pas être poussée trop loin, et que le chiffre de 3 transformateurs constitue la limite au delà de laquelle l'avantage obtenu est annihilé par l'augmentation des frais d'installation de la sous-station. Il recommande même de garder, dans la majorité des cas, le troisième transformateur comme réserve, les 2 premiers travaillant à à 50 pour 100 de surcharge au besoin. On obtient ainsi une marche plus économique et plus sûre. On peut, par exemple, compter sur un temps d'utilisation de $4460 + \frac{3300}{2} = 6110$ heures; les pertes à vide s'élèvent alors à 65 pour 100 de ce qu'elles seraient si les deux transformateurs restaient branchés continuellement. Les pertes supplémentaires (deuxième proposition) sont alors sensiblement augmentées; elles deviennent $\frac{50}{100} \times \frac{65}{100} = 32,5$ pour 100, mais elles diminuent du fait de l'augmentation de la puissance des unités comme le montre le tableau suivant :

TABLEAU III.

Tension intermédiaire..	20 000	15 000	10 000	6 000
Puissance de chaque transformateur, en kw-a.	1 500	750	500	250
Pertes calculées en % de celles de transformateurs de 25 kv-a fonctionnant en service continu.....	28,6	35,0	39,3	51,8
Dont il faut prendre 32,5 % pour avoir les pertes supplémentaires vraies, soit.....	9,3	11,4	12,8	16,8

L'auteur étudie ensuite la quatrième proposition (pertes dans le fer plus faibles pour des tensions primaires plus basses).

La figure 1 montre déjà l'importance de ce phénomène qu'on peut chiffrer de la façon suivante :

Tension intermédiaire adoptée, en volts....	20 000	15 000	10 000	6 000
Pertes en watts par kv-a (transformateur de 25 kv-a).....	14	12,2	11	9,5

Le tableau suivant résume les différents résultats obtenus :

TABLEAU IV.

Tension intermédiaire adoptée.....	20 000	15 000	10 000	6 000
Augmentation des pertes pour 100 (tableau 3)...	9,3	11,4	12,8	16,8
Diminution des pertes par rapport à des transformateurs de 25 kv-a sous 20 000 v, en pour 100	0	12,8	21,4	32,1
Résultat de ces 2 effets combinés, en pour 100..	+9,3	—1,4	—8,6	—15,3

Il résulte de ce tableau que, si l'on choisit une tension intermédiaire assez faible, les pertes à vide diminuent, et cela d'autant plus vite que cette tension est plus basse.

En plus des pertes dans le fer il faut considérer les pertes dans le cuivre; mais celles-ci étant proportionnelles au carré du courant de charge sont généralement très inférieures aux premières qui subsistent à vide aussi bien qu'en charge. Le diagramme de la figure 3 donne les pertes dans le cuivre en watts par kilovolt-ampère à pleine charge en fonction de la puissance du transformateur et pour différentes tensions primaires. On voit qu'elles sont en moyenne de 20 w : kv-a, et que, d'autre part, elles sont à peu près indépendantes de la tension d'alimentation et de la puissance, au moins jusqu'à 150 kv-a.

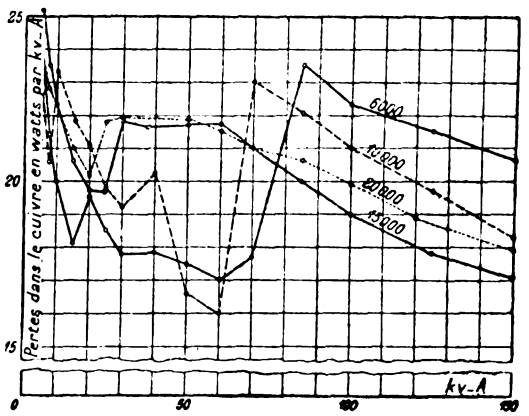


Fig. 3. — Pertes dans le cuivre de transformateurs de moyenne puissance par kilovolt-ampère et à pleine charge.

Les courbes de la figure 4 donnent ces pertes pour les gros transformateurs de 150 à 1000 kv-a. On voit qu'elles sont de 16 à 17 w en moyenne, soit 100 kw pour un transformateur de 6000 kv-a fonctionnant à pleine charge, ou 25 kw pour le même appareil marchant à demi-charge. Si donc l'on ne met en service que la moitié des transformateurs installés, on diminue de moitié les pertes dans le fer totales, mais on double en même temps les pertes dans le cuivre.

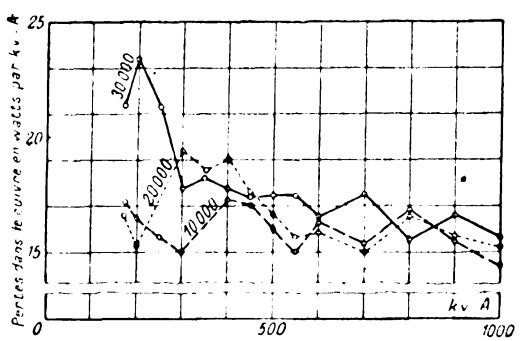


Fig. 4. — Pertes dans le cuivre de transformateurs de grande puissance par kilovolt-ampère et à pleine charge.

Ces dernières varient avec la façon dont les transformateurs sont utilisés. Un tableau donné par l'auteur montre que, pour une durée d'utilisation de 2646 heures (ce qui est une moyenne comme nous l'avons vu), le nombre d'heures correspondant à des pertes est de 1659 par l'emploi de deux transformateurs, et de 1363 par l'emploi d'un seul de

Digitized by Google

puissance double; cela veut dire que les pertes dans le cuivre auraient été les mêmes si les transformateurs avaient travaillé respectivement 1 659 et 1 363. heures à pleine charge.

C'est ainsi que le transformateur de 6 000 kv A envisagé plus haut perdrait par an $100 \times 1659 = 165900$ kw-h. Les pertes dans le fer des transformateurs desservis par ce dernier seraient, d'autre part, de :

$$8\,760 \times 12\,000 \times 14 \text{ wh} = 1\,475\,000 \text{ kw-h.}$$

De sorte que les pertes dans le cuivre des transformateurs intermédiaires atteignent 11 pour 100 des pertes dans le fer des transformateurs d'utilisation. Au total, on obtient le tableau suivant pour la variation de toutes les pertes du transformateur à différentes tensions moyennes.

Tableau V.

Tension intermédiaire adoptée, en volts.....	20 000	25 000	10 000	6 000
Variation des pertes dans le fer, en pour 100.....	+ 9,3	— 1,4	— 8,6	—15,3
Variation des pertes dans le cuivre, en pour 100..	+11	+11	+11	+11
Variation des pertes totales, en pour 100....	+20,3	+ 9,6	+ 2,4	— 4,3

Ce tableau montre que les pertes totales restent à peu près les mêmes si l'on adopte une tension intermédiaire assez basse (10000 v par exemple).

Enfin, l'auteur remarque que l'on peut diminuer les pertes en branchant convenablement les transformateurs des postes intermédiaires. La figure 5, par exemple, montre que pour un poste comportant trois transformateurs de

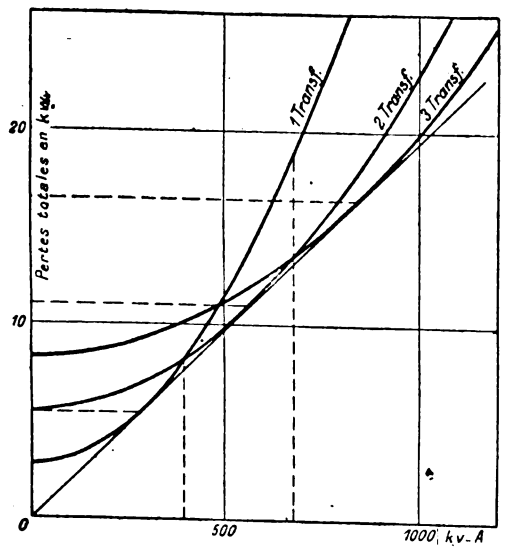


Fig. 5. — Pertes totales d'une station intermédiaire comportant 3 transformateurs de 500 kv-A.

500 kv-A, le second doit être branché quand la puissance demandée atteint 400 kv-A, et le troisième lorsqu'elle atteint 690 kv-A. La tangente aux trois courbes détermine les points de meilleur rendement (pertes dans le cuivre égales aux pertes dans le fer).

J. C.

Étude sur la tension produite dans les magnétos à haute tension (1).

Dans l'introduction, l'auteur précise les conditions qui ont servi de base à son travail. Il rappelle qu'une magnéto à haute tension comprend un enroulement primaire et un enroulement secondaire bobinés tous les deux sur le noyau de l'induit, un rupteur et un condensateur en parallèle avec celui-ci. La magnéto diffère d'une bobine d'induction ordinaire par les points suivants : 1° une armature du condensateur, un des contacts de l'interrupteur, une des extrémités de l'enroulement primaire, et, enfin, un des pôles de l'éclateur sont reliés à la terre ou à la masse; 2° le fil secondaire est relié d'un côté au primaire un peu avant le condensateur et l'interrupteur, de sorte qu'il est mis au sol à travers le circuit primaire. La présente communication envisage principalement les phénomènes qui se passent après séparation des contacts; elle étudie la manière dont la tension secondaire prend naissance et comment elle dépend des constantes et des coefficients des deux circuits qui sont : 1° la self-induction L_1 de la bobine primaire; 2° la self-induction L_2 de la bobine secondaire. Ce dernier coefficient est défini comme l'induction totale à travers l'enroulement secondaire due au courant qui circule dans celui-ci, divisée par la valeur du courant au point de jonction du primaire et du secondaire. Par suite du fait que, pendant les oscillations consécutives à la rupture, ce courant n'est pas uniformément réparti le long du fil secondaire, mais est maximum au point de jonction et nul au pôle de l'éclateur (jusqu'au moment où l'étincelle jaillit), la valeur de L_2 est un peu plus faible que celles que donnent les mesures qui s'effectuent avec un courant uniformément distribué; 3° l'induction mutuelle M_{21} du primaire sur le secondaire; 4° l'induction mutuelle M_{12} du secondaire sur le primaire. C'est l'induction du courant secondaire sur le circuit primaire, divisée par la valeur du courant au point de raccordement des deux circuits. Par suite encore de l'inégale distribution du courant secondaire, M_{12} est un peu plus faible que M_{12}; 5° la capacité du condensateur primaire C_1; 6° la capacité C_2 du circuit secondaire; celle-ci se déduit de la charge de l'enroulement secondaire et des accessoires qui y sont reliés, divisée par la différence de potentiel entre les bornes de l'éclateur. Cette capacité est répartie sur tout le fil secondaire et sa valeur est sans doute fortement influencée par la proximité des pièces polaires et du noyau qui sont au potentiel zéro; 7°, enfin, il faut tenir compte des résistances R_1 et R_2 des fils primaire et secondaire. — L'auteur développe ensuite les calculs qui conduisent à la formule donnant la tension secondaire; puis reproduit les courbes montrant : 1° la relation entre la capacité du condensateur primaire et la tension secondaire maximum pour une bobine d'induction; 2° la même relation pour le cas d'une magnéto. — Les autres questions traitées sont : mesures des self-inductions, des couplages et des résistances effectives par des méthodes d'oscillations; calcul de la capacité du circuit secondaire; oscillations qui accompagnent la décharge; calcul de la tension secondaire maximum en fonction des constantes des circuits. Comme conclusion, il dit que la magnéto, appliquée à la production de hautes tensions, est une machine à très faible rendement qui demande encore beaucoup de perfectionnements.

(1) E. Taylor Jones, *Philosophical Magazine*, août 1918, 6e série, t. xxxvi, p. 145-169, 6 fig., 1 pl.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Congrès général du Génie civil (*Suite*)

TRAVAUX DE LA SECTION V (*Suite*)

Les avantages économiques du développement de l'industrie de la carbonisation de la houille (1).

L'industrie de la construction du matériel électrique est, en tant que consommatrice de fers, fontes et aciers, intéressée au développement de la sidérurgie française. Or, si la France est riche en minerais de fer, elle est pauvre en charbon et de ce fait doit avoir recours à l'étranger pour se procurer le coke métallurgique nécessaire à l'alimentation de ses hauts fourneaux : en 1913, pour la production de 5311316 t de fonte, il a été consommé 5749000 t de coke dont 3070000 t provenaient de l'étranger; après la guerre, la restitution de l'Alsace-Lorraine augmentera notre consommation de coke métallurgique de 5800000 t, alors qu'elle n'augmentera notre production que d'environ 2000000 t, ce qui portera à 7 ou 8 millions de tonnes notre déficit en coke.

Dans son rapport, M. Ch. Berthelot examine les moyens de remédier à cette pénurie de coke métallurgique. Il fait remarquer que savants et industriels sont en complet accord pour reconnaître qu'on obtiendrait une amélioration considérable du rendement thermique de la houille en distillant d'abord celle-ci en vue d'en recueillir le gaz, les sous-produits et le coke, puis en gazéifiant le coke dans des gazogènes. Il envisage dès lors le développement, dans un avenir plus ou moins prochain, des usines de distillation du charbon et en particulier des usines à gaz actuelles, en vue de fournir à la consommation domestique sous forme de gaz les calories qu'elle retire aujourd'hui de la combustion de plus de 16 millions de tonnes de charbon. On réaliserait ainsi non seulement une économie de charbon pour un même résultat thermique, mais encore une augmentation considérable de notre production de coke. Toutefois, étant donné que le coke que produisent les usines à gaz actuelles ne peut être utilisé en métallurgie, il est permis de se demander si cette augmentation de notre production de coke aurait une répercussion sur le développement de notre industrie métallurgique. C'est à cette question que répond l'auteur dans les 23 pages de son rapport où il montre que les usines à gaz peuvent fort bien produire du coke métallurgique et cela en abaissant le prix de revient du gaz produit en même temps.

Ne pouvant suivre le rapporteur dans le détail des considérations qu'il développe pour démontrer l'exactitude de sa thèse, nous nous bornerons à en indiquer les grandes lignes.

Un premier point à retenir est que les perfectionnements successifs apportés aux industries du coke métallurgique et du gaz d'éclairage ont rapproché peu à peu ces deux industries qui, correspondant à des besoins différents, s'ignoraient complètement à l'origine. Les fours à coke des cokeries sont, en effet, devenus similaires des fours des usines à gaz : leur température de fonctionnement s'est élevée, leur largeur a été réduite; la durée de la distillation a été considérablement diminuée, on y a pratiqué la récupération des sous-produits. Parallèlement, les fours à gaz d'éclairage se sont rapprochés des fours des cokeries : les fours les plus récents, les fours Munich, ne sont que des fours à coke inclinés et encore leur inclinaison n'est-elle pas tout à fait logique; de plus, le poids des charges augmentait progressivement, passant de 225 à 1010 et 12000 kg; enfin, la température de fonctionnement atteignait des températures de plus en plus élevées, permettant d'avoir un coke plus dense et un goudron plus fluide, sans cependant exagérer les décompositions pyrogénées du gaz produit. La démarcation entre les deux industries n'est plus, en réalité, bien considérable et ne porte guère que sur des variantes dans le mode de construction des fours à gaz et des fours à coke, sur de légères différences dans les procédés utilisés pour la récolte des sous-produits, enfin sur des différences de composition du charbon traité et du coke obtenu. L'auteur montre que ces divergences peuvent s'atténuer encore et même disparaître.

M. Berthelot examine alors les objections que l'on peut faire contre la transformation des usines à gaz en cokeries, objections qui sont : 1° incertitude d'écoulement du coke métallurgique obtenu; 2° frais élevés de transport, en raison de la grande distance qui très souvent sépare les grandes villes des usines métallurgiques; 3° difficulté de maintenir constante l'allure de la fabrication du coke, la consommation du gaz se réduisant en été; 4° raréfaction des charbons à coke; 5° difficulté de l'utilisation des petits cokes métallurgiques pour les besoins domestiques.

De ces objections, la première n'a pas de valeur d'a-

(1) Rapport de M. Charles Berthelot. Un article du même auteur et se rapportant au même sujet, intitulé « Vers le rapprochement des usines à gaz et des cokeries » vient de paraître dans *Chimie et Industrie*, octobre 1918, t. 1, p. 471-480.

Digitized by Google

près les nombres rappelés plus haut; la seconde, qui était capitale quand notre métallurgie était concentrée dans l'Est, devient secondaire aujourd'hui que nous avons des hauts fourneaux en Normandie et dans la Loire-Inférieure; la troisième peut n'avoir pas d'inconvénient si les usines métallurgiques possèdent des parcs à coke suffisamment grands; la quatrième est plus sérieuse, mais on sait que M. Charpy a montré dans une communication à l'Académie des Sciences, 11 juin 1917, qu'un traitement thermique convenable permet d'obtenir du bon coke métallurgique avec des houilles paraissant inutilisables dans ce but; enfin la cinquième est démontrée fausse par l'expérience.

La fabrication du coke métallurgique dans des cokeries gazières présentent deux avantages économiques : plus bas prix de revient du gaz et réduction des frais d'installation; c'est ce qu'établit le rapporteur.

Nous ne suivrons pas M. Berthelot dans les développements qu'il donne sur les tendances modernes de l'industrie de la carbonisation de la houille relatives : à la sulfatation semi-indirecte pour la production du sulfate d'ammonium, au fractionnement du gaz de fours à coke et à l'emploi du gaz pauvre pour le chauffage de ces fours. Nous ne retiendrons de cette partie de son rapport, trop en dehors des questions intéressant l'ingénieur électricien, que les mesures qu'il préconise pour favoriser le développement de l'industrie de la carbonisation; ce sont : 1° installation d'une station centrale de recherches; 2° création d'un périodique, organe de la station d'études; 3° établissement d'un droit de douane spécial pour annihiler l'effet du « dumping ».

Le pétrole « est un combustible » (1).

Ce rapport, de 30 pages, comprend 11 chapitres dont les titres, que nous donnons ci-après, permettront au lecteur de se faire une idée du contenu du rapport : le pétrole est un combustible (abondant, économique, hygiénique, puissant.); où trouver le pétrole; pourquoi la production du pétrole est-elle limitée; les résidus de pétrole ont des applications de plus en plus importantes; les résidus de pétrole doivent être taxés comme les houilles; le pétrole est indispensable à la vie d'un grand pays; l'alcool peut aider l'essence mais ne peut se substituer à ce carburant, le benzol peut remplacer l'essence; les importations de pétrole sont entre les mains d'un monopole; comment se libérer du monopole privé; nécessité de créer une industrie nouvelle de raffinage des pétroles bruts; le pétrole français aux Français.

A la suite de la lecture de ce rapport la sous-commission chargée de l'examiner a rédigé des résolutions demandant : 1° la mise en exploitation rapide des gisements de pétrole reconnus dans nos colonies du nord de l'Afrique; 2° une organisation méthodique de transport et de réception du pétrole; 3° une organisation puissante de production, d'importation, de transformation et de vente du pétrole; 4° l'étude d'un tarif douanier. Une note ultérieure de M. Guiselin précise d'ailleurs la portée de ces résolutions.

A propos de ces résolutions, M. H. Maréchal, président du Syndicat général des Transports publics automobiles de France a déposé des conclusions concernant l'organisation qui y est prévue. De son côté M. Lefèvre-Vacqueric a présenté diverses observations. Ces résolutions et observations ont donné lieu à une réponse de M. Guiselin.

Sur la législation des pétroles (1).

D'après le rapporteur, la législation actuelle sur les huiles minérales présente trois défauts essentiels : 1° elle tend à supprimer complètement en France l'industrie du raffinage; 2° elle empêche l'importation des huiles brutes, pauvres en essence et huiles lampantes et a ainsi provoqué l'importation du distillat; 3° elle empêche de mettre à la disposition de l'industrie française le combustible nécessaire à l'emploi de moteurs Diesel et au développement de la motoculture. Chacun de ces points est développé dans le rapport qui, comme le précédent, a donné lieu à une réponse de M. Guiselin.

Critique de la législation fiscale du pétrole (3).

Outre cette réponse, M. Guiselin a présenté deux rapports sur la même question. Dans celui dont le titre est indiqué ci-dessus, il établit qu'il est possible de prendre des mesures fiscales permettant d'atteindre les deux buts suivants, malgré la contradiction apparente de ceux-ci: 1° rapporter au Trésor; 2° aider l'industrie à produire à meilleur marché.

Le premier résultat peut évidemment être obtenu par une augmentation pure et simple des taxes existantes; mais ce ne serait là qu'un expédient. Un autre moyen consiste à provoquer une augmentation de la consommation et à établir une meilleure répartition des taxes; il permettrait d'atteindre en même temps le second but. M. Guiselin indique quelles devraient être ces taxes et comment elles devraient être réparties sur les huiles brutes, les huiles raffinées et les résidus de la distillation.

Le mode de taxation qu'il préconise aurait pour conséquences: la création d'une véritable industrie du raffinage en France; l'extension du marché des matières premières, l'apparition d'une concurrence intérieure; la possibilité de fournir à bon compte des essences de cracking à l'automobilisme et à la motoculture, des huiles lourdes pour moteurs Diesel, des résidus liquides combustibles destinés à la marine de guerre, la marine marchande, les forges de l'intérieur.

Sur la réforme du tarif douanier du pétrole (3).

Dans ce rapport, M. Guiselin s'occupe particulièrement des taxes sur les huiles lourdes, les résidus de

(1) Rapport de M. Guiselin, ingénieur E. P. C., expert en Douanes, secrétaire de la Commission internationale du Pétrole.

(1) Rapport de M. Fabien Thibault.
(2) Rapport de M. Guiselin.
(3) Rapport de M. Guiselin.

Digitized by Google

pétrole et les schistes. Il est accompagné de plusieurs annexes qui se rapportent au côté technique de la question : définitions des produits, méthodes d'essai.

Malgré l'intérêt que présente la question pour le développement de la production de la force motrice par moteurs à huile lourde, nous ne pouvons que signaler ce rapport.

VŒUX ET RÉSOLUTIONS DU CONGRÈS

Pour compléter ce compte rendu du Congrès général du Génie civil il nous faudrait donner celui des séances plénières qui l'ont clôturé.

On sait que, d'après le règlement d'organisation du Congrès, ces séances devaient être consacrées à la discussion des vœux présentés par les sections et à l'adoption de ces vœux sans ou avec modifications. Pour faciliter le travail et abréger la durée des séances, une première discussion eut lieu dans les sections elles-mêmes, et ce n'est qu'après cette discussion préliminaire que les vœux définitifs des sections furent présentés en séance plénière, de sorte que, en général tout au moins, ces vœux définitifs furent adoptés sans discussion importante.

Les vœux et résolutions adoptés par le Congrès ont été publiés dans une brochure de 134 pages qui a été récemment distribuée aux congressistes. Son contenu ne peut se prêter à l'analyse ; il nous faudrait dès lors reproduire intégralement les vœux et résolutions se rapportant aux questions qu'il nous a paru utile de présenter à nos lecteurs dans les pages que nous avons consacrées au Congrès. Comme le plus souvent ils diffèrent peu de ceux qui ont été exprimés dans les rapports primitifs, nous nous abstiendrons de cette reproduction et renverrons les intéressés à la brochure publiée par le Congrès. Elle leur permettra de constater que le Congrès général du Génie civil a donné lieu, dans toutes les branches de l'activité industrielle, à des travaux approfondis qui ont permis à des idées nouvelles de se faire jour, et qui constituent une excellente préparation à l'application des réformes que réclame la renaissance de notre industrie.

Nous terminons donc ici notre compte rendu du Congrès. Nous espérons d'ailleurs avoir l'occasion prochaine de lui apporter un complément car les travaux du Congrès, si intéressants qu'ils soient, resteraient sans valeur pratique, si les vœux et résolutions auxquels ils ont conduit n'étaient suivis de réalisations, et nous ne manquerons pas de signaler ici ces réalisations.

Revues, analyses et informations

L'enseignement professionnel en Afrique occidentale française.

Nous avons déjà indiqué (*R. G. E.*, 9 juin 1917, t. 1, p. 910) d'après un rapport de M. Paul Wiernsberger, le développement pris dans nos colonies d'Extrême-Orient par les écoles professionnelles. Un rapport présenté à la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale sur un ouvrage récent de M. Georges Hardy, inspecteur de l'enseignement de l'Afrique occidentale française, intitulé « Une conquête morale : l'enseignement en Afrique occidentale française », nous montre que dans cette partie de notre domaine colonial de sérieux efforts sont également faits pour tirer parti de la main-d'œuvre indigène au profit de notre industrie.

D'après ce rapport l'Afrique occidentale française possède plusieurs écoles professionnelles. « Elles ont pour but, dit-il, d'éveiller l'esprit d'observation et l'adresse des enfants, à réhabiliter à leurs yeux le travail manuel, à les guider dans le choix d'un métier. Après l'école professionnelle, l'adolescent est prêt pour l'apprentissage et, en deux ou trois ans, il peut devenir bon ouvrier : menuisier, ébéniste, charpentier, charron, forgeron, ajusteur.

Les colonies du Haut-Sénégal-Niger, de la Guinée française de la Côte-d'Ivoire et du Dahomey possèdent chacune une école d'apprentissage installée au chef-lieu. La plus importante est l'Ecole supérieure professionnelle Pinet-Laprade, installée à Gorée, au milieu du bel ensemble d'établissements créés par le Gouvernement dans cette île. L'instruction générale qui y est donnée complète l'instruction professionnelle et, à la sortie de l'école vers l'âge de vingt ans, les élèves peuvent entrer dans les ateliers du gouvernement ou dans les ateliers privés et devenir très rapidement des ouvriers très appréciés, gagnant comme salaire du début 1 000 fr et parvenant souvent à la solde de fin de carrière de 3 000 à 4 000 fr.

L'apprentissage des imprimeurs se fait dans un cours annexé à l'imprimerie du Gouvernement général à Gorée. L'apprentissage administratif et commercial se fait au chef-lieu de chaque colonie dans des établissements appelés « groupes centraux » ; ce sont des internats donnant un enseignement primaire supérieur administratif et commercial ; c'est là que se forment les postiers, télégraphistes, infirmiers, comptables et dactylographes. Une école supérieure, l'Ecole Faidherbe, vient d'être créée dans le même but ; cette école préparera aussi à deux écoles pratiques de médecine et d'agriculture.

Le recrutement de ces diverses écoles s'effectue dans les écoles primaires régionales. Celles-ci sont de véritables villages scolaires, chaque jour transformés, agrandis, embellis par les jeunes élèves eux-mêmes qui sont sous le régime de l'internat. Elles sont alimentées à leur tour par les écoles primaires de village qui leur envoient les élèves les plus aptes à recevoir un complément d'instruction.

La population scolaire de l'ensemble de ces écoles est évaluée à 2 000 élèves. C'est peu pour une population de 11 000 000 habitants, mais il convient de remarquer que l'organisation de l'enseignement dans l'Afrique occidentale n'en est encore qu'à ses débuts, qu'en trois ans cette population scolaire a passé de 12 000 à 20 000 et que la fondation récente de l'Ecole normale de Gorée pour la formation de maîtres permettra de l'augmenter annuellement de 3 000 élèves.

Digitized by Google

Assemblées générales

Compagnie pour la fabrication des Compteurs et Matériel d'usines à gaz.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 30 JUILLET 1918.

L'augmentation du capital de 18 millions a été réalisée, le nombre des actionnaires a atteint 4000, les propriétaires de titres demeurés en pays envahis et les mobilisés ont eu leurs intérêts sauvegardés par le syndicat constitué pour agir à leur place.

Les comptes de cette année sont arrêtés au 31 mars 1918 afin de permettre la vérification des comptes des succursales; l'exercice ne comprend que onze mois.

Les fabrications ont été un peu moins actives et beaucoup moins fructueuses que l'année dernière. L'Etat a fixé pour les marchés des prix très bas.

Le prix des matières premières, l'augmentation de main-d'œuvre ont grevé les dépenses. Les travaux pour la guerre n'ont donné qu'un bénéfice de 6,40 pour 100. Néanmoins, ces fabrications spéciales sont développées et d'intéressantes recherches sont poursuivies par les ingénieurs.

Parmi les appareils, plusieurs ont reçu de nouvelles applications et ont été adoptés par les services de l'Etat. Les procédés de protection pour les liquides inflammables ont été choisis pour plusieurs installations dépendant du Ministère de la Guerre.

La marche des succursales a été entravée par les difficultés de transport, les résultats de l'exercice en ont souffert. Il en a été de même pour les succursales des pays neutres, seule la maison de Dordrecht a réalisé d'importants bénéfices.

L'usine de Milan a travaillé pour la guerre; des ateliers spéciaux y ont été créés.

Les bénéfices pour les onze mois se sont élevés à 10739063,94 fr.

Le dividende est fixé à 20 fr par action libérée et 18,4375 fr sur les actions libérées aux trois quarts; sur ces sommes un acompte de 6,25 fr pour les actions libérées et de 4,6875 fr pour les actions non libérées a été mis en paiement le 15 mai dernier; le surplus sera payé le 15 novembre prochain contre le coupon n° 78.

Le report à nouveau est de 512250,14 fr.

BILAN AU 31 MARS 1917.

Actif.

	fr
Fonds de commerce : Valeur industrielle des 13 établissements de France et de l'étranger.	1 »
Terrains, immeubles et constructions :	
Siège social et ateliers : rues Claude-Vellefaux, de la Grange-aux-Belles et Vicq-d'Azir	2 680 854,65
Boulevard de Vaugirard et impasse du Maine	2 431 188,97
Terrain Montrouge	2 128 937,51
Succursales, province et étranger	7 217 710,58
Matériel industriel :	
Maison de Paris	411 121,53
Succursales de Paris, province et étranger.	1 717 917,79
Mobilier industriel	1 »
Marchandises en magasin :	
Maison de Paris	4 546 612,21
Succursales de Paris, province et étranger.	23 884 319,65
A reporter	45 018 663,89
Report	45 018 663,89
Caisse, effets à recevoir, banquiers :	
Maison de Paris	2 173 301,05
Succursales de Paris, province et étranger.	2 590 308,94
Bons de la Défense nationale	10 777 750 »
Débiteurs divers :	
Maison de Paris	16 021 247,58
Succursales de Paris, province et étranger.	16 029 927,41
Old Silkstone Collieries	2 019 309,16
Travaux en cours divers	2 054 118,72
Compteurs en location vendus par annuités	727 677,60
Impôts sur actions	259 086,84
Titres en portefeuille	15 026 317,45
Titres en portefeuille (emploi de la réserve statutaire)	899 995,50
Obligations à amortir	210 000 »
Opérations change garantie Amérique	5 700 000 »
Actionnaires	513 937,50
	120 021 642,64

Passif.

	fr
Capital-actions	27 000 000 »
Obligations 4 pour 100 (15 491 obligations à amortir)	7 746 000 »
Obligations 4 pour 100 amorties (4 429 obligations amorties)	2 214 500 »
Obligations 6 pour 100	10 000 000 »
Réserves :	
Obligations 5 pour 100 amorties	190 000 »
Fonds de réserve statutaire	900 000 »
Fonds de prévoyance	1 800 000 »
Réserve extraordinaire	3 950 000 »
Réserve pour participations	250 000 »
Réserve de change	1 348 629,47
Réserve pour fluctuation des métaux	2 000 000 »
Réserve pour accidents du travail	1 000 000 »
Réserve immobilière	3 230 835 »
Réserve pour amortissement des constructions	6 500 000 »
Réserve spéciale (primes sur les augmentations de capital, 1907 et 1912)	2 000 000 »
Réserve pour amortissement du matériel et outillage	3 253 493,30
Nouvelle provision spéciale	4 000 000 »
Provision pour impôts	6 200 000 »
Frais pour nouvelles constructions et aménagement	261 500 »
Prévision pour constructions nouvelles	1 485 086,54
Prévision pour affaires non terminées et créances à recouvrer	400 000 »
Effets à payer :	
Maison de Paris	15 703 70
Succursales de Paris, province et étranger.	208 351,90
Créditeurs divers :	
Maison de Paris	3 593 328,36
Succursales de Paris, province et étranger.	8 478 187 »
Avances sur travaux en cours	3 220 423,18
Caisse de prévoyance (pour secours, maladies, pensions, etc.)	965 807,68
Coupons échus à payer et obligations à rembourser	864 777,19
Opération change garantie Amérique	5 700 000 »
Reliquat des bénéfices de l'exercice 1916-1917	505 955,38
Profits et pertes. Bénéfices de l'exercice 1917-1918	10 739 063,94
	120 021 642,64

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR :
J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF :
Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. — TOME IV. — N° 20. — 16 NOVEMBRE 1918.

AVIS. — *La nécessité de restreindre la consommation du papier nous met dans l'obligation de limiter au strict nécessaire le tirage de nos exemplaires. Nous prions donc instamment ceux de nos abonnés dont l'abonnement expire au 31 décembre (et pour l'instant nous nous adressons particulièrement à nos abonnés de l'Etranger) de nous envoyer le montant de leur renouvellement avant cette date, s'ils veulent éviter une interruption dans l'envoi des numéros et le risque de ne pouvoir se procurer ensuite les numéros non envoyés. Il est rappelé que les lecteurs qui reçoivent leurs numéros par l'intermédiaire des Syndicats de l'Electricité doivent s'adresser directement au Syndicat dont ils font partie et non à nos bureaux.*

Chronique. — A propos du nouveau projet de loi sur les unités des mesures. — Société d'Encouragement à l'Industrie nationale, p. 729-730.

Section scientifique et technique. — Remarque au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées (*suite et fin*), par le comte DE SPARRE, p. 731. — Revues, analyses et informations : Sur le choix d'un degré uniforme de température pour l'étalonnage des instruments de mesures, p. 740; La radiographie instantanée, ses limitations et ses possibilités, p. 742; Sur la formation des gouttes de pluie électrisées négativement, p. 743; Un nouvel étalon de courants et de force électromotrice, p. 744; Effets de rupture dans les conducteurs en boire, p. 746; Expériences sur l'effet de la vibration d'un fil tendu formant partie d'un circuit électrique fermé, p. 748.

Section industrielle. — Étude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice (*suite*), par E. MAYNARD, p. 749. — Revues, analyses et informations : Les forces hydrauliques de la Jogne et les entreprises électriques fribourgeoises, p. 762. — Notes pratiques : L'utilisation de la tourbe comme appoint au charbon, p. 764.

Section de Législation. — Notes sur l'application pratique de la loi du 15 juin 1906 et des règlements annexés, par A. MONMERQUÉ, p. 765.

A propos du nouveau projet de loi sur les unités des mesures. — On se rappelle peut-être qu'un projet de loi sur les unités de mesures a été déposé, il y a plus de quatre années, sur le bureau du Sénat. Les événements qui se sont déroulés depuis cette époque l'ont, sans nul doute, fait perdre de vue à beaucoup de nos lecteurs, bien qu'il ait donné lieu à de nombreuses discussions au sein des sociétés scientifiques, des sociétés techniques ainsi que dans la presse. En raison de l'intérêt que présenterait l'adoption d'un système pratique d'unités permettant de faire disparaître le double emploi du système français et du système C. G. S, il nous paraît intéressant de ramener l'attention de nos lecteurs sur le projet de loi en question en en donnant l'historique d'après une note publiée par M. Génillon, dans le numéro d'octobre-novembre du « Bulletin de l'Union des Physiciens ».

Le projet de loi sur les unités de mesure avait été soumis par le ministre du Commerce à l'examen de la Conférence générale des Poids et Mesures d'octobre 1913. Il consistait, d'après les paroles mêmes du ministre « dans la codification du système M. K. S. (mètre, kilogramme, seconde) proposé déjà par plusieurs réunions internationales ». Quelques jours plus tard, le projet était soumis à la haute sanction de l'Académie des Sciences [1], qui l'approuvait le 10 novembre 1913.

Mais c'est un autre projet qui, le 11 novembre 1913, était déposé sur le bureau de la Chambre des députés [2]. Il différait tellement du premier, qu'une ardente discussion s'élevait aussitôt dans les milieux techniques et industriels. L'unité de masse n'était plus le kilogramme, mais la tonne ; le système M. K. S. disparaissait pour faire place au système M. T. S.

La Commission ministérielle apportait alors à ce deuxième texte d importantes modifications. Le kilogramme reprenait sa place comme unité fondamentale, mais on lui adjoignait la tonne comme unité principale pour codifier le système M. T. S. A l'unité de résistance électrique, d'abord supprimée du tableau des unités principales, puis rétablie, on ajoutait l'unité d'intensité du courant « afin de suivre à la lettre les décisions de la Conférence internationales de Londres, de 1908 ». Enfin, ce troisième projet

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 10 novembre 1913.

(2) *Journal officiel*, 21 décembre 1913, feuille 7, annexe n° 3196.

Digitized by Google

était présenté à la Commission des unités de l'Académie des Sciences qui l'approuvait le 16 février 1914.

Voté en première lecture, sans discussion, par la Chambre le 3 avril 1914, le projet de loi était déposé sur le bureau du Sénat le 20 juin 1914, mais ce n'est que tout récemment (22, 26 et 29 mars 1918) que la Haute Assemblée était appelée à délibérer sur le projet qui lui était soumis. Devant la vive opposition de l'un de ses membres, opposition motivée par la substitution du système M. T. S. au système M. K. S., le Sénat ajournait la suite de la première délibération.

Société d'encouragement à l'Industrie nationale : Séance du 9 novembre 1918. — Cette séance fut consacrée à une très intéressante communication de M. Sabouret, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, ingénieur en chef des services techniques de la Compagnie des Chemins de fer d'Orléans sur « l'électrification partielle d'un grand réseau de Chemins de fer ».

La Compagnie des Chemins de fer d'Orléans vient de demander la concession d'un grand nombre de chutes d'eau dans le Massif central; la puissance totale continue serait de 100 000 ch au minimum.

Cette énergie est destinée à l'alimentation d'une partie du réseau d'Orléans qui serait électrifiée. Toutes les lignes à fortes déclivités du réseau seront exploitées par traction électrique.

L'électrification s'étendra à 3 000 km de voies ferrées, soit 32 pour 100 du total des lignes de la Compagnie, elle s'effectuera en quinze ou vingt ans.

M. Sabouret a exposé les conditions que devra remplir le système de traction choisi. Le réseau primaire, très complet et pouvant être mis en parallèle avec les réseaux voisins, sera à courant triphasé 50 p : sec.

La distribution se fera par fil aérien et le système de traction devra comprendre la récupération sur les pentes, il devra être très souple et permettre toutes les vitesses de 15 à 120 km : h.

Le conférencier fit ensuite une description sommaire des grandes installations de traction électrique réalisées jusqu'à ce jour en Amérique et en Europe, qui ont donné des résultats très satisfaisants, tant pour le monophasé et le continu que pour le triphasé.

Le système qu'on adoptera n'est pas encore fixé, et il faudra que l'Orléans, le Midi et le P.-L.-M. s'entendent pour utiliser le même système afin de faciliter l'exploitation dans les gares et lignes communes.

M. Sabouret a montré ensuite les avantages de la traction électrique sur la traction à vapeur : à poids égal la locomotive électrique est plus puissante que la locomotive à vapeur, à puissance égale elle ne perd pas sa vitesse sur les rampes, elle est plus souple et plus stable, elle permet d'augmenter la vitesse et la charge des trains de voyageurs sur les lignes accidentées, mais sur les lignes plates ces avantages disparaissent.

Pour les trains omnibus, les équipements à unités multiples permettront d'augmenter considérablement la vitesse commerciale de ces trains.

C'est cependant pour les trains de marchandises que l'électrification donnera les résultats les plus appréciables sur les lignes accidentées.

La Compagnie des Chemins de fer du Nord a utilisé depuis la guerre des trains symétriques à vapeur pour ses trains de charbon.

Cette disposition a l'avantage de permettre une augmentation notable du trafic.

L'objection que l'on peut faire aux trains symétriques est qu'il n'y a pas entente entre les mécaniciens de tête et de queue: pour les arrêts normaux cela n'a pas d'inconvénients, mais il n'en est pas de même pour les arrêts d'urgence dans lesquels il est impossible de réaliser l'arrêt simultané des deux locomotives. Cette objection tombe si les véhicules sont munis du frein continu, la commande du frein étant entre les mains du mécanicien de tête.

Les trains symétriques appliqués avec la traction électrique, même sans frein continu, n'auraient plus les inconvénients des trains symétriques à vapeur. On pourra envoyer très facilement des signaux de la locomotive de tête à la locomotive de queue et même commander à distance la locomotive de queue.

La Compagnie d'Orléans a fait des essais de trains symétriques électriques sur la ligne de Paris à Juvisy; elle a utilisé deux systèmes : d'abord la transmission de signaux d'une locomotive à l'autre signaux auxquels obéissait le mécanicien de queue et ensuite la commande à distance par relais de la locomotive de queue par le mécanicien de la locomotive de tête; dans ce dernier cas, on avait eu soin de mettre un régulateur automatique sur chaque machine; la locomotive de queue, pendant toute la marche fonctionnait à pleine puissance, la régulation de vitesse se faisait uniquement en agissant sur le controller de la machine de tête. La mise en marche et l'arrêt étaient simultanés sur les deux machines. Les résultats obtenus ont été des plus satisfaisants et un fourgon dynamomètre placé au milieu du train n'a enregistré aucun effort anormal.

Le train symétrique électrique est donc très avantageux, on pourra, si besoin est, placer une troisième locomotive au milieu du train et tripler ainsi le tonnage de ce dernier. Cette solution permettra une économie très grande de personnel, supprimera tous les garde-freins et donnera une sécurité aussi grande que si le frein automatique et continu était appliqué aux véhicules.

Comme autres avantages de la locomotive électrique, on peut dire qu'elle fatigue beaucoup moins les voies que les locomotives à vapeur, n'a presque pas de lacet et de galop, permet la suppression des dépôts de charbon et de prises d'eau et enfin qu'une locomotive électrique nécessitant moins d'entretien qu'une locomotive à vapeur peut assurer le même service que deux de ces dernières machines.

Le seul inconvénient de la traction électrique est d'ordre militaire; la voie ferrée électrique est très vulnérable et de plus la locomotive électrique est asservie à son fil, il est inutile d'insister sur ce grave inconvénient, et il sera bon, même si on pousse très loin l'électrification de nos grands réseaux, de conserver un nombre élevé de locomotives à vapeur qui, d'ailleurs, sont préférables aux locomotives électriques sur les grandes lignes dont les déclivités sont peu accentuées.

M. Sabouret a terminé sa très intéressante conférence en exposant les avantages économiques de la traction électrique; nous n'insisterons pas faute de place sur ce point, bien connu de nos lecteurs. Disons seulement que M. Sabouret estime que la traction électrique s'impose économiquement parlant sur les lignes à gros trafic et à déclivités accentuées.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées (*Suite et fin*)(1)

Dans le présent article, l'auteur indique le moyen de réduire au minimum les dimensions de ces appareils, en réalisant, conformément aux principes généraux posés dans l'article précédent, la constance du coup de bélier pendant toute la durée de la compression.

III. — Je vais examiner maintenant le cas des réservoirs ou des cheminées non déversantes.

Pour ce cas on peut, tout au moins dans une première approximation, considérer le mouvement de l'eau comme un mouvement d'ensemble, et de plus, si les dispositions sont telles que le coup de bélier ne prenne qu'une valeur restreinte, négliger la compression du liquide et la dilatation du tuyau.

J'examinerai d'abord le cas d'une fermeture brusque en supposant le mouvement d'ensemble de l'eau établi dès le début.

Nous désignerons par l la longueur totale de la conduite supposée de diamètre constant, par S sa section, par ω le diamètre du réservoir ou de la cheminée d'aération, par s celui de la tubulure placée à la base du réservoir ou de la cheminée d'équilibre (fig. 1).

Soit de plus v la vitesse de l'eau dans la conduite, w cette vitesse dans la tubulure, x la distance de la partie inférieure du piston du réservoir à sa position d'équilibre(2) à l'état statique et l_1 la distance de cette position d'équilibre, à l'état statique, au-dessus du distributeur(3).

Si H désigne la hauteur de chute, p le poids du piston et F_0 la force qui agit sur le piston dans la position d'équilibre statique, on aura, le piston devant être alors en équilibre, et si on fait abstraction de la pression atmosphérique,

$$p + F_0 = \pi (H - l_1)\omega, \tag{17}$$

π désignant le poids spécifique du liquide. De plus, si F est la force qui agit sur le piston dans une position quelconque on aura (4)

$$F - F_0 = \pi \omega B x, \tag{18}$$

B désignant une constante.

(1) Voir *R. G. E.* 9 nov. 1918, t. IV, p. 685-691.

(2) S'il s'agit d'une cheminée d'équilibre ou d'un réservoir d'air, le piston n'existe pas, et x désigne par suite la distance de la surface libre de l'eau de sa position d'équilibre.

(3) S'il s'agissait d'une cheminée d'équilibre l_1 serait égal à la hauteur H de la chute. On néglige la distance entre la partie inférieure du réservoir et le distributeur.

(4) S'il s'agit d'une cheminée non déversante B est nul. Dans le cas général Bx représentera la pression des ressorts qui agissent sur le piston, ou s'il s'agit d'un réservoir d'air le surcroit de pression dû à la compression.

Appliquons maintenant pendant le temps infiniment petit dt le théorème des forces vives au piston et à la masse d'eau comprise entre la section $A_0 B_0$ du réservoir de mise en charge et la face inférieure du piston,

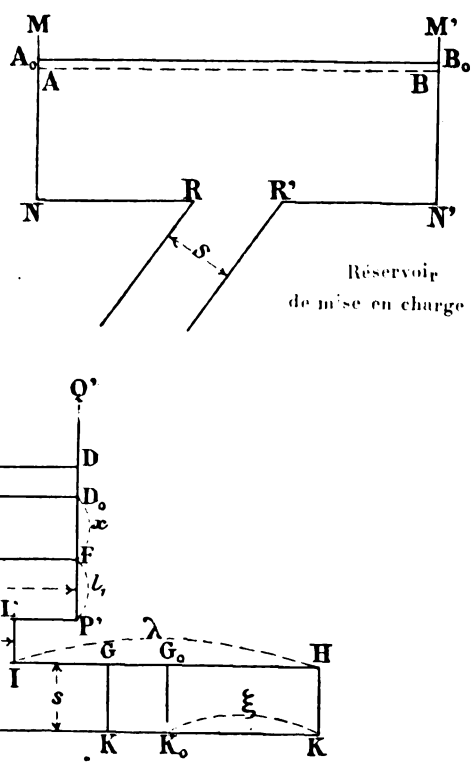


Fig. 1.

MM' NN', réservoir de mise en charge; RR' DD', conduite de section constante O; PP' QQ', réservoir de section ω; H LL', tubulure d'étranglement de section s; Co Do, position de la face inférieure du piston du réservoir au temps t; CO, position de cette face inférieure $t + dt$.

située en $C_0 D_0$ à l'origine au temps t. Cette masse d'eau sera située au temps $t + dt$ entre un plan AB infiniment voisin de $A_0 B_0$ dans le réservoir de mise en charge et la face CD du piston sera située à une distance $x + dx$ de la position d'équilibre.

Digitized by Google

Si on considère la vitesse de l'eau dans le réservoir de mise en charge comme négligeable, la demi-variation de la force vive sera égale à la demi-variation de la force vive du liquide compris entre AB et $C_0 D_0$ c'est-à-dire à

$$\frac{\pi l S}{g} v\,dv + \frac{\pi (l_1 + x)\omega}{g} x'\,dx',$$

plus la demi-variation de la force vive du piston $\frac{p}{g} x'\,dx'$ plus la demi-force vive de la partie du liquide compris entre $C_0 D_0$ et CD soit

$$\frac{\pi\omega}{2g} x' x'^2\,dt.$$

En effet, du moment que l'on néglige la dilatation du tuyau et la compression du liquide, l'équation de continuité donne

$$\omega x' = s v = S v, \tag{19}$$

D'ailleurs, ainsi que nous l'avons dit, nous négligeons la vitesse de l'eau dans le réservoir de mise en charge et, par suite, la demi-force vive de l'eau comprise entre $A_0 B_0$ et AB, et, de plus, nous supposons la longueur de la tubulure assez restreinte pour que l'on puisse négliger la force vive de l'eau qui y est contenue et considérer l_1 comme la longueur du réservoir au-dessous de la position d'équilibre EF. On aura alors en définitive, en vertu de l'équation de continuité (19), pour la demi-variation de la force vive

$$\frac{\pi\omega}{g} x'\,dt \left[(n + x) \frac{dx'}{dt} + \frac{1}{2} x'^2 \right],$$

où on a posé

$$n = \frac{l\omega}{S} + l_1 + \frac{p}{\pi\omega}. \tag{20}$$

Quant au travail des forces, en faisant toujours abstraction de la pression atmosphérique, dont le travail résultant est nul, il sera pour les pressions en tenant compte de (17) et de (18)

$$-F x'\,dt = -\pi\omega x'\,dt \left(H - l_1 - \frac{p}{\pi\omega} + B x \right),$$

et pour la pesanteur

$$\pi\omega x'\,dt \left(H - l_1 - x - \frac{p}{\pi\omega} \right),$$

de sorte que l'on aura pour le travail total des forces

$$-\pi\omega x' (1 + B) x\,dt.$$

Quant à la demi-force vive perdue elle se composera :

1° De celle due à la perte de charge à l'entrée de la tubulure par suite du phénomène d'ajutage ; cette perte de charge est égale à

$$\frac{\alpha v^2}{2g},$$

α étant un facteur qui, si le coefficient de contraction était égal à 0,62, serait sensiblement $\frac{1}{2}$, mais si le diamètre de la tubulure ne surpasse pas très notablement celui de la conduite, il est probable qu'il faudrait prendre pour α une valeur voisine de 0,30, valeur obtenue expérimentalement par Bazin dans des conditions un peu analogues (1) ;

2° De celle due à l'élargissement brusque à l'entrée du réservoir, perte de charge qui, en vertu du théorème de Belanger, complété par Borda, sera égale à

$$\frac{x'^2}{2g} \left[\left(\frac{\omega}{s} - 1 \right)^2 + \frac{1}{9} \right];$$

3° De celle due à la perte de charge dans la conduite, perte de charge qui, si J désigne cette perte de charge lorsque la vitesse est v_0, pourra être prise égale à

$$J \frac{v^2}{v_0^2} = J \frac{x'^2}{x_0'^2}.$$

Il se produit, bien entendu, également une perte de charge par suite du phénomène d'ajutage à l'entrée de la conduite égale à $\frac{\alpha' v^2}{2g}$, α' étant compris entre 0,30 et 0,5, mais elle peut être négligée par rapport aux autres, et on a, en définitive, pour la demi-force vive perdue pendant le temps dt, en tenant compte de la relation (19)

$$\frac{\pi\omega}{2g} \left[\frac{\alpha\omega^2}{s^2} + \left(\frac{\omega}{s} - 1 \right)^2 + \frac{1}{9} + \frac{2Jg}{x_0'^2} \right] x'^2 x'\,dt,$$

de sorte que si l'on pose

$$m = \frac{\alpha\omega^2}{s^2} + \left(\frac{\omega}{s} - 1 \right)^2 + \frac{1}{9} + \frac{2Jg}{x_0'^2} + 1, \tag{21}$$

l'équation des forces vives nous donne en définitive, en divisant par $\frac{\pi\omega}{2g} x'\,dt$,

$$2 (n + x) \frac{d^2x}{dt^2} + m \frac{dx^2}{dt^2} + 2g (1 + B) x = 0. \tag{22}$$

Quant au coup de bélier, considérons le mouvement de la masse d'eau entre le plan $A_0 B_0$ dans le réservoir et une section $G_0 K_0$ de la conduite assez voisine du distributeur pour que l'on puisse considérer la longueur de la conduite jusqu'en $G_0 K_0$ comme égale à l et appliquons le théorème des forces vives pendant le temps dt. La masse d'eau sera au bout du temps dt comprise entre

(1) Voir Flamant. *Hydraulique*, 3e édition, p. 78.

Digitized by Google

AB et GK, et on aura pour la dernière variation de la force vive

$$\frac{\pi l S}{g} v\,dv + \frac{\pi S}{2g} v^2 v\,dt.$$

D'autre part, le travail de la pesanteur et des pressions aura, si on désigne par $\pi H(1+z)$ la pression en GK, toujours en faisant abstraction de la pression atmosphérique,

$$-\pi S H Z v\,dt,$$

la perte de force vive se réduisant, du moment que nous négligeons le phénomène d'ajutage à l'entrée de la conduite, à celle due à la perte de charge dans la conduite, on aura par le théorème des forces vives

$$\frac{dv}{dt} + \frac{v^2}{2l} + \frac{g}{l}\left(HZ + \frac{Jv^2}{v_0^2}\right) = 0,$$

d'où on déduit

$$(23) \qquad HZ = -\frac{l}{g}\frac{dv}{dt} - \frac{v^2}{2g} - \frac{Jv^2}{v_0^2}.$$

Si dans l'équation (22) on pose

$$(24) \qquad u = \frac{dx^2}{dt^2} n, \qquad + x = y,$$

on aura

$$(25) \qquad \frac{du}{dx} = \frac{du}{dy} = 2\frac{d^2x}{dt^2},$$

et, par suite, l'équation (22) devient

$$y\frac{du}{dy} + mu + 2g(1+B)(y-n) = 0,$$

ou

$$\frac{d(uy^m)}{dy} + 2g(y^m - ny^{m-1})(1+B) = 0,$$

donc

$$u = \frac{c}{y^m} - \frac{2g(1+B)y}{m+1} + \frac{2gn(1+B)}{m}.$$

Mais si on remplace y par sa valeur, cette expression peut s'écrire

$$(26) \qquad u = c\left(1+\frac{x}{n}\right)^{-m} + \frac{2g(1+B)}{m+1}\left(\frac{n}{m} - x\right).$$

A l'instant initial, on a

$$u = u_0 = v_0^2 \quad \text{et} \quad (1+B)x + J = 0.$$

On en déduira par suite

$$c = u_0\left(1 - \frac{J}{n(1+B)}\right)^m -$$

$$(27) \qquad -\frac{2g}{m+1}\left[\frac{n(1+B)}{m} + J\right]\left(1 - \frac{J}{n(1+B)}\right)^m.$$

On déduira ensuite de (23) en tenant compte de (19) et de (25)

$$(28) \qquad HZ = -\frac{l\omega}{2gS}\frac{du}{dx} - \frac{\omega^2 u}{2gS^2} - \frac{Ju}{u_0}.$$

On tire d'ailleurs de (22) et (25)

$$(29) \qquad \frac{du}{dx} = -\frac{mu + 2g(1+B)x}{n\left(1+\frac{x}{n}\right)}.$$

Mais en réalité, comme nous supposons qu'il s'agit d'une conduite de grande longueur, $\frac{x}{n}$ peut-être négligé devant l'unité; de plus s'il y a un étranglement $\frac{\omega}{s}$ sera un grand nombre et on pourra par suite réduire la valeur de mu.

$$(21') \qquad m = \frac{\omega^2}{s^2}(\alpha+1) + \frac{2gJ}{u_0},$$

de plus, on pourra, si la perte de charge J n'est pas très importante, négliger également (1)

$$\frac{mJ}{n(1+B)},$$

devant l'unité et prendre aussi (2)

$$(20') \qquad n = \frac{l\omega}{S}.$$

On aura alors

$$(27') \qquad c = u_0 - \frac{2gn(1+B)}{m(m+1)},$$

et

$$(26') \qquad u = \left[u_0 - \frac{2gn(1+B)}{m(m+1)}\right]\left(1+\frac{x}{u}\right)^{-m} + \frac{2g(1+B)}{m+1}\left(\frac{n}{m} - x\right) (3).$$

(1) Nous verrons en effet que l'on doit avoir sensiblement

$$m = \sqrt{\frac{2gn(1+B)}{u_0}},$$

et par suite

$$\frac{m}{n(1+B)} = \sqrt{\frac{2g}{n(1+B)u_0}}.$$

(2) En effet $\frac{l}{l_1}$ et $\frac{p}{\pi\omega l}$ sont petits, car

$$\frac{p}{\pi\omega l} = \frac{H - l_1}{l} = \frac{E_0}{\pi\omega l}.$$

(3) Bien que n soit très grand, on ne peut ici remplacer $\left(1+\frac{x}{n}\right)^{-m}$ par l'unité; on a en effet sensiblement

$$\left(1+\frac{x}{n}\right)^{-m} = \left[\left(1+\frac{x}{n}\right)^{\frac{n}{x}}\right]^{-\frac{mx}{n}} = e^{-\frac{mx}{n}}$$

et $\frac{mx}{n}$ varie de 0 à 1, dans le cas que nous considérons.

Digitized by Google

De plus, si on se reporte à la valeur (23) de HZ qui peut s'écrire avec l'approximation admise

$$HZ = -\frac{n}{2g}\frac{du}{dx} - u\left(\frac{\omega^2}{2gS^2} + \frac{J}{u_0}\right),$$

on pourra, en général, négliger à cause de n qui est très grand, le second terme devant le premier et prendre

$$HZ = -\frac{n}{2g}\frac{du}{dx},$$

ou

$$(28') \qquad HZ = \frac{cm}{2g}\left(1 + \frac{x}{n}\right)^{-m-1} + \frac{(1+B)n}{m+1}.$$

Cette valeur sera donc constante et, par suite, la plus avantageuse si on a $c = 0$, si l'étranglement est par suite tel que l'on ait

$$(30) \qquad m(m+1) = \frac{2gn(1+B)}{u_0};$$

soit sensiblement la valeur de m, qui se déduit de là, étant très grande

$$(30') \quad m = \sqrt{\frac{2gn(1+B)}{u_0}} = \frac{1}{v_0}\sqrt{2gn(1+B)};$$

avec ce choix, on aura

$$(26'') \qquad u = \frac{2g(1+B)}{m+1}\left(\frac{n}{m} - x\right),$$

$$HZ = \frac{(1+B)n}{m+1},$$

de sorte que, si on désigne par x'_m la valeur maximum de x, qui correspond à $u = 0$ et par h'_m la valeur maximum du coup de bélier, on a

$$(31) \quad x'_m = \frac{n}{m}, \quad h'_m = \frac{(1+B)n}{m+1} = \frac{m}{m+1}(1+B)x_m,$$

soit sensiblement, m étant très grand,

$$(32) \qquad h'_m = (1+B)x'_m.$$

On déduit alors de (31)

$$h'_m x'_m = \frac{(1+B)n^2}{m(m+1)},$$

ou en tenant compte de (30)

$$(33) \qquad h'_m x'_m = \frac{u_0 n}{2g} = \frac{S^2 v_0^2 n}{2g\omega^2} = \frac{lv_0^2 S}{2g\omega}.$$

Mais ωx_m représente le volume du réservoir au-dessus de la position d'équilibre ; si on veut que le volume au-dessous de cette position soit aussi le même qu'au-dessus pour parer à la période de dilatation (1), on aura en désignant ce volume par Q' en vertu de (33)

$$(34) \qquad Q' = 2\omega x'_m = \frac{lv_0^2 S}{gh'_m}.$$

S'il n'y avait pas d'étranglement et que l'on néglige l'influence de la perte de charge, on aurait dans la formule (21) $m = 1$ et les formules (27) et (26) donneraient

$$(35) \qquad c = u_0 - gn(1+B),$$

$$u = \frac{nu_0 - gn^2(1+B)}{n+x} + g(1+B)(n-x) = \frac{nu_0 - g(1+B)x^2}{n+x}.$$

Mais n étant très grand par rapport à x, on pourra avec une approximation suffisante réduire cette formule à

$$(36) \qquad u = u_0 - \frac{g(1+B)x^2}{n}.$$

Si alors on prend comme plus haut

$$HZ = -\frac{n}{2g}\frac{du}{dx},$$

on déduira de (36)

$$(37) \qquad HZ = (1+B)x.$$

On conclut alors des formules (36) et (37) pour les valeurs maxima x_m et h_m de x et du coup de bélier

$$(38) \qquad x_m = \sqrt{\frac{nu_0}{g(1+B)}}, \quad h_m = (1+B)x_m,$$

d'où

$$h_m x_m = (1+B)x_m^2 = \frac{nu_0}{g} = \frac{lv_0^2 S}{\omega g}.$$

Le volume Q du réservoir devant d'ailleurs être égal à $2\omega x_m$, on aura

$$(39) \qquad Q = \frac{2lv_0^2 S}{gh_m}.$$

En rapprochant les formules (34) et (39), on voit que, pour une conduite donnée et pour une valeur donnée du coup de bélier maximum, un étranglement établi dans les conditions indiquées réduit de moitié le volume du réservoir nécessaire pour réduire à la valeur voulue le coup de bélier maximum.

On peut aussi déduire des formules (34) et (39) que

(1) Le volume au-dessous de la position d'équilibre pourrait être en réalité un peu moindre que le volume au-dessus par suite de la perte de force vive, dans le cas où il y a un étranglement.

Digitized by Google

pour une conduite donnée, une vitesse de régime et un coup de bélier maximum donnés, le volume du réservoir est déterminé et il reste le même, qu'il s'agisse d'un réservoir à contrepoids, d'un réservoir sur lequel agissent des ressorts ou l'air comprimé ou aussi d'une cheminée d'équilibre non déversante ; seules sa section ω et sa hauteur $2x_m$ varieront.

Si nous supposons qu'il y a un étranglement établi dans les conditions déterminées par les formules (30) ou (30'), on calculera la vitesse initiale et le coup de bélier maximum étant donné, le volume Q' par la formule (34).

On aura ensuite

$$Q' = 2\omega x'_m = \frac{lv_0^2 S}{gh'_m},$$

d'où

$$\frac{\omega}{S} = \frac{lv_0^2}{2gh'_m x'_m}, \tag{40}$$

et en vertu de (32)

$$1 + B = \frac{h'_m}{x'_m}. \tag{41}$$

Si alors on se donne la hauteur $2x_m$ du réservoir, la formule (40) fera connaître sa section ω et la formule (41) l'intensité des ressorts ou de la pression d'air à opposer à son mouvement (1).

S'il s'agissait d'un réservoir à contrepoids ou d'une cheminée non déversante, on aurait $B = 0$ et par suite $h_m = x_m$.

Nous remarquerons encore que la formule (34) donne pour l'eau reçue par le réservoir pendant la période de compression

$$\omega x'_m = \frac{lv_0^2 S}{2gh'_m},$$

ce qui coïncide avec le résultat donné par la formule (14) puisque avec la disposition adoptée le coup de bélier est constant pendant toute la durée de la compression.

Comme nous l'avons vu, un étranglement établi dans les conditions indiquées présente l'avantage de réduire de moitié les dimensions du réservoirs ; il en présente un second qui tient à ce que, par suite de la perte de force vive, les oscillations de l'eau et, par suite, les dangers de résonance se trouvent à peu près supprimées. Calculons en effet la force vive perdue pendant la compression ; la demi-force vive perdue pendant le temps dt est égale d'après ce que nous avons vu à

$$\frac{\pi\omega}{2g}(m-1)u\,dx.$$

La force vive perdue pendant la compression sera donc égale à

$$\frac{\pi\omega}{2g}(m-1)\int_0^{x_m} u\,dx.$$

Soit en tenant compte de (26")

$$\pi\omega(1+B)\frac{m-1}{m+1}\int_{\frac{m}{n}}^{m}\left(\frac{n}{m}-x\right)dx = \frac{\pi\omega(1+B)(m-1)n^2}{2m^2(m+1)},$$

mais, en vertu de (30) et de (20')

$$\frac{\pi\omega(1+B)(m-1)n^2}{2m^2(m+1)} = \frac{\pi lSv_0^2}{4g}\frac{m-1}{m},$$

et comme la valeur de m, déduite de la formule (30) ou de la formule (30'), sera très grande, cette demi-force vive perdue sera sensiblement

$$\frac{\pi lSv_0^2}{4g}.$$

Soit la moitié de la demi-force vive possédée par l'eau à l'instant initial qui était

$$\frac{\pi lSv_0^2}{2g}.$$

On calculera m par la formule (30) ou la formule (30') en prenant pour v_0 la valeur maximum que l'eau puisse prendre dans la conduite ; si la vitesse initiale de l'eau est moindre, la valeur de u sera encore donnée par la formule (26') mais c qui est fourni par la valeur (27') sera négatif et, par suite, la valeur maximum x_1 de x qui annule u sera plus petite que $x'_m = \frac{n}{m}$.

c étant négatif, le coup de bélier donné par (28') va toujours en augmentant lorsque x croît et il est maximum pour $x = x_1$; comme d'ailleurs on a

$$c\left(1+\frac{x_1}{n}\right)^{-m} + \frac{2g(1+B)}{m+1}\left(\frac{n}{m}-x_1\right) = 0,$$

on déduit de la formule (26) pour la valeur maximum du coup de bélier pour $x = x_1$

$$\frac{(1+B)x_1}{1+\frac{x_1}{n}},$$

soit sensiblement, n étant très grand

$$(1+B)x_1.$$

Le coup de bélier maximum décroît donc avec la vitesse.

IV. — Reprenons la question en tenant compte de la dilatation du tuyau et de la compression du liquide, dans la conduite.

Nous supposerons toujours qu'il s'agit d'une fermeture brusque totale et que l'on ait pris des dispositions telles que le coup de bélier reste sensiblement constant

(1) Bien entendu la formule (41) doit toujours donner pour B une valeur positive.

Digitized by Google

et égal à h pendant toute la durée de la compression (1) nous verrons ensuite comment cette condition peut être sensiblement réalisée.

Nous considérerons alors, d'une part, le mouvement de l'eau dans la conduite entre le réservoir de mise en charge et une section voisine du distributeur, et, d'autre part, entre cette section et le réservoir, en y comprenant le piston.

Si nous considérons d'abord ce second mouvement comme il n'intéresse qu'une quantité restreinte de liquide nous le considérerons comme un mouvement d'ensemble, la vitesse initiale de l'eau dans la conduite étant v_0 et dans le réservoir $x'_0 = \frac{v_0 S}{\omega}$. Nous appliquerons alors (fig. 1) le théorème des forces vives pendant le temps dt à la masse d'eau comprise à l'instant t entre $G_0 K_0$ et $C_0 D_0$ et qui est comprise au temps $t + dt$ entre GK et GD, ainsi qu'au piston.

Nous supposons la longueur de l'étranglement assez restreinte, pour que l'on puisse négliger la variation de la force vive de l'eau qui s'y trouve.

Soit de plus HK la position de la section $G_0 K_0$ à l'instant où le piston se trouvait dans la position d'équilibre statique EF, λ la distance de HK à l'entrée I de la tubulure, et ξ la distance de $G_0 K_0$ à HK.

On aura alors pour la demi-variation de la force vive pendant le temps dt (2)

$$\frac{\pi\omega}{g} x' dt \left[\left(l_1 + \frac{p}{\pi\omega} + x \right) \frac{dx'}{dt} + (\lambda - \xi) \frac{dv}{dt} + \frac{1}{2} x'^2 - \frac{1}{2} v^2 \right].$$

La force demi-vive perdue sera, comme dans le cas précédent,

$$\frac{\pi\omega}{2g} \left[\frac{\alpha\omega^2}{s^2} + \left(\frac{\omega}{s} - 1 \right)^2 + \frac{1}{9} \right] x'^2 x' dt.$$

D'autre part, le travail des pressions et de la pesanteur, en faisant toujours abstraction de la pression atmosphérique, sera

$$\pi S (h + H) v dt - (p + F) x' dt - \pi\omega x' dt (l_1 + x),$$

c'est-à-dire, en tenant compte de la valeur de F

$$\pi\omega [h - (1 + B) x] x' dt;$$

de sorte que, si l'on tient compte de

$$S\xi = \omega x, \qquad Sv = \omega x',$$

et si l'on pose

$$n_1 = l_1 + \frac{p}{\pi\omega} + \frac{\lambda\omega}{S},$$

$$m_1 = \frac{\alpha\omega^2}{s^2} + \left(\frac{\omega}{s} - 1 \right)^2 + \frac{1}{9} + 1 - \frac{\omega^2}{s^2},$$

on aura

$$2 \left[n_1 + \left(1 - \frac{\omega^2}{S^2} \right) x \right] \frac{d^2 x}{dt^2} + m_1 \frac{dx^2}{dt^2} + 2g [(1 + B) x - h] = 0,$$

ou en posant

$$u = \frac{dx^2}{dt^2}, \qquad 1 - \frac{\omega^2}{S^2} = K,$$

$$(41') \quad [n_1 + Kx] \frac{du}{dx} + m_1 u + 2g [(1 + B) x - h] = 0.$$

On trouve alors pour l'intégrale de cette équation

$$u = \frac{C}{\left(1 + \frac{Kx}{n_1} \right)^{\frac{m}{K}}} + 2g \frac{(m_1 + K) h + n_1 (1 + B)}{m_1 (m_1 + K)} - 2g \frac{1 + B}{m_1 + K} x,$$

avec

$$C = \left[u_0 - 2g \frac{(m_1 + K) h + n_1 (1 + B)}{m_1 (m_1 + K)} \right] \left(1 + \frac{Kx}{n_1} \right)^{\frac{m}{K}}.$$

Si les conditions initiales sont telles que l'on ait $C = 0$, il vient

$$(42) \qquad u_0 = 2g \frac{(m_1 + K) h + n_1 (1 + B)}{m_1 (m_1 + K)}.$$

On aura en posant

$$\beta = g \frac{1 + B}{m_1 + K},$$

et tenant compte de la relation (42)

$$u = \frac{dx^2}{dt^2} = u_0 - 2\beta x,$$

d'où

$$t = \frac{\sqrt{u_0} - \sqrt{u_0 - 2\beta x}}{\beta},$$

et par suite

$$(43) \qquad x = \sqrt{u_0}\, t - \frac{\beta}{2} t^2 = \frac{v_0 S}{\omega} t - \frac{g (1 + B)}{2 (m_1 + K)} t^2.$$

Si nous passons maintenant au mouvement de l'eau dans la conduite, puisque nous supposons que le coup de bélier est sensiblement constant et égal à h, nous aurons, en désignant toujours par a la vitesse de propagation et posant pour la $n^{ème}$ période

$$t = (n - 1)\theta + \tau, \quad \text{où} \quad \theta = \frac{2l}{a} \quad \text{et} \quad 0 < \tau \leq \theta,$$

pour la première période

$$h = F_1(\tau), \quad v = v_0 - \frac{g}{a} F_1(\tau) = v_0 - \frac{g}{a} h,$$

(1) Afin de nous conformer aux principes que nous avons établis au début.

(2) π désignant toujours le poids spécifique du liquide.

Digitized by Google

et pour la $n^{ème}$ période

$$h = F_n(\tau) - F_{n-1}(\tau), \quad v = v_0 - \frac{g}{a}[F_n(\tau) + F_{n-1}(\tau)],$$

on conclut de là de proche en proche pour la $n^{ème}$ période

$$F_n(\tau) = nh, \quad v = v_0 - (2n-1)\frac{g}{a}h.$$

Les valeurs de v forment donc une progression arithmétique décroissante. Mais si la période de compression comprend un nombre important de périodes, on pourra avec une approximation suffisante considérer v comme une fonction continue du temps et poser

$$\frac{2n-1}{2} = \frac{n-1+n}{2} = \frac{t}{\theta},$$

et on aura alors

$$v = v_0 - \frac{2g}{a}\frac{t}{\theta}h = v_0 - \frac{gh}{l}t. \tag{44}$$

Nous aurons alors

$$F_n(\tau) = nh = \left(\frac{t}{\theta} + \frac{1}{2}\right)h,$$

$$F_{n-1}(\tau) = \left(\frac{t}{\theta} - \frac{1}{2}\right)h.$$

Le coup de bélier sera donc constant et égal à h sauf pour la première période où il variera de $\frac{1}{2}h$ à $\frac{3}{2}h$, sa valeur moyenne étant d'ailleurs encore h.

On déduira alors de (44)

$$x' = x'_0 - \frac{Sg}{l\omega}ht,$$

et par suite

$$x = x'_0 t - \frac{Sg}{2l\omega}ht^2 \tag{45}$$

Pour que cette valeur coïncide avec la valeur (43) déduite du mouvement de l'eau entre la conduite et le réservoir, il faut que l'on ait

$$\frac{1+B}{m_1+K} = \frac{Sh}{l\omega},$$

ou

$$h = \frac{l\omega(1+B)}{(m_1+K)S}. \tag{46}$$

Mais en tenant compte de cette valeur, la formule (42) donne

$$u_0 = 2g(1+B)\frac{n_1 + \frac{l\omega}{S}}{m_1(m_1+K)},$$

mais

$$n_1 + \frac{l\omega}{S} = l_1 + \frac{p}{\pi\omega} + \frac{(l+\lambda)\omega}{S} = n,$$

en nous reportant à la formule (20) et remarquant qu'ici $l+\lambda$ représente la longueur totale de la conduite.

De plus K étant très petit par rapport à m_1 on peut prendre avec une approximation suffisante

$$m_1 = \sqrt{\frac{2g(1+B)n}{u_0}} = m,$$

en vertu de la formule (30') et comme d'ailleurs vu la grandeur de $\frac{\omega^2}{s^2}$ nous pouvons réduire la valeur de m_1 à

$$m_1 = \frac{\omega^2}{s^2}(\alpha^2 + 1),$$

nous retrouvons, pour le calcul de l'étranglement et aussi en vertu de la formule (46) pour le coup de bélier, les résultats obtenus en considérant le mouvement de l'eau comme un mouvement d'ensemble, lorsque l'on néglige, ainsi que nous l'avons fait dans le cas actuel, l'influence de la perte de charge.

La formule (45) donne enfin pour la valeur x'_m de x pour laquelle $x' = 0$

$$x'_m = \frac{x'^2_0 l\omega}{2gSh} = \frac{v_0^2 lS}{2g\omega h}.$$

ce qui coïncide bien avec le résultat fourni par la formule (33) car ici h est constant et égal à h'_m.

On voit donc que l'on arrive, dans les limites d'approximation permises, absolument au même résultat en tenant compte de la compression du liquide et de la dilatation de la conduite, qu'en traitant le mouvement de l'eau comme un mouvement d'ensemble.

V. — Il nous reste à examiner un dernier point, nous avons admis que l'on a $x'_0 = \frac{Sv_0}{\omega}$; or, il y a une première période où l'équation de continuité n'est pas applicable, car tout à fait au début du mouvement x' est nul.

Supposons d'abord qu'il s'agisse d'une fermeture complètement brusque; il y a d'abord une période pendant laquelle x' passera de 0 à la valeur x'_0 et c'est après cette période que nous considérerons le mouvement de l'eau comme étant un mouvement d'ensemble pour lequel la vitesse de l'eau dans la conduite sera v_1 et la valeur de x' sera x'_0. Pour calculer x'_0 nous considérerons ce qui se passe pendant la première période, comme un phénomène de percussion et nous appliquerons le théorème de Carnot qui nous donnera

$$\frac{\pi lS}{g}(v_0^2 - v_1^2) - \frac{\pi l_1\omega + p}{g}x'^2_0 = \frac{\pi lS}{g}(v_0 - v_1)^2 + \frac{\pi l_1\omega + p}{g}x'^2_0,$$

Digitized by Google

Nous supposons d'ailleurs qu'à la fin de la période initiale on a

$$v_1 S = \omega x'_0,$$

et nous déduirons par suite de l'équation précédente

$$x'_0 = \frac{S v_0}{\omega} \frac{1}{1 + \frac{S}{\omega}\left(\frac{l_1}{l} + \frac{p}{\pi l \omega}\right)}.$$

Or (1), $\frac{S}{\omega}$ sera en général plus petit que 1 et ne saurait en tout cas lui être notablement supérieur, d'autre part $\frac{l_1}{l}$ sera toujours très petit et il en sera de même de $\frac{p}{\pi l \omega}$; on a, en effet, en vertu de la formule (17)

$$p = \pi (H - l_1)\,\omega - F_0.$$

F_0 n'est jamais négatif, il est nul dans le cas d'un réservoir avec contrepoids sans ressorts, et il est positif dans le cas de ressorts ou de réservoirs d'air. On a donc

$$p \leqq \pi (H - l_1)\,\omega,$$

et par suite

$$\frac{p}{\pi l \omega} \leqq \frac{H - l_1}{l},$$

or, cette quantité sera aussi très petite.

On peut donc avec une approximation très suffisante prendre, ainsi que nous l'avons fait,

$$x'_0 = \frac{v_0 S}{\omega}.$$

Supposons maintenant que la fermeture ne soit pas instantanée, mais cependant assez rapide pour avoir lieu dans un temps au plus égal à une période θ d'oscillation de l'eau, où on a toujours $\theta = \frac{2l}{a}$; si on désigne par ξ le coup de bélier, que je suppose assez faible, et si la fermeture du distributeur suit une loi linéaire, on pourra prendre pour la quantité d'eau dQ débitée par le distributeur pendant le temps dt en vertu de la formule (4)

$$dQ = S v_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)\left(1 + \frac{\xi}{2H}\right) dt.$$

De sorte que l'équation de continuité, applicable entre l'extrémité de la conduite, le distributeur et le réservoir, vu la petite masse de liquide qui intervient, donnera

$$S v = \omega x' + S v_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)\left(1 + \frac{\xi}{2H}\right).$$

(1) Dans le cas d'un réservoir il faudra prendre $\frac{S}{\omega} < 1$, et pour une cheminée non déversante ce rapport ne devra pas surpasser notablement l'unité.

Mais comme nous nous supposons pendant la première période d'oscillation de l'eau nous avons

$$v = v_0 - \frac{g}{a}\xi,$$

et en portant cette valeur dans l'équation précédente et posant

$$\rho = \frac{a v_0}{2 g H},$$

on aura

$$\xi = \frac{a}{g} \frac{\frac{t}{T} - \frac{\omega x'}{S v_0}}{1 + \rho\left(1 - \frac{t}{T}\right)}.$$

Par suite (41′) qui donne le mouvement de l'eau entre la conduite et le réservoir et qui est applicable dans le cas actuel en remplaçant h par ξ donne

$$(47)\quad (n_1 + Kx)\frac{du}{dx} + m_1 u + v_0 \left[(1+B)x - \frac{a}{g}\frac{\frac{t}{T} - \frac{\omega x'}{S v_0}}{1 + \rho\left(1 - \frac{t}{T}\right)}\right] = 0.$$

Mais a étant très grand cette équation aura une solution voisine de

$$x' = \frac{S v_0 t}{\omega T}.$$

Nous poserons donc

$$x' = \frac{S v_0 t}{\omega T} - \varepsilon',$$

d'où

$$x = \frac{S v_0 t^2}{2 \omega T} - \varepsilon,$$

en supposant ε assez petit pour que nous puissions négliger les termes en ε^2 et prendre par suite

$$u = x'^2 = \frac{S^2 v_0^2 t^2}{\omega^2 T^2} - 2\varepsilon' \frac{S v_0 t}{\omega T},$$

et

$$\frac{du}{dx} = 2\frac{d^2 x}{dt^2} = 2\frac{S v_0}{\omega T} - 2\varepsilon''.$$

Nous négligerons de plus dans l'équation (47) divisée par a les termes en $\frac{\varepsilon}{a}$ et aussi ceux en $\varepsilon\rho$, ρ étant en général assez petit.

Nous déduirons alors de l'équation (47)

$$\varepsilon' = \frac{S^2 v_0}{\omega^2 a T}\left[n_1 + \frac{(m_1 + K) S v_0 t^2}{2 T \omega} + \frac{g(1+B)t^2}{2}\right],$$

et par suite

$$\varepsilon = \frac{S^2 v_0 t}{\omega^2 a T}\left[n_1 + \frac{(m_1 + K) S v_0 t^2}{6 T \omega} + \frac{g(1+B)t^2}{6}\right]$$

Digitized by Google

et on aura par suite

$$x' = \frac{Sv_0}{\omega}\left(\frac{t}{T} - \frac{S}{\omega a T}\left[n_1 + \frac{(m_1+K)Sv_0t^2}{2\omega T} + \frac{g(1+B)t^2}{6}\right]\right),$$

$$x = \frac{Sv_0}{\omega}\left(\frac{t}{2T} - \frac{S}{a\omega T}\left[n_1 + \frac{(m_1+K)Sv_0t^2}{6T\omega} + \frac{g(1+B)t^2}{2}\right]\right).$$

Mais ces formules montrent que, pratiquement, les valeurs de ε et ε' seront négligeables et que l'on peut, dans les conditions où nous nous supposons placés, prendre avec une approximation suffisante

$$x' = \frac{Sv_0t}{\omega T}, \qquad x = \frac{Sv_0t^2}{2\omega T},$$

et on aura alors pour les valeurs x'_1 et x_1 de ces quantités au moment de la fermeture totale

$$x'_1 = \frac{Sv_0}{\omega}, \qquad x_1 = \frac{Sv_0T}{2\omega}.$$

On aura ensuite, pour la valeur de la constante c de l'équation (26), en laissant de côté l'influence de la perte de charge

$$c = \left[x_1^2 - \frac{2g(1+B)}{m+1}\left(\frac{n}{m} - x_1\right)\right]\left(1 + \frac{x_1}{n}\right)^m,$$

et si nous voulons disposer de m de façon que $c = 0$ (1), nous aurons la relation

$$x_1'^2 = \frac{S^2v_0^2}{\omega^2} = \frac{2g(1+B)n}{m(m+1)}\left(1 - \frac{mx_1}{n}\right).$$

Mais, en réalité, $\frac{mx_1}{n}$ sera négligeable devant l'unité, en effet lorsqu'on néglige cette quantité on a sensiblement ainsi que nous l'avons vu

$$m = \frac{\omega}{Sv_0}\sqrt{2gn(1+B)},$$

et par suite

$$\frac{mx_1}{n} = \frac{T}{2}\sqrt{\frac{2g(1+B)}{n}},$$

quantité qui sera pratiquement négligeable par suite de la grandeur de n; on est donc conduit à la même valeur pour m que lorsqu'on suppose $x'_0 = \frac{v_0S}{\omega}$, et tous les résultats auxquels on est arrivé dans cette hypothèse s'appliquent sans changement.

(1) Condition nécessaire pour que le coup de bélier reste sensiblement constant.

Conclusions. — Il résulte de l'étude précédente :

1° Que pour les soupapes ou amortisseurs, qui ouvrent un orifice compensateur au moment où se produit le coup de bélier, ils doivent être construits de telle façon qu'ils n'entrent en fonction que lorsque le coup de bélier a pris une valeur donnée et qu'ils agissent de telle façon que ce coup de bélier conserve une valeur constante pendant toute la durée de leur action.

2° Pour les réservoirs, qu'il s'agisse de réservoir d'air, de réservoir à contrepoids, de réservoirs avec piston agissant sur des ressorts ou sur de l'air comprimé, ou même de cheminée d'équilibre non déversante, leur dimension peut être réduite de moitié (1) par un étranglement convenable placé à la base. De plus, pour une conduite donnée et pour une valeur donnée de la vitesse de l'eau dans la conduite, si on admet une valeur donnée du coup de bélier maximum, le volume du réservoir est donné par la formule très simple (34) (2) et il est le même qu'il s'agisse d'une cheminée d'équilibre non déversante, d'un reservoir avec contrepoids munis ou non de ressorts ou agissant par un piston sur l'air comprimé, ou enfin d'un réservoir d'air. Mais dans le dernier cas, le volume en question est le volume qui peut être occupé par l'eau dans le réservoir et non le volume total.

Si les dimensions pour le réservoir auxquelles on est conduit par la formule précédente étaient trop considérables, on pourrait combiner les deux solutions du réservoir et de l'amortisseur. Je ne crois pas toutefois devoir entrer dans l'examen de ce cas, la solution étant variable suivant le but que l'on se propose, et les principes posés dans la présente étude permettant d'en trouver dans chaque cas la solution.

Comte DE SPARRE.

Remarque au sujet de la « note sur les conditions à remplir au point de vue des coups de bélier par les régulateurs des moteurs hydrauliques » (*R. G. E.* 31 mars 1917, t. I, p. 483-489).

Dans cette note il faut remplacer la formule (17) $t_2 = \frac{\lambda_q}{b_q}$ par la suivante

$$t_2 = \frac{\lambda_q}{b_{q+1}},$$

la vitesse de fermeture pour la période, qui suit d'une façon générale λ_n, étant b_{n+1} et non b_n.

On peut d'ailleurs calculer plus rapidement, et avec une

(1) Ainsi que je l'ai déjà montré dans ma communication du 16 juillet 1917, et, plus anciennement, pour le cas particulier des réservoirs d'air.

(2) (34) $$Q' = \frac{lv_0^2S}{g\,h'_m}$$

où l est la longueur de la conduite, S sa section, v_0 la vitesse de régime de l'eau dans la conduite, h'_m la valeur maxima que doit prendre le coup de bélier et g la gravité.

Digitized by Google

approximation très suffisante, le temps T de la fermeture totale, de la façon suivante.

Dans le cas de $\rho > 1$ remplacer la formule (18) par la suivante

$$T = t_1 + n\theta,$$

où n est la valeur fractionnaire fournie par l'équation

$$(15) \qquad n = \frac{\log 2}{\log\left(1 + \frac{\xi_m}{2\gamma_0}\right)}.$$

De même dans le cas de $\rho < 1$ prendre simplement

$$T = n\theta,$$

n étant la valeur fractionnaire fournie par l'équation

$$n = \frac{\log(1+\rho)}{\log\left(1 + \frac{\xi_m}{2\gamma_0}\right)}.$$

Dans les deux exemples donnés la différence résultant de cette substitution ne dépasse pas $\frac{\theta}{100}$.

On doit remarquer aussi que, si la conduite dessert plusieurs turbines, la vitesse de fermeture doit dépendre, non de l'ouverture du distributeur d'une turbine, prise isolément, mais de la somme des ouvertures de toutes les turbines que dessert la conduite. Il est très facile d'ailleurs d'imaginer, de différentes manières, un dispositif réalisant cette condition.

Revues, analyses et informations

Sur le choix d'un degré uniforme de température pour l'étalonnage des instruments de mesure.

Ainsi que nous avons eu l'occasion de le rappeler récemment (1), le choix d'une même température pour l'étalonnage des calibres industriels présente un intérêt pratique que les fabrications de guerre ont mis en évidence, un certain nombre d'entre elles, façonnées d'après des calibres anglais ou américains étalonnés à une température autre que celle de l'étalonnage des calibres de vérification, ayant été refusées pour dépassement des tolérances prévues dans leurs dimensions. C'est en raison de cet intérêt pratique que nous avions prié notre collaborateur M. Ch.-Ed. Guillaume, le directeur du Bureau international des Poids et Mesures, de bien vouloir présenter la question des calibres industriels à nos lecteurs qui ont pu lire dans les numéros des 3 et 10 août les deux articles qu'il y a consacrés (2).

La même question se trouvait d'ailleurs étudiée dans certains milieux techniques ou industriels, en particulier par la Commission de Normalisation des Ingénieurs des Arts et Métiers de Boulogne-sur-Seine. Le rapporteur de cette Commission, M. Ch. Cochet, nous adresse à ce sujet le rapport suivant qu'il vient de déposer.

I. — Nécessité d'adopter une température de définition pour les étalons industriels. — L'annonce de la création d'organismes interalliés pour l'étude des méthodes économiques et industrielles à appliquer en commun a fait naître, parmi les intéressés, les plus grands espoirs au sujet de la suppression des nombreuses difficultés se présentant dans la pratique lorsqu'il s'agit d'interpréter les systèmes adoptés par des nations différentes.

Parmi les multiples questions à résoudre d'une façon identique, il en est dont les conséquences sur des habitudes invétérées sont si graves qu'il est impossible de prévoir un accord international à bref délai. Nous citerons par exemple l'adoption mondiale du système métrique.

D'autres questions, d'une portée plus restreinte, sont également dignes d'être solutionnées par les techniciens compétents de toutes les nations. L'adoption d'une température de définition pour les étalons industriels en est une.

Cette adoption a été réclamée à plusieurs reprises par les industriels, et ils sont en grand nombre, qui ont eu à utiliser les calibres et jauges fabriqués à l'étranger. Elle a été réclamée surtout, avec une très grande insistance, depuis que la guerre a mis en rapport les constructeurs de matériel militaire.

Français, Anglais, Italiens et Américains ont eu à fournir des canons, des munitions, des avions, des tanks composés de pièces identiques. L'usinage de ces pièces a nécessité l'emploi d'étalons de mesure dont la construction dépend de la température adoptée comme type.

La diversité des températures admises entre les différents pays et souvent même entre régions d'un même pays, et entre industriels, a créé fatalement des difficultés, des erreurs, des pertes de temps et de matières qui auraient été évitées par l'adoption d'une température unique.

En France, la question est en partie solutionnée puisque les services techniques de l'artillerie et de la marine, la plupart des constructeurs d'appareils de mesure et les grandes usines se sont ralliés au chiffre de 0°. Toutefois, certaines divergences subsistent encore, entretenues et motivées par l'introduction d'étalons anglais et américains établis à 13°, 16° ou 18°.

Cependant la température 0° a été préconisée par des sommités scientifiques et par de hautes compétences industrielles dont les arguments sont persuasifs. On peut, entre autres, citer l'intéressante étude de M. Ch.-Ed. Guillaume, directeur du Bureau international des Poids et Mesures, publiée dans la « Revue générale de l'Electricité » du 3 août 1918, le rapport de M. Martet, administrateur de la Précision mécanique, publié dans la « Technique moderne », le rapport de M. Ch. Marre à la section III du Congrès du Génie civil. Ces différents documents exposent nettement les raisons qui militent en faveur de l'unification de la température d'étalonnage.

Tous s'accordent à demander qu'une décision soit prise à

(1) La précision des mesures industrielles de longueur: *R. G. E.*, 3 août 1918, t. IV, p. 129. — Voir aussi *R. G. E.*, 9 mars et 13 avril 1918, t. III, p. 345 et 361.

(2) Ch.-Ed. Guillaume. Les calibres industriels; *R. G. E.*, 3 août 1918, t. IV, p. 141-145. — La détermination des étalons à bouts; *R. G. E.*, 10 août 1918, t. IV p. 171-179.

Digitized by Google

bref délai et imposée dans toute la France. Le chiffre à choisir a par lui-même peu d'importance; l'essentiel c'est qu'il n'y en ait qu'un et qu'il soit admis par tous. Comme le dit si justement M. Guillaume : « On ne peut pas dire qu'une solution soit logique et qu'une autre soit absurde. » Cependant, comme il faudra demander à certains d'abandonner leur système pour adopter celui qui sera choisi, il faut les convaincre que ce choix est justifié.

En vue de fixer les idées et de proposer une solution générale et définitive, la Commission de Normalisation des Ingénieurs des Arts et Métiers de Boulogne-sur-Seine s'est attachée à rechercher et à examiner tous les arguments qu'il est possible de produire sur le sujet.

Elle signale l'importance et l'urgence de la question à la « Commission permanente de Standardisation » et lui demande d'adopter officiellement la température 0° afin que celle-ci soit imposée autant que possible en France et proposée aux autres nations. Elle demande à tous les industriels français de se rallier à ce chiffre et de l'exiger de leurs fournisseurs étrangers. Comment, en effet, si cette première question de normalisation n'est pas avant tout résolue pourra-t-on réaliser par la suite l'uniformisation, pour un même genre de fabrication, des tolérances d'usinage! Ce dernier point est d'une grande importance, mais il ne pourra être envisagé qu'à la condition première qu'une température de définition soit adoptée.

II. — Arguments invoqués en faveur de l'adoption d'une température autre que 0°. — Les partisans d'une température *autre que 0°* sont guidés par plusieurs considérations plus ou moins importantes, mais cependant facilement réfutables. Nous ne retiendrons ici que les principales.

Indiquons tout d'abord que mesurer un calibre c'est le comparer à un calibre type ou étalon pris comme base de comparaison, cette mesure étant faite à température constante. D'autre part, toutes les mesures pratiques sont effectuées à une température moyenne T variant peu suivant les pays; les industriels s'efforcent de maintenir dans leurs salles de précision et ateliers cette température moyenne qu'on pourrait appeler « température de fabrication ». Ainsi en France les maisons qui construisent des appareils de chauffage installent leurs appareils pour un réglage normal à 18°.

Certains techniciens se basent sur ces constatations pour proposer comme température type ce chiffre de 18°.

Autre argument : le mètre étalon scientifique a été établi à 0°; mais, à la température T, sa longueur M est devenue $M + x$ [1] que l'on peut considérer comme étant le *mètre étalon pratique*. La température moyenne T peut être facilement maintenue d'une façon à peu près constante dans les ateliers, surtout dans ceux de précision où l'on vérifie les calibres : *le mètre pratique sera donc toujours identique* à lui-même.

Les étalons secondaires pourraient donc être établis conformément au mètre pratique à la température T et comme ils seraient conservés et utilisés à cette même température la nature du métal qui les compose n'interviendrait pas. Au contraire, deux étalons de métaux différents établis à 0° ne sont plus identiques à la « température de fabrication T ».

Enfin, troisième argument : le choix n'étant pas complètement arrêté en France, il n'y aurait pas beaucoup de difficultés à y faire adopter un chiffre déjà admis par une autre grande nation, par exemple l'Amérique.

A cette argumentation nous opposerons plus loin celle en faveur de la température 0°; toutefois, nous pouvons répondre déjà qu'il n'est pas exact que les mesures d'étalons soient toujours faites à une même température; elles sont, en effet, effectuées à des températures diverses qui sont cependant maintenues constantes pendant la durée de chaque opération et ramenées à la température type par le calcul. Pour les calibres, il est exact qu'on s'efforce toujours de les mesurer à une température toujours la même, mais cela ne résout pas le problème (pas plus d'ailleurs que pour 0°) puisqu'ils ne sont pas forcément employés à cette température. On est, en effet, obligé de convenir qu'une température identique n'existe pas dans tous les ateliers; tous les ingénieurs qui ont l'expérience des ateliers savent que la température y varie largement de 10° à 25° et même plus suivant les saisons, les climats et nombre d'autres conditions. Il est donc illusoire de compter sur une plus grande concordance des mesures en adoptant 16° ou 18° plutôt que 0°.

D'autre part, le mètre est la base internationale de toutes les mesures; c'est une longueur invariable, celle prise à 0° de l'étalon international en platine iridié. Comme nous l'avons dit, cet étalon international amené à la température T aura une longueur $M + x$ appelée « mètre pratique ». Ce mètre pratique reporté sur un étalon secondaire ou un calibre en acier sera bien $M + x$ à T degrés; mais si cet étalon ou ce calibre en acier est ramené à 0°, il se sera contracté de x' différent de x et sa longueur sera devenue $M + x - x'$ qui n'est plus le mètre scientifiquement défini.

Enfin, quelle que soit la température de définition adoptée, elle provoquera toujours des oppositions de la part de toutes les nations sauf une, que l'on choisisse 18° comme l'ont fait les Etats-Unis, 13° ou 16° comme l'Angleterre ou 20° comme l'Allemagne, on peut même ajouter qu'aucun pays ne sera satisfait complètement puisqu'il n'en existe pas où l'uniformisation est réalisée.

En ce qui concerne les chiffres 18° et 20°, nous constatons que ces températures convenables pour des bureaux et appartements sont certainement trop élevées pour des ateliers.

III. — Arguments en faveur de l'adoption de 0°; pourquoi il faut adopter cette température. — *a*). — Le mètre est la seule mesure qui soit scientifiquement et parfaitement définie : les conditions dans lesquelles il a été établi à 0° peuvent toujours être reproduites. Il n'en est pas de même de certaines unités de longueur adoptées par d'autres nations. Le yard anglais au contraire a été établi en 1834 à une température de 62° Fahrenheit (16° 2/3 C), mais l'imprécision des thermomètres à cette époque en rend incertaine la production parfaite à l'heure actuelle [1]. C'est pour cette raison que la plupart des grandes puissances (la Russie et la Chine exceptées) ont adopté le mètre comme longueur étalon.

b). — Le mètre a été établi à 0°; la barre de platine iridié qui le représente ne mesure un mètre qu'à 0°. Tout étalon qui à 0° ne reproduit pas exactement cette mesure n'est donc pas le mètre; c'est le cas, comme nous l'avons vu plus haut, des étalons établis à une autre température.

c). — Il est toujours possible de reproduire exactement la température 0° glace fondante — et, par conséquent, la vraie longueur du mètre sans l'intervention de thermomètres.

d). — Le chiffre 0° est en relation scientifique avec notre

[1] Pour simplifier nous n'inscrivons pas les formules de dilatation.

[1] Voir *Les calibres industriels* par M. Ch.-Ed. Guillaume.

Digitized by Google

système métrique. Au point de vue international, il l'est aussi avec le système C. G. S. universellement adopté par les électriciens.

E. — En France, les organisations officielles ont d'une façon générale adopté la température 0° comme base d'étalonnage. Un accord est intervenu à ce sujet en 1895 entre la Section technique de l'Artillerie et le Bureau international des Poids et Mesures; la Marine française s'y est ralliée en 1915. Le Conservatoire national des Arts et Métiers rapporte ses vérifications d'étalons à 0°. Le Comité international des Poids et Mesures a officiellement adopté 0° en 1911.

Les constructeurs français de calibres et instruments de précision : Bariquand et Marre, la Précision mécanique, Radiguet, Morin, Barbotheu, etc., se basent sur cette température. Enfin, il n'y a comme dissidents involontaires que les industriels ayant acheté leurs étalons en Amérique ou en Angleterre; encore sont-ils obligés de faire les rectifications nécessaires pour les fournitures de guerre.

A l'étranger, la Société génevoise a franchement adopté 0°, le fabricant des célèbres cales Johansson a pratiquement accepté ce chiffre.

En résumé, il suffit en France de reconnaître officiellement une situation de fait ; à l'étranger, chacun ayant reconnu que l'unification est indispensable devra faire le sacrifice nécessaire pour réaliser l'unification.

IV. — Nécessité d'adopter un métal unique pour la fabrication des étalons. — L'adoption d'un chiffre unique et général ne suffit pas pour rendre identiques les calibres servant à mesurer les pièces fabriquées dans l'industrie. Il y a lieu de considérer en outre un autre facteur : la nature et les propriétés physiques du métal. On sait en effet que les métaux, et, en particulier, l'acier qui constitue généralement ces calibres, possèdent une dilatation irrégulière selon la température et une dilatabilité variable avec le temps, d'où une première cause d'erreur.

D'autre part, les différents métaux utilisés pour la fabrication des objets vérifiés avec ces calibres n'ont pas la même dilatation ; comme la température de fabrication n'est pas la même que celle d'emploi, il en résulte des écarts qui pourraient être fâcheux si les ingénieurs des bureaux d'études ne réglaient en conséquence leurs jeux et tolérances.

Les savantes recherches de M. Guillaume, permettent actuellement d'envisager la solution prochaine de ces deux questions et l'adoption d'une température unique sera complétée ainsi :

1° Adoption de 0° comme température de définition des étalons et mesures industrielles.

2° Adoption d'un même métal pour l'exécution de tous les étalons. Ce métal possédera une dilatation absolument régulière et le coefficient de dilatabilité β sera invariable avec le temps.

3° Adoption pour les étalons d'un alliage dont la dilatation concorde approximativement avec celle du métal désigné comme base pour les bureaux d'études, parmi les métaux les plus communément employés : acier, fonte, bronze, aluminium, etc.

V. — Conclusions. — Etant données les raisons indiquées ci-dessus, la Commission de Normalisation des ingénieurs des Arts et Métiers de Boulogne est d'avis que la température de 0° doit être adoptée comme base pour l'établissement des étalons de longueur.

Elle décide : 1° D'agir dans la mesure de ses moyens pour la faire adopter par les intéressés ;

2° D'envoyer ce rapport à la Commission ministérielle permanente de standardisation ;

3° De le publier dans les journaux techniques avec lesquels elle est en relation ;

4° De l'adresser : *a*) à la Commission permanente qui a succédé au Congrès général du Génie civil ; *b*) à la Société des Anciens élèves des Arts et Métiers ;

5° D'utiliser tous les moyens de vulgarisation dont elle pourra disposer.

Boulogne-sur-Seine, le 14 octobre 1918.

Le Rapporteur,

Ch. Cochet,
Ingénieur A. et M.

La radiographie instantanée, ses limitations et ses possibilités (1).

Dans les débuts de la radiographie la durée de l'exposition pour la prise de clichés était considérable et dépassait parfois une heure. On s'est constamment efforcé, depuis lors, de réduire le temps de pose afin d'obtenir des détails plus nets dans les organes mobiles du corps comme le thorax ou l'abdomen. La puissance limitée des bobines d'induction et l'impossibilité, pour les ampoules à rayons X, de supporter le passage d'un courant intense a fait considérer pendant longtemps la radiographie instantanée comme très difficile à réaliser.

Sir James Mc Kenzie Davidson a montré qu'une balle de revolver peut être radiographiée sur sa trajectoire. La balle coupe le circuit primaire d'une bobine d'induction. La décharge qui jaillit dans l'ampoule branchée sur le secondaire donne une ombre de la balle sur la plaque.

Il est possible d'obtenir une radiographie instantanée par une méthode relativement simple : celle indiquée par Kaye consiste à mettre le primaire d'un transformateur à haute tension ou d'une puissante bobine d'induction, en communication directe avec le réseau d'éclairage à courant continu, muni des fusibles habituels ; quand le primaire est branché, les fusibles sont immédiatement volatilisés et l'interruption du courant qui en résulte détermine une décharge rapide dans l'enroulement secondaire et l'ampoule.

Appareil pour la radiographie instantanée ; développement de la méthode. — Le premier essai sérieux en vue de constituer un dispositif de radiographie instantanée est dû à Klingelfuss (1901) ; la tension de rupture provenant de l'interruption subite du courant primaire dans une bobine d'induction détermine, dans l'ampoule à rayons X, une illumination suffisamment intense pour impressionner une plaque photographique (la durée d'exposition étant une fraction de seconde).

Les docteurs Albert Schönberg et Walter ont entrepris des expériences analogues. Ils produisent une interruption subite du courant primaire en retirant rapidement une aiguille de métal plongée dans du mercure. Un dispositif de ce genre a été mis dans le commerce et est utilisé dans un certain nombre d'installations radiographiques.

La bobine d'induction de cet appareil est de très grandes dimensions. L'interrupteur est constitué par un récipient en verre contenant du mercure à la surface duquel on met de l'huile de paraffine ; le dispositif mécanique est constitué

(1) Robert Knox. *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, juin 1918, t. LVI, p. 352-366, 15 000 mots.

Digitized by Google

par un levier qu'on soulève et qu'on abandonne ensuite à lui-même. On peut obtenir ainsi au spinthermètre une étincelle de 17 à 18 cm, et la durée de pose est d'environ $\frac{1}{200}$ de seconde; c'est suffisant pour radiographier le thorax et autres parties d'égale épaisseur, mais non l'abdomen.

L'inconvénient du dispositif précédent réside dans le fait que l'interrupteur est manœuvré à la main; la durée de l'éclair dépend de la vitesse de l'interruption, et il est difficile de reproduire avec certitude des conditions de pose identiques.

Dessauer a proposé (1909) un appareil permettant d'obtenir des interruptions instantanées au moyen d'un interrupteur à mercure dans lequel une tige est subitement retirée du mercure par l'intermédiaire d'un ressort. Ce dispositif n'ayant pas donné des résultats constants, Dessauer a été conduit à étudier un système permettant d'interrompre le courant primaire par la fusion rapide d'un fil fin sous l'action d'une surcharge. Le système fusible est constitué par un fil fin de 0,3 mm, 0,4 mm ou 0,5 mm de diamètre enfermé dans un tube de verre. En fermant l'interrupteur principal on aimante le noyau de la bobine d'induction et le courant augmente dans le circuit primaire jusqu'à l'explosion du fusible : l'interruption du circuit primaire détermine alors une impulsion dans le secondaire. On obtient ainsi un courant de 200 milliampères pour un éclateur de 40 cm, ce qui suffit pour les radiographies de thorax. On estime que le courant primaire augmente jusqu'à 250 A avant l'explosion du fusible, mais à cause du temps très court que dure cet accroissement $\left(\text{de } \frac{1}{100} \text{ à } \frac{1}{300} \text{ de seconde}\right)$ il suffit de prévoir les fusibles du réseau principal pour 40 A à 50 A. On peut ainsi obtenir la radiographie du thorax d'un individu de corpulence moyenne. Un inconvénient de cette méthode c'est que les poses n'ont pas toujours la même durée par suite de différences dans le fil métallique utilisé comme fusible.

Un nouveau perfectionnement de la méthode a conduit au procédé Siemens qui repose sur l'utilisation du courant d'induction engendré dans l'enroulement secondaire de la bobine quand on inverse brusquement le courant primaire. L'inversion du courant comprend deux stades : l'interruption du courant et son rétablissement en sens inverse.

Pendant le premier stade, il se produit une tension de rupture et pendant le second une tension de fermeture. Cette tension de fermeture a le même sens que la tension de rupture puisque le courant se propage en sens inverse après la commutation. La commutation engendre donc deux courants d'induction qui se combinent en un seul quand les deux stades de la commutation se succèdent rapidement, dans $\frac{1}{100}$ de seconde environ, et le courant résultant est égal à la somme des deux courants composants. On obtient ainsi un courant double de celui produit par la rupture et on peut réaliser les mêmes effets avec une charge beaucoup plus faible du primaire de la bobine d'induction.

La construction du commutateur demande quelques précautions. Pour obtenir le renforcement maximum, il est nécessaire que la tension de fermeture soit égale à la tension de rupture et que les deux tensions se combinent en une seule sans interruption. De plus, on conçoit que la commutation du courant dans le primaire doit être précédée de la fermeture du courant et suivie de son interruption et comme les forces électromotrices d'induction qui se produisent dans ces opérations sont en sens inverse des forces électromotrices engendrées dans la commutation, il est nécessaire, afin de protéger l'ampoule contre le passage de l'onde inverse que la fermeture et l'interruption soient produites lentement. Le commutateur est construit de manière à rendre impossible la production de l'onde inverse.

On a utilisé tout d'abord, pour actionner cet appareil à une seule impulsion, une bobine d'induction. On a constaté depuis qu'un transformateur à noyau magnétique fermé donne de meilleurs résultats.

L'appareil peut être branché sur un réseau à courant continu et on l'a même modifié de manière à pouvoir l'utiliser avec une distribution mono ou triphasée.

La durée moyenne de l'impulsion produite avec ce dispositif est $\frac{1}{100}$ de seconde; elle suffit pour la plupart des applications.

Nécessité d'accroître la puissance du secondaire. — Le premier desideratum à réaliser devra consister à augmenter suffisamment la puissance du secondaire de manière à pouvoir obtenir des radiographies parfaites sans l'emploi d'écrans renforçateurs. Actuellement cela n'est pas possible.

On peut se rendre compte de l'accroissement de puissance qu'il conviendrait de réaliser en rappelant que l'appareil est suffisant pour toutes les radiographies quand la distance entre l'anticathode et la plaque ne dépasse pas 30 cm. Pour opérer à une distance de 60 cm il faut au moins quadrupler la puissance; il faut la rendre au moins neuf fois plus grande si l'on doit opérer à 90 cm. Dans la plupart des cas cette dernière distance est celle qui convient le mieux; mais il peut être intéressant de pouvoir opérer à des distances de 180 cm, pour les examens du cœur, en particulier.

L'auteur laisse aux électriciens le soin de calculer les dimensions et la capacité d'un appareil capable de fournir une bonne radiographie du thorax pour une distance de 180 cm entre l'anticathode et la plaque.

L'avantage de la radiographie instantanée est évident chaque fois qu'il s'agit d'examiner des organes mobiles ou qu'il est difficile d'assurer l'immobilisation absolue du patient (cliniques infantiles).

L'auteur donne ensuite quelques détails sur la pratique de la radiographie instantanée.

A. B.

Sur la formation des gouttes de pluie électrisées négativement (1).

On sait que, par temps clair, le potentiel de l'atmosphère est habituellement positif. Cet état normal est soumis à des variations diurnes et annuelles qui, en un lieu donné, sont assez régulières. On sait aussi qu'à cause de son pouvoir inducteur spécifique élevé l'eau prend une charge positive par contact avec la plupart des substances connues. Lord Kelvin, Lenard et en particulier Cœhn et Mozer (2) ont montré que les gaz en barbotant dans l'eau s'électrisent négativement et laissent l'eau électrisée positivement. Aussi peut-on admettre que l'électrisation positive de l'air a son siège sur les petites gouttes ou les molécules d'eau contenues dans l'air.

(1) Fernando Sanford. *Physical Review*, juin 1918, 2e série, t. XI, p. 445-448, 1 fig.

(2) *Ann. der Physik*, 1914, t. XLIII, p. 1048.

Digitized by Google

D'autre part, au voisinage des chutes d'eau, l'air est électrisé négativement. Elster et Geitel ont constaté que cette électrisation peut être appréciable à des hauteurs d'au moins 500 m au-dessus de la chute. D'après Lenard (1), l'électrisation négative prend naissance au voisinage du bas de la chute, là où l'eau est réduite en écume, et d'une façon générale partout où il y a production d'écume (rapides et chutes), tandis qu'elle est imperceptible au-dessus d'un courant d'eau lent et régulier.

Simpson a montré que, lorsqu'on souffle des gouttes d'eau distillée dans un jet d'air vertical assez intense pour produire de l'écume, les petites gouttes formées sont beaucoup plus souvent négatives que positives.

Le point qui semble difficile à expliquer est de savoir comment des gouttes électrisées négativement peuvent être produites à partir de gouttes électrisées positivement par un jet d'air qui, régulièrement, communique des charges positives à l'eau. Avant de répondre à cette question il importe de savoir comment des gouttes extrêmement petites, comme celles qui prennent des charges négatives, peuvent être produites à partir de gouttes plus grosses.

On a fréquemment observé qu'une goutte de liquide qui se détache d'une masse plus grande forme d'abord un filet cylindrique avant de se condenser à une extrémité par contraction de la couche superficielle.

Il est clair que, lorsque des gouttes de dimensions intermédiaires sont expulsées d'une goutte plus grosse, il y a toujours une ou plusieurs gouttelettes formées à partir du filet liquide qui relient les deux gouttes, et ces petites gouttelettes sont celles qui reçoivent les charges négatives. Les conditions relatives à la formation des gouttelettes négatives sont ainsi bien déterminées. D'abord, une goutte plus petite que la goutte qui est électrisée positivement est soufflée à partir de celle-ci. Elle est également électrisée positivement. Un étroit filet liquide relie les deux gouttes ; il se sépare de la goutte primitive, puis de la goutte secondaire, et devient une gouttelette électrisée négativement.

Ce phénomène d'électrisation par induction d'un corps de petites dimensions disposé entre deux corps électrisés de même signe peut être aisément reproduit. Si deux sphères ou deux cylindres de métal, ayant des rayons inégaux, sont mis au contact et électrisés positivement, puis écartés à une petite distance tout en restant électrisés, une très petite sphère isolée introduite entre les deux prendra une charge positive par contact avec la plus grosse sphère ou le plus gros cylindre et une charge négative par contact avec le plus petit. Ainsi l'effet inductif de la grosse sphère sur la petite est suffisant pour communiquer une charge négative à un petit conducteur mis au contact de la petite sphère au point le plus rapproché de la plus grosse.

Les conditions sous lesquelles se forment les gouttelettes d'eau électrisées négativement semblent être reproduites exactement par cette expérience de laboratoire. Les gouttelettes prennent naissance entre deux gouttes électrisées positivement, d'inégales dimensions. Elles se séparent d'abord de la grosse goutte, et ensuite, alors qu'elles sont encore très près de cette grosse goutte, elles se séparent de la goutte plus petite, en prenant une charge négative grâce à l'induction produite par la goutte la plus grosse.

L'auteur n'a trouvé qu'une seule référence bibliographique sur cette question : dans la *Chaleur et l'Electricité* de Thomas Thomson (1830). Thomson attribue à Coulomb la découverte du phénomène. Il indique qu'en utilisant deux sphères, l'une de 27,5 cm de diamètre, l'autre de 20 cm de diamètre, électrisées positivement au moment de leur contact, Coulomb a pu extraire une charge négative de la plus petite sphère quand les surfaces des deux sphères étaient distantes de 2,5 cm. Avec une sphère de 10 cm de diamètre, associée à la sphère de 27,5 cm, Coulomb a pu extraire une charge négative de la plus petite sphère alors que l'écartement des deux sphères était de 5 cm. A. B.

(1) *Ann. der Physik*, 1892, t. XLVI, p. 584.

Un nouvel étalon de courant et de force électromotrice (1).

L'emploi croissant des potentiomètres en service industriel, surtout pour la mesure des températures au moyen de couples thermo-électriques, a fait naître le besoin de remplacer la pile-étalon par un substitut quelconque, d'autant plus qu'il est devenu difficile de s'en procurer depuis la guerre. Il est d'ailleurs inutile d'employer un étalon de précision et coûteux dans un potentiomètre industriel qui ne donne au plus que trois chiffres exacts.

L'instrument que propose l'auteur permet de régler le courant à la valeur voulue dans le circuit potentiométrique et supplée ainsi à la pile étalon. C'est un pont de Wheatstone dont l'équilibre ne s'obtiendra que pour une seule valeur de l'intensité. Ce pont (fig. 1) comprend trois résistances constantes A, C, D et une quatrième branche B dont la résistance est fonction du courant qui la parcourt. Cet élément B consiste en une ampoule de verre vide d'air et renfermant un fin filament d'une matière à coefficient de résistivité élevé. G est le galvanomètre. E et F sont les pôles d'une source de courant continu. Supposons, par

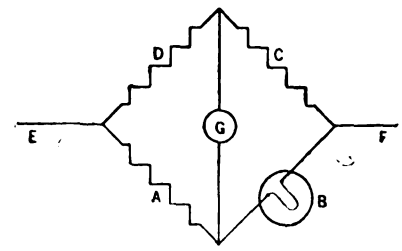


Fig. 1.

exemple, que les résistances C et D soient égales; l'équilibre du pont aura donc lieu quand la résistance de B sera égale à celle de A. La figure 2 montre graphiquement les relations des variables : le pont sera en équilibre quand le courant dans sa branche AB sera égal à l'abscisse du

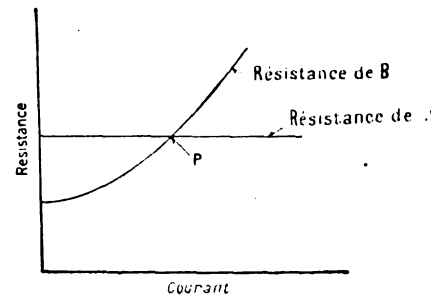


Fig. 2.

(1) Ch. T. ALLCUTT. *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, février 1918, t. XXXVII, p. 83-89, 1 500 mots, 9 fig.

Digitized by Google

point P. C'est donc une méthode de zéro très simple pour régler à une valeur prédéterminée le courant dans un circuit.

Pour que l'appareil soit pratique, la résistance variable doit dépendre du courant suivant une loi convenable et rester très sensiblement identique à elle-même. Pour l'emploi avec les potentiomètres, il est nécessaire que l'équilibre du pont ait lieu pour une valeur assez faible de l'intensité, 20 milliampères généralement pour les potentiomètres portatifs. Des ampoules vides d'air, contenant un filament de platine d'environ 5×10^{-4} mm de diamètre et 1 à 3 cm de longueur conviennent bien. La figure 3 repré-

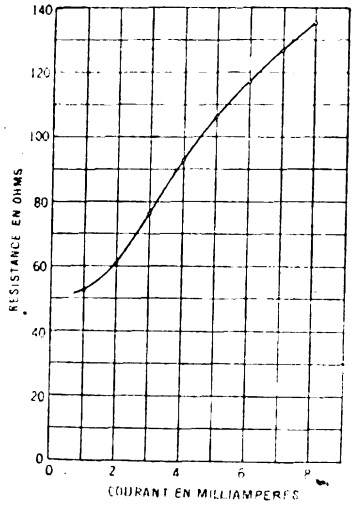


Fig. 3.

sente une courbe typique de la variation de résistance d'un tel filament avec l'intensité qui y passe. On voit que, pour des courants de plus de 2 milliampères, la résistance croît très vite avec l'intensité. La pression dans les ampoules est de 10^{-4} à 10^{-5} mm de mercure. Pour assurer la permanence de l'étalon, il faut que le degré de vide reste à cette valeur, et aussi que le filament ait subi un traitement de « vieillissement » qui consiste à y faire passer, pendant vingt-quatre heures environ, un courant assez intense pour le porter au rouge vif.

On a mesuré l'influence de la température ambiante sur la courbe résistance-intensité d'un tel filament. On a obtenu les résultats qu'indique la table ci-dessous :

TEMPÉRATURE DANS L'ÉTUVE	INTENSITÉ DANS LE FILAMENT	RÉSISTANCE DU FILAMENT
19°C	1×10^{-3} A	74,08 ohms
19	2 Id.	96,5 Id.
19	4 Id.	140,6 Id.
19	6 Id.	171,1 Id.
44°C	1×10^{-3} A	75,33 ohms
45	2 Id.	97,65 Id.
46	4 Id.	141,05 Id.
46	6 Id.	171,3 Id.
102°C	1×10^{-3} A	81,05 ohms
101	2 Id.	101,5 Id.
100	4 Id.	142,0 Id.
100	6 Id.	172,1 Id.

On voit que, pour des valeurs un peu fortes de l'intensité, l'effet de la température ambiante est très faible. On pourrait, d'ailleurs, le compenser exactement en donnant à l'une des résistances du pont un coefficient de température convenable.

La permanence de l'étalonnage a été vérifiée par une série d'essais s'étendant sur une période de plusieurs semaines, pour une température ambiante n'ayant que de faibles variations. On a trouvé que, à partir d'une intensité de 6 milliampères, la permanence est pratiquement parfaite.

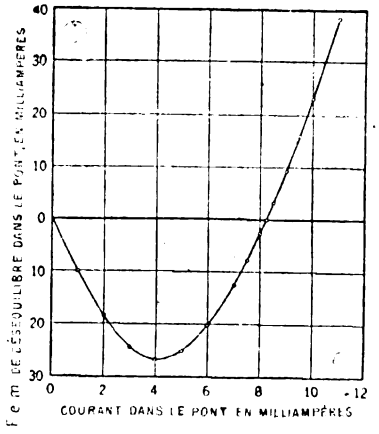


Fig. 4.

Les figures 4 et 5 indiquent la sensibilité qu'on peut obtenir avec un pont muni d'une ampoule dont on vient de donner les caractéristiques (1). Ces courbes indiquent la tension de déséquilibre du pont (c'est-à-dire la tension qui envoie du courant dans le galvanomètre) en fonction de l'in-

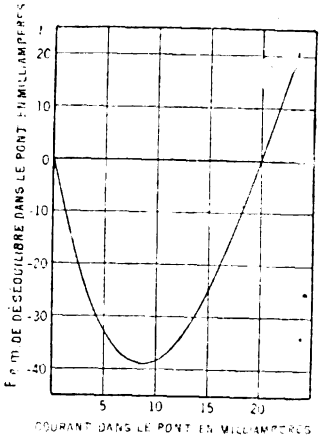


Fig. 5.

tensité qui passe dans le pont. On peut accroître la sensibilité en employant deux ampoules placées dans deux bras opposés du pont, mais on a constaté qu'une suffit.

La figure 6 indique le schéma de montage et les constantes du pont dont les caractéristiques sont données par la figure 5. Ce pont a été construit pour s'équilibrer avec un courant de 20 milliampères. On lui a, de plus, adapté des prises de courant entre lesquelles existe une différence de

(1) Ces courbes se rapportent à deux ampoules différentes.

Digitized by Google

potentiel exactement égale à 1 v quand le pont est équilibré. Un rhéostat est monté dans la même boîte que le pont. On relie les pôles d'une pile sèche aux bornes marquées B et un galvanomètre aux bornes G. On manœuvre alors le rhéostat jusqu'à ce que le galvanomètre ne dévie plus. Quand le pont a été ainsi équilibré, il y a une tension d'un volt entre les bornes marquées E. Cet appareil est donc un étalon très simple d'intensité et de force électromotrice.

Pour l'emploi avec les potentiomètres, le pont réglant l'intensité est relié d'une façon permanente en série avec le

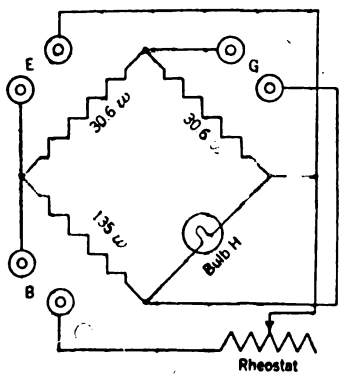


Fig. 6.

circuit potentiométrique. Un dispositif est prévu pour qu'on puisse relier le galvanomètre soit suivant une diagonale du pont, soit dans le circuit qui conduit à la force électromotrice inconnue.

Il a été reconnu que les erreurs de l'appareil sont dans les limites de ± 0,1 pour 100. Il est, d'autre part, très facile de régler le courant à moins de 0,1 pour 100 près avec le type de galvanomètre dont sont ordinairement munis les potentiomètres portatifs. L'appareil convient donc pour remplacer la pile étalon dans tous les genres de service, excepté les travaux de laboratoire de précision.

P. L.

Effets de rupture dans les conducteurs en bore (1).

Quand on soumet une épaisseur déterminée d'un isolant quelconque à une tension dépassant une certaine valeur critique, on observe le phénomène de la rupture : la disparition des propriétés isolantes s'accompagne de phénomènes de destruction physique et chimique. Ces derniers phénomènes sont fréquemment considérés comme étant les causes réelles de la disparition du pouvoir isolant et comme constituant réellement la rupture. Il existe toutefois des substances qui présentent tous les caractères de la rupture sans être le siège d'actions destructives.

Ces substances possèdent, comme les isolants ordinaires, un coefficient de température négatif. C'est ce qui se produit, par exemple, avec le bore. La figure 1 représente la variation de la résistance en fonction de la température. Si aux deux extrémités d'une lame de bore on applique une tension peu élevée le courant qui passe est assez faible, la substance ayant à 20° C une résistivité de 2×10^6 ohms par cm ; cm^2. Au bout de quelques instants le courant augmente d'intensité par suite de l'échauffement qu'il détermine, mais on atteint assez vite un état d'équilibre stable et la substance se comporte simplement comme une résistance élevée. Si on applique successivement des tensions de plus en plus grandes, le courant augmente de plus en plus tout en étant toujours de l'ordre de quelques milliampères.

On atteint cependant une certaine tension pour laquelle le système devient instable : le courant augmente rapidement et, à moins qu'on ait la précaution de mettre en série un rhéostat, on observe un court-circuit dans la ligne. L'action sur le circuit électrique est tout à fait analogue à celle que

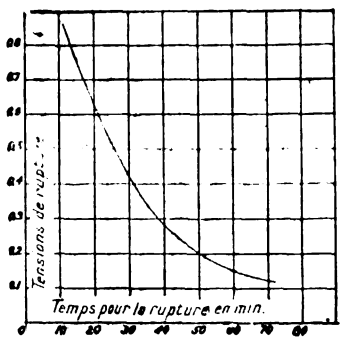


Fig. 1.

détermine la rupture de l'isolement. Au moyen d'un rhéostat on peut régler le courant à une valeur qui maintienne le bore au rouge, mais sans subir un nouvel accroissement. Si l'on coupe le courant et qu'on laisse refroidir le bore on constate qu'il est dans le même état physique et chimique qu'avant la « rupture ».

On peut montrer que le phénomène de « rupture » précédent est dû, d'une manière générale, à l'influence de l'échauffement interne sur la résistance électrique. La résistance diminue continuellement à mesure que la température de la plaque s'élève. Quand cette diminution a été poussée assez loin, l'échauffement devient très rapide et le courant atteint vite la valeur limite imposée par la résistance extérieure. Il est à remarquer que la rupture n'est pas instantanée, mais demande un certain temps pour se produire, tout comme dans le cas des substances isolantes ordinaires.

Tension minimum de rupture. — Il existe une valeur définie de la tension au-dessous de laquelle la rupture ne se produira jamais, quelle que soit la durée d'application de la tension. Toutes les tensions supérieures à cette valeur produisent la rupture avec une rapidité qui dépend de l'excès de la tension appliquée sur la tension limite. Cette tension critique peut être appelée *tension de rupture au bout d'un temps infini*.

On peut se rendre assez aisément compte des conditions dont dépend cette tension critique. L'élévation de température qui se produit dans l'échantillon sous l'influence de la tension appliquée a deux effets : l'accroissement de la conductibilité qui a été ci-dessus envisagé et une dissipation de chaleur sur les objets voisins. Le premier effet tend à produire une nouvelle élévation de température, le second tend à la limiter. Si les deux effets peuvent arriver à se compenser, le courant et la température atteindront une valeur d'équilibre. Si la compensation est impossible, et c'est ce qui se produit aux tensions élevées, la rupture surviendra.

(1) F.-W. Lyle. *Physical Review*, avril 1918, 2e série, t. IX, p. 253-260, 3000 mots, 5 fig.

Digitized by Google

Dégagement et dissipation de la chaleur. — La conductivité électrique C, qui est une fonction de la température θ, peut être représentée par

$$C = C_0 F(\theta).$$

C_0 désignant la conductivité pour $\theta = 0°$.

La chaleur dégagée sous une tension E est ainsi égale à

$$E^2 C_0 F(\theta).$$

La chaleur dissipée est également une fonction de θ et, en première approximation, pour les faibles élévations de température, peut être considérée comme proportionnelle à $\theta - \theta_a$, θ_a désignant la température ambiante.

Quand l'équilibre sera réalisé on aura

$$E^2 C_0 F(\theta) = k(\theta - \theta_a) \quad (1)$$

et la température pour laquelle l'équilibre est possible, si elle existe, s'obtiendra en résolvant cette équation par rapport à θ. On peut opérer graphiquement.

Ecrivons l'équation (1)

$$F(\theta) = \frac{k}{E^2 C_0}(\theta - \theta_a); \quad (1a)$$

F (θ) est une fonction caractéristique de la substance : celle relative au bore est représentée par la courbe I (fig. 2).

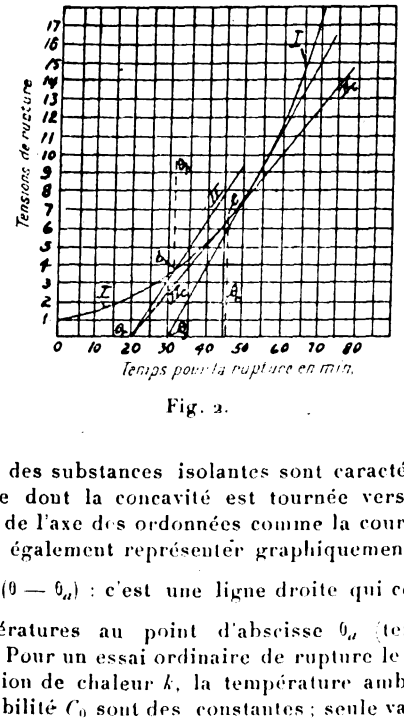


Fig. 2.

La plupart des substances isolantes sont caractérisées par une courbe dont la concavité est tournée vers la partie supérieure de l'axe des ordonnées comme la courbe I.

On peut également représenter graphiquement l'expression $\frac{k}{E^2 C_0}(\theta - \theta_a)$: c'est une ligne droite qui coupe l'axe des températures au point d'abscisse θ_a (température ambiante). Pour un essai ordinaire de rupture le coefficient de dissipation de chaleur k, la température ambiante θ_a et la conductibilité C_0 sont des constantes ; seule varie la tension appliquée E. Ainsi, dans les conditions de l'expérience, la courbe I de la figure 2 est déterminée ; le coefficient angulaire de la droite II est le seul facteur qui puisse varier.

Pour de faibles tensions ce coefficient angulaire $\frac{k}{E^2 C_0}$ prend une grande valeur et la droite II coupe la courbe I en un point b dont l'abscisse fournit la température pour laquelle il y a équilibre entre la chaleur dissipée et la chaleur dégagée. Sous cette tension la rupture ne se produira donc pas.

Si la tension E augmente, il arrive un moment où la droite II ne coupe plus la courbe I ; il n'existe aucune valeur de la température pour laquelle il puisse y avoir équilibre entre la chaleur produite et la chaleur dissipée ; la température et le courant vont en croissant jusqu'à ce que l'accroissement soit limité par la résistance externe du circuit. La « rupture » de l'isolant est possible.

Le coefficient angulaire de la tangente II_c à la caractéristique détermine la tension critique au-dessus de laquelle la rupture est possible.

Température au moment de la rupture. — La température θ_c est celle qui serait atteinte par la substance sous la tension minimum de rupture caractérisant la « rupture au bout d'un temps infini », et il est intéressant de noter qu'elle caractérise une substance donnée. La connaissance de cette température est extrêmement importante car elle intervient notablement dans la détermination de la rupture.

Temps nécessaire a la production de la rupture. — Sous une tension quelconque il faut un certain temps pour que la rupture se produise. Ce temps diminue à mesure qu'on fait croître l'excès de la tension appliquée sur la tension critique. La figure 3 représente la variation du temps nécessaire à la rupture en fonction de la tension dans le cas du bore.

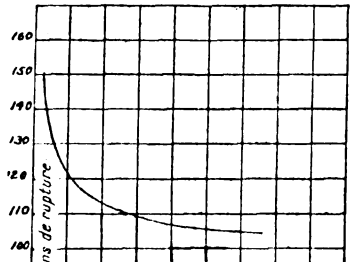


Fig. 3.

Influence de la température ambiante et de l'épaisseur. — La température ambiante affecte notablement la tension pour laquelle se produit la rupture, ainsi qu'on peut s'en rendre compte sur les courbes de la figure 2. La courbe I demeure inaltérée. La droite II coupe l'axe des températures au point qui correspond à la température ambiante. Si cette température augmente de θ_1 à θ_2, le point d'intersection se déplace vers la droite. La tangente à la courbe I issue du point d'abscisse θ_2 a un coefficient angulaire supérieur à celle partant du point d'abscisse θ_1. Comme ce coefficient est proportionnel à l'inverse du carré de la tension de rupture on voit que celui-ci va en diminuant quand la température ambiante augmente.

On constate également que la tension de rupture n'augmente pas proportionnellement à l'épaisseur de l'échantillon, le nombre de volts par millimètre allant en diminuant à mesure que l'épaisseur augmente, tout comme les tensions de rupture dans les isolants ordinaires. On peut fournir une explication générale de ce fait à partir des équations (1) et (1a). La rupture se produit quand la température de l'échantillon a atteint la valeur θ_c qui est déterminée pour un échantillon donné. A cette température la chaleur totale perdue par l'échantillon est propor-

Digitized by Google

tionnelle au coefficient k de l'équation (1). Mais ce coefficient ne va certainement pas en augmentant avec l'épaisseur de l'échantillon. Par suite, la chaleur totale dégagée dans un échantillon ayant une certaine épaisseur ne peut pas être plus grande que celle correspondant à un échantillon plus mince et la chaleur dégagée par centimètre cube sera d'autant plus faible que l'échantillon sera plus épais. Or, à une température donnée, la chaleur par centimètre cube est proportionnelle au carré du gradient du potentiel ; par suite celui-ci doit décroître à mesure qu'augmente l'épaisseur de l'échantillon. Les considérations précédentes suffisent à indiquer que le gradient du potentiel au moment de la rupture doit être moindre pour les lames épaisses que pour les lames minces, ce qui est vérifié.

Variation du courant en fonction du temps. — Dans le cas des substances examinées jusqu'ici par l'auteur, la température θ_c pour laquelle se produit la rupture est bien inférieure à celle entraînant une altération chimique de la substance. Il est donc possible, en mettant un ampèremètre en série dans le circuit, de noter l'augmentation du courant qui traverse la substance, sous une tension quelconque, pendant l'essai.

La figure 4 représente la variation du courant en fonction

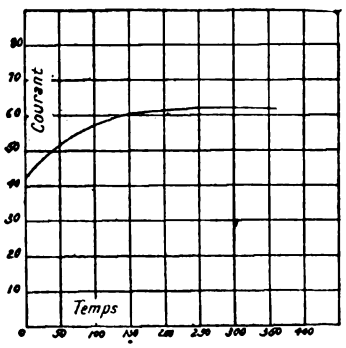


Fig. 4.

du temps pour une lame de bore sous une tension inférieure à la tension minimum de rupture. La vitesse d'augmentation du courant diminue de plus en plus et devient bientôt sensiblement nulle. L'équilibre de température est atteint et la rupture ne se produit pas.

La figure 5 représente une courbe analogue pour le même échantillon sous une tension plus élevée. La pente de la courbe va d'abord en diminuant ; ensuite, après avoir atteint le point marqué f elle commence à croître, et elle augmente de plus en plus jusqu'à devenir pratiquement verticale. En f l'échantillon a atteint la température de rupture et la rupture est alors inévitable sous la tension envisagée. On peut couper le circuit en ce point sans permettre au phénomène d'atteindre des températures destructives. On peut de cette manière déterminer la tension de rupture sans que la rupture soit effectivement produite et que la substance soit endommagée par un trop fort échauffement.

Rupture produite par des tensions alternatives. — Les considérations précédentes sont relatives au courant continu. On pourrait cependant les étendre à la rupture sous des tensions alternatives, sauf à substituer aux pertes dues à la seule résistance ohmique les pertes totales comprenant, par exemple, la perte par hystérésis diélectrique. On a constaté que, pour une température donnée de la substance, les pertes en courant alternatif sont, tout comme les pertes en courant continu, proportionnelles au carré de la tension. Les considérations formulées plus haut pour le courant continu sont applicables au courant alternatif. Il est à noter que les pertes en courant alternatif, pour une température et une tension données sont, dans le cas de la plupart des substances isolantes, notablement supérieures aux pertes en

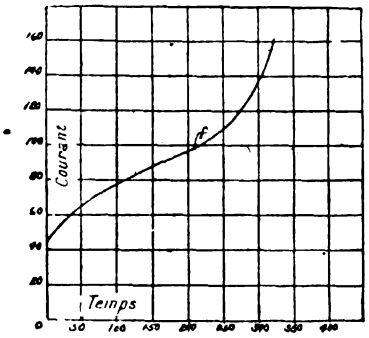


Fig. 5.

courant continu, et, par suite, la tension de rupture est plus faible en courant alternatif qu'en courant continu.

A noter également qu'une augmentation de la fréquence augmente généralement les pertes diélectriques, et par suite que la tension de rupture diminue à mesure que la fréquence augmente.

Expériences sur l'effet de la vibration d'un fil tendu formant partie d'un circuit électrique fermé (1)

Dans sa communication à la Royal Society de Londres le 13 juin 1918, l'Amiral Sir H. Jackson donne le résultat des expériences qu'il a entreprises pour élucider la cause du phénomène qui se produit dans un grand thermomicrophone consistant en une longue boucle de fil chauffée par un courant électrique ; lorsque celui-ci est soumis à des vibrations produites par des ondes sonores, il continue à répondre à l'effet de la vibration et à l'enregistrer dans un appareil récepteur convenable après que la batterie électrique a été mise hors circuit et quand le fil est à la même température que l'air. L'auteur a d'abord examiné divers types de fils et recherché les précautions nécessaires pour éliminer les erreurs. Quand on fait varier l'angle du fil avec la direction du magnétisme terrestre, on obtient des résultats entièrement négatifs. Des fils de diverses substances et de longueurs atteignant jusqu'à 66 m, tendus et soumis à des vibrations forcées, engendrent presque invariablement un courant d'électricité dans le circuit, d'intensité suffisante pour être entendu dans un récepteur téléphonique convenable, avec ou sans force électromotrice ajoutée dans le circuit. L'addition d'un amplificateur à soupape augmente considérablement l'intensité du son et a permis de tirer des conclusions plus complètes sur la réponse variable des différents fils et la forme suivant laquelle ils sont tendus.

La résonance joue ici un rôle important. Toutefois il a été impossible de formuler des conclusions définitives sur l'effet quantitatif de la variation de tension ou de longueur des fils, ou de leur déplacement sur le courant engendré ; l'énergie dépensée dans la production des vibrations ne paraît pas non plus proportionnelle à l'effet produit.

(1) *Revue générale des Sciences*, 15 octobre 1918, t. XXIX, p. 560.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Étude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice (*Suite*)

Dans cette troisième partie, divers projets formés, ou articles publiés en France, en Angleterre, en Amérique, en Italie, en Belgique et en Allemagne pour utiliser la puissance des marées, sont analysés et résumés.

III. — Projets divers d'utilisation des marées.

Outre tous les procédés brevetés d'utilisation des marées qui ont été indiqués dans le chapitre précédent, un certain nombre de projets ou d'articles venus à notre connaissance ont été publiés; il semble utile d'en faire l'analyse pour que l'historique de la question soit aussi complet que possible :

Système Bélidor. — En 1737, Bélidor (1), commissaire provincial d'artillerie, etc..., dit au sujet des moulins à eau, dans son livre 2, chapitre premier, pages 305 à 309, de son traité d'architecture hydraulique :

L'invention des moulins à marées est due à un nommé Perse, maître charpentier à Dunkerque.

Il y avait en 1737, dans cette ville, un moulin à marées qui avait huit meules, dont six tournaient par le moyen de la mer et les deux autres par le vent. A mer montante, l'eau faisait tourner la roue pendant 4 h 1/2 environ, puis elle cessait de tourner 1 h 1/2 avant le plein et 1 h 1/2 après.

Il ajoute : j'ai fait cette réflexion qu'on pouvait se servir de la marée pour faire aller des moulins d'une manière encore plus simple que celle décrite. Je suppose (fig. 7) que R S T marque la basse mer et K O M, la haute mer; que l'on a creusé le terrain au niveau des plus basses marées sur l'étendue S L A G N T qui aboutit à deux réservoirs D O H et G P I, dont le lit du premier doit être de 6 ou 7 pieds plus élevé que celui du second qu'on fera de niveau avec la basse mer; aussi que l'on ménagera une chute à l'endroit H I, accompagnée par une écluse et fermée avec des vannes pour soutenir les eaux du canal supérieur et faire tourner plusieurs moulins. A l'entrée du bassin supérieur, il faudra faire une écluse A B fermée par deux portes busquées D, qui s'ouvriront d'elles-mêmes du côté du canal; à la marée montante, l'eau entrera à la hauteur de 7 à 8 pieds et s'y trouvera enfermée sans en pouvoir sortir qu'en ouvrant les pertuis des moulins parce que les portes D se refermeront d'elles-mêmes aussitôt que la mer commencera à baisser.

On construira aussi une écluse E F à l'entrée du bassin inférieur, dont les portes G regardant la mer se fermeront d'elles-mêmes quand elle montera et elle ne

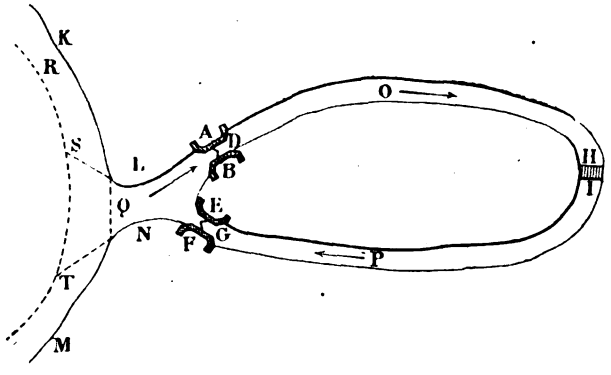


Fig. 7.

pourra entrer dans ce bassin uniquement destiné à recevoir les eaux d'en haut, car le radier des moulins étant à très peu près de niveau avec le lit du bassin supérieur, l'eau pourra passer de l'un dans l'autre et de là aller se jeter dans la mer, lorsque la marée en baissant laissera la liberté aux portes G de s'ouvrir, pour mettre le bassin à sec, de douze en douze heures. Or, si l'on proportionne l'étendue de celui d'en haut à la quantité d'eau que les moulins dépenseront pendant neuf ou dix heures afin d'avoir égard au temps que la mer mettra à baisser et à remonter jusqu'à un certain point, les moulins iront continuellement sans aucune sujétion.

Comme toutes les rivières qui vont à la mer ont un flux et un reflux qui s'étend sensiblement à plusieurs lieues en deçà de leur embouchure, on peut profiter de cet avantage pour les villes qui sont à portée.

(1) Bélidor. *Architecture hydraulique ou l'art de conduire, d'élever et d'aménager les eaux pour les différents besoins de la vie*, première partie, tome premier, livre II, chapitre premier, p. 305 à 309. *Des moulins à eau*. Paris, rue Dauphine, chez Charles Antoine Jombert, libraire de l'Artillerie et du Génie, 1737. Avec approbation et privilège du roi.

Digitized by Google

Par exemple. A B C D E représente (fig. 8) une rivière qui va se jeter à la mer du côté A; on se servira du circuit B C D afin de construire les moulins à l'endroit M N. Pour cet effet, il faudra creuser deux bassins F M N G et M I K N, le premier plus profond que le second, le faisant de niveau avec le lit H A, ce qui s'expliquera d'autant plus commodément que les rivières ont toujours beaucoup de profondeur à mesure qu'elles approchent de leur embouchure : on fera une écluse F G, dont les portes H regarderont la mer et une autre I K, dont les portes K regarderont les moulins.

On aperçoit d'abord que la mer venant à monter fermera l'écluse d'en bas et ouvrira celle d'en haut et que, quand elle se retirera, l'eau du bassin supérieur fermera l'écluse d'en haut et l'eau du bassin inférieur ouvrira celle d'en bas pour s'aller jeter à la mer, ainsi alternativement.

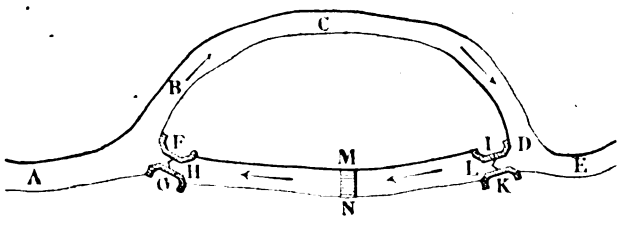


Fig. 8.

Or, le moyen décrit et préconisé par Bélidor pour obtenir une chute continue est, comme nous l'avons dit ci-dessus, précisément celui que MM. Tallandeau, Deschamps, Courtenay, Davies, Villegas ont fait breveter de 1864 à 1889; que M. Decœur, ingénieur des Ponts et Chaussées, a également fait breveter en 1890 et qui a été très remarqué à la suite de sa communication à l'Académie des Sciences. MM. Compton, Pelé, et de Kernisan ont également fait breveter le même système en 1900, 1905 et 1909.

Système Tommasi. — En mars 1869, M. Tommasi [1] a publié une brochure sur « le flux moteur ou la marée employée comme force motrice à une distance quelconque de la mer », dans laquelle il décrit le dispositif qu'il a fait breveter en mars 1869 (voir n° 14).

Etudes Oates. — Le « Bulletin de la Société des Ingénieurs civils » de 1883 a rendu compte d'une étude faite par M. A. Oates sur l'utilisation des marées [2], qui présente quelques aperçus intéressants :

L'énergie de la montée et de la descente de la mer, sur une superficie donnée, est mesurée par le produit de cette superficie par la différence des niveaux extrêmes, lequel donne le poids d'eau mis en mouvement à chaque marée. On peut dire que l'eau descend d'une hauteur égale à la moitié de la différence de niveau quatre fois par jour lunaire, et en multipliant le poids d'eau par la demi-différence de niveau et par 4, on a le travail par jour lunaire.

Avec le coefficient de réduction de 0,25, on obtient les résultats du tableau suivant pour lesquels on a admis la valeur de 125 fr pour le travail d'un cheval-an et, d'autre part, que cette somme représente les 0,20 du capital dépensé, pour tenir compte de toutes les charges.

Tableau II.

HAUTEUR DE LA MARÉE EN MÈTRES	NOMBRE DE CHEVAUX PAR KILOMÈTRE CARRÉ	NOMBRE DE MÈTRES CARRÉS POUR UN CHEVAL	PRODUIT ANNUEL DE LA PUISSANCE PAR KILOMÈTRE CARRÉ EN FRANCS	CAPITAL POUVANT ÊTRE DÉPENSÉ POUR UTILISER 1 KM² EN FRANCS
1,50	180	5 550	22 500	112 500
3,00	720	1 380	90 000	450 000
4,50	1 620	617	202 500	1 012 500
6,00	2 880	350	360 000	1 800 000
7,50	4 500	220	562 500	2 812 500
9,00	6 480	155	810 000	4 050 000

On voit par ces chiffres quel énorme parti on peut tirer des forces naturelles avec des dépenses qui ne sont pas exagérées.

Les baies, dans le projet de M. Oates, seraient fermées par des barrages moteurs composés d'une série de colonnes jointives enfoncées dans le sol et montant jusqu'au-dessus des plus hautes mers pour supporter une chaussée de communication. Ces colonnes, appuyées par des contre-fiches pour résister à la poussée de l'eau, portent à leur partie inférieure des roues à axe vertical, que le courant de la marée fait tourner, tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre; leurs axes commandent, au moyen de pignons, un arbre commun horizontal qui met les appareils moteurs en mouvement.

Une première objection est la variation de vitesse du courant suivant l'état de la marée. L'auteur pare à cette difficulté en réduisant le nombre des moteurs à mesure

[1] Tommasi. *Le flux moteur ou la marée employée comme force motrice à n'importe quelle distance de la mer*, 1869. Paris, Eugène Delacroix, imprimeur-éditeur, 54, rue des Saints-Pères.

[2] Utilisation des marées comme force motrice. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*. Mémoires, 1883, p. 155

Digitized by Google

que la vitesse diminue et, pour cela, ceux-ci sont munis de débrayages actionnés par régulateur centrifuge.

Le travail produit servirait à emmagasiner de l'électricité dans des accumulateurs qui transmettraient ensuite le travail à distance.

On pourrait aussi employer l'air comprimé ou l'eau refoulée dans un réservoir placé à grande hauteur; la réduction de rendement perdrait de son importance en présence du faible prix auquel reviendrait la force motrice.

Il y a dans ce projet des détails ingénieux, tels que l'emploi de l'air comprimé pour accéder aux moteurs en cas de visite ou de réparations.

Système Diamant. — En 1890, M. Diamant (1) a publié une brochure sur l'utilisation de la force motrice des marées, dans laquelle il décrit le système de bassins à fonctionnement jusqu'après un certain temps de flot, qu'il a fait breveter en septembre 1889 avec M. Kusmaul.

Usine de Ploumanach. — La « Revue industrielle » du 15 janvier 1898 et l' « Electricien » de 1898 (2) ont publié une note sur la marée utilisée comme force motrice, extraite de la « Revue de Physique et de Chimie » du 10 janvier 1898 :

Un intéressant essai d'utilisation de la marée comme force motrice a été fait dans le petit port de Ploumanach (Côtes-du-Nord). Un étang de 1 hectare 1/3 de superficie est fermé du côté de la mer par une ancienne chaussée de 120 m de longueur et de 8 m de hauteur. Au pied de la digue sont disposés des clapets inclinés, découvrant à mer basse, qui s'ouvrent quand la mer monte et se ferment quand elle descend. La chute créée, de 4 à 5 m, actionne deux roues hydrauliques auxquelles l'eau est amenée par des conduites. On emploie cette force motrice à faire de la glace au moyen d'une machine Pictet à anhydre sulfureux liquéfié, qui fonctionne deux fois par jour, huit heures environ, en produisant 450 kg de glace en vingt-quatre heures. Une dynamo éclaire l'usine. Cette glace sert à l'expédition du poisson provenant de l'étang, lequel sert de réserve de pêche. Un seul homme suffit pour faire le service et la dépense n'atteint pas plus de 10 fr par jour. Les côtes de Bretagne se prêteraient à de nombreuses applications d'un tel système.

Installation de Potentia (Californie). — Le « Bulletin de la Société des Ingénieurs civils » de 1898 et le « Scientific American » du 30 avril 1898 (3) ont rendu compte d'une installation de moteurs à marée décrite dans « l'Engeneering News » du 24 mars 1898, sous le titre « Tidal Moteur Plant ». Il est dit qu'on a installé à Potentia, sur la côte de Californie, à 18 miles de Los Angelos, contre une jetée de 8 m de largeur sur 107 m de longueur, trois moteurs constitués par des flotteurs montant et descendant avec le niveau de la mer. Leur déplacement se communique à des pistons contenus dans de longs corps de pompe qui refoulent l'eau dans des réservoirs à haute pression; cette eau agit ensuite sur une roue Pelton actionnant une dynamo.

Le volume déplacé par un flotteur est, par cheval et par mètre de déplacement vertical, de 63,500 m³. Les essais ont duré seize jours, du 1er au 15 décembre 1897; le nombre des vagues a varié de 3 à 8 par minute; les flotteurs ont développé un travail variant de 2,3 à 3,5 ch chacun, mesuré sur l'arbre de la roue. Chaque cheval de puissance reviendrait à 65 fr par an.

Pour 1000 ch, les frais d'établissement coûteraient 920 fr par cheval.

L'auteur termine en disant que jusqu'ici le problème de l'utilisation des marées n'a pas reçu de solution et qu'à moins de découverte imprévue, il est à craindre que cette situation ne se modifie pas de sitôt.

Étude Thouvenin. — En juin 1903, M. Thouvenin (1) a publié dans la « Houille blanche » une étude sur les marémoteurs.

Il prend une courbe de marée quelconque et la divise en trois parties égales, dont une de ces parties formera la chute motrice de la turbine (fig. 9).

Partant de la basse mer, la mer montante mettra

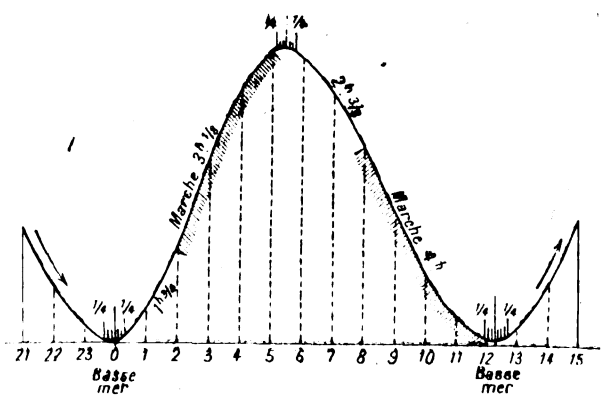


Fig. 9.

2 heures pour établir la chute, avec un réservoir vide; pendant 3 h 1/8, la turbine fonctionnerait avec écoulement dans le réservoir, dont la capacité serait calculée de manière à donner une chute presque constante, puis pendant une demi-heure de pleine mer, le réservoir se remplirait complètement. Il faut attendre alors 2 h 3/8 pour avoir la chute nécessaire à la mer baissante. Pendant 4 heures, on peut alors faire marcher la turbine, le réservoir se vidant dans la mer, et son niveau utile s'arrêtant au tiers de la hauteur de la marée. A ce

(1) Diamant. *Utilisation de la force motrice des marées*, Brochure, 1890, Béranger, éditeur.

(2) Marée utilisée comme force motrice; *Revue industrielle* du 15 janvier 1898 et *Revue de Physique et de Chimie* du 10 janvier 1898.

(3) Moteurs à marée; *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*. Mémoires, 1898, p. 736; *Minutes of Proceedings of the Institution of Civils Engineers* du 30 avril 1898.

(1) Thouvenin. Les marémoteurs. *La houille blanche*, juin 1903, p. 178.

Digitized by Google

moment, et pendant une demi-heure, le réservoir achèverait de se vider sans travail utile.

Le travail recueilli serait à peu près constant pendant 7 h 1/8 par marée de 12 h 1/4.

On pourrait obtenir une force motrice continue, mais avec l'adjonction de deux autres réservoirs ; chacun d'eux devrait avoir la même surface que le premier donnant un rendement de 7 h 1/8. Ils auraient donc une faible utilisation de 12 h 1/4 — 7 h 1/8 soit 2 h 1/4 environ ; par suite il serait préférable de les employer comme le premier.

En supposant une marée de 6 m, la chute serait de 2 m ; pour une puissance de 100 ch avec turbine de rendement 0,75, il faudrait un débit de 5000 litres par seconde ou 18000 mètres cubes par heure. La marche la plus longue étant de 4 heures, le réservoir devrait avoir un volume utilisable de 72000 m³ correspondant à 1,80 hectare de superficie ; mais son volume total devrait être de 108000 m³ ; il faudrait donc écouler 108000 — 72000 m³, soit 36000 m³, en une demi-heure de basse mer.

Le rendement d'un hectare serait donc de $\frac{100 \text{ ch}}{1{,}80} = 56$ ch pendant 7 h 1/8, soit par marée une puissance moyenne de $\frac{56 \times 7 \text{ h } 1/8}{12 \text{ h } 1/4} = 32$ ch.

On ne peut guère, dit M. Thouvenin, faire sous 2 m ou 2,50 m de chute, des turbines de plus de 100 ch. Pour une installation à l'embouchure d'une rivière, comportant une digue de fermeture de 200 m, il serait possible de mettre 50 turbines donnant 5000 ch pendant 14 heures par journée. La rivière formant réservoir devrait avoir, pour 6 m de marée, un volume de 5 400000 m³ et une surface de plus de 92 hectares. Or, une turbine de 100 ch toute installée, coûterait 20000 fr, et avec les maçonneries et apparaux, 60000 fr, ce qui donnerait un total de 4000000 fr pour capter 5000 ch, soit 800 fr par cheval pour une marche de 14 heures par jour.

Si l'on voulait avoir une marche continue, la complication des maçonneries et le coût des digues complémentaires feraient une utopie de la question des marémoteurs. Il y aurait alors lieu de recourir à l'accumulation hydraulique dans de hauts réservoirs en affectant, par exemple, plusieurs des turbines à actionner des pompes élevant l'eau à de grandes hauteurs, pour s'en servir ensuite comme moteur de turbines à grande vitesse.

En supposant toujours une turbine de 100 ch actionnant une pompe au rendement de 0,80, on aura 80 ch élevés, lesquels donneront avec une nouvelle turbine 60 ch disponibles. Pour avoir une puissance constante pendant 24 heures, il faudrait donc avoir 23 turbines donnant directement pendant 7 heures 2300 ch, et 27 turbines donnant indirectement pendant 5 heures, 2268 ch.

Avec les pompes, le réservoir et les turbines supplémentaires, le coût du cheval constant s'élèverait à plus de 2000 fr.

Ce chiffre, dit l'auteur, se passe de tous commentaires.

Cette étude succincte, dans laquelle de grands inconvénients ont été laissés de côté, montre, dit M. Thouvenin, que les marémoteurs sont une fiction.

Étude Martinet. — En novembre 1903, M. Martinet[1] a publié dans la « Revue technique », un article intitulé : « Peut-on utiliser les marées dans un but industriel »?

Dans cet article, il signale, comme l'« Engineering Magazine » l'a fait remarquer, que jusqu'ici les marées n'ont été employées que pour faire marcher des moulins installés sur de petits cours d'eau ou des bassins de peu d'étendue. Pour aller plus loin, on se heurte à de nombreuses difficultés, venant en particulier de l'irrégularité des marées.

Le meilleur moyen qu'on ait trouvé pour accaparer ce genre d'énergie, consiste à recevoir l'eau dans un bassin pour la déverser ensuite, entre deux marées, sur des turbines, mais il faut installer divers mécanismes ou appareils pour régulariser ce genre d'action.

Si ingénieux que puissent être ces systèmes, leurs effets sont toujours subordonnés à la lenteur du déplacement vertical du flot. Exemple : pour une marée de 12,50 m, on aura l'équivalent de 2 m de montée par heure, et bien que le soulèvement s'étende à toute la masse d'eau, il est néanmoins nécessaire qu'il soit transformé en un mouvement de rotation plus rapide pour le rendre applicable à un travail mécanique réel.

M. Baillairge, membre de la Société des Ingénieurs civils du Canada, en examinant la possibilité de multiplier la vitesse au moyen d'engrenages, a trouvé que, même en supposant aux frottements leur valeur minimum, le travail résistant absorberait au moins les trois quarts du travail moteur. Il pense néanmoins qu'on pourrait remplir un grand bassin pour décharger son contenu à basse mer, en un court laps de temps, mais le travail recueilli ne pourrait servir qu'à certaines opérations exceptionnelles, telles que le chargement d'accumulateurs, par exemple.

Au premier abord, le mouvement du flot semble être une force irrésistible. Malheureusement, toutes les idées de ce genre sont des rêves, car le travail accompli par la marée n'a pas seulement pour mesure le poids total de l'eau mise en action, mais le poids de l'eau soulevée à un moment déterminé, multiplié par la hauteur à laquelle elle parvient.

En désignant par Q le poids spécifique de l'eau de mer, h la hauteur de la marée, et S la surface horizontale, le travail moteur développé par oscillation sera $\frac{Q h^2}{2} \times S$, ce qui donne une puissance $\frac{h^2 \times S}{1710}$ ch.

Tout appareil propre à utiliser la marée au moyen de pontons flottants, ne sera jamais qu'une masse encombrante. Même observation pour un réservoir, car ses ouvrages devraient être établis dans des conditions de solidité exceptionnelles.

En somme quelle que soit l'énergie que peut développer le mouvement de la marée, on peut dire que cette

[1] MARTINET. Peut-on utiliser les marées dans un but industriel? *Revue technique*, 25 novembre 1903, p. 803.

Digitized by Google

puissance manque de concentration, et si l'on excepte quelques localités où la configuration favorable des terrains fournit des bassins naturels dans lesquels il est possible d'emmagasiner de grandes quantités d'eau de mer, il en coûtera toujours beaucoup pour équiper et régulariser ce genre de force motrice,

Le commun des mortels s'en fait une idée exagérée, parce qu'il ne considère qu'un seul élément, c'est-à-dire le poids de l'eau élevée, sans songer aux autres, qui sont la hauteur ainsi que le temps employé à y parvenir. Or, ces éléments sont par trop disproportionnés, comparés au premier, pour que le rendement ne soit pas fort au-dessous de ce qu'on peut juger au premier abord.

Dans l'exemple cité plus haut, on a vu combien serait faible le nombre de kilogrammètres par seconde et par mètre carré de surface. Quant à la vitesse moyenne du mouvement d'ascension, elle serait à peine de 0,02 mètre par minute.

On voit ainsi que M. Martinet arrive aux mêmes conclusions que M. Thouvenin.

Étude Sterney. — En février 1906, dans le journal « The Times » de Londres, M. Stoney (1) appelle l'attention sur l'énergie hydraulique de l'estuaire de la Tamise. Son procédé consiste à utiliser la force des marées, dont l'amplitude est en moyenne de 5 m. Dans les marais d'Essex, qui bordent la Tamise, il existe de grandes étendues de terrains dont le niveau est à plusieurs pieds au-dessous de celui des hautes eaux. On pourrait y construire des réservoirs qui seraient remplis par le flot, chaque 12 heures, sur une hauteur de 1,50 m en hautes eaux moyennes. Lors du jusant, l'écoulement des eaux emmagasinées pourrait être utilisé pour actionner des pompes qui élèveraient une partie de l'eau des réservoirs à une hauteur de 6 pieds (1,83 m) au-dessus du niveau moyen des hautes mers, et feraient marcher des turbines; celles-ci, placées au niveau des basses eaux, travailleraient sous une chute moyenne de 5 m. Quand le flot ne s'élèverait plus qu'à moins de 1,20 m au-dessus de l'étale de haute mer, on arrêterait l'envoi à la mer de l'eau ayant fait marcher les turbines pour la diriger vers les réservoirs alors vides. De cette manière, les turbines fourniraient de l'énergie continuellement pendant les 24 heures de la journée.

Projets Sanders. — Sous les initiales M. P, « la Houille blanche » a publié, en novembre 1906 (2), une note sur divers projets d'utilisation des marées basés sur l'emploi du système Bélidor, Tallendeau, Courtenay, Davies, Willegas et Decœur, par M. Sanders, ingénieur anglais.

A Chichester, le port serait divisé en deux parties égales par un barrage en maçonnerie sur lequel serait établie l'usine hydro-électrique. Une digue séparerait les deux réservoirs d'avec la mer.

L'usine comporterait six turbines quadruples à axe vertical de 850 ch chacune, chaque groupe de quatre turbines actionnant un alternateur triphasé. On produirait ainsi 6800 ch lors des petites marées (sur les côtes anglaises l'amplitude varie de 2,85 m à 12,20 m environ). Au moment des fortes marées, on pourrait produire encore 7000 autres chevaux pendant dix heures par jour. En en tenant compte, la puissance moyenne de la marée ressort à 8000 ch de vingt-quatre heures. En comptant 12 pour 100 pour les dépenses d'exploitation, l'intérêt et l'amortissement, le prix de vente du cheval pourrait être de 112,50 fr par an.

Le prix du cheval aménagé serait de 938 fr et la dépense totale de 7500000 fr..

Un deuxième projet consisterait à barrer le détroit du Menay à ses deux extrémités et vers son milieu, de manière à créer deux réservoirs. L'usine serait placée sur le barrage du milieu.

La hauteur des marées varie de 16 pieds et demi à 23 pieds à Beaumaris sur la côte est, où se trouverait la prise d'eau du bassin supérieur, tandis qu'à Carvabon-Bar, à l'ouest, où se trouverait la sortie du réservoir inférieur, la hauteur varierait de 12 pieds à 15 pieds trois quarts. La puissance produite serait de 13500 ch au moment des petites marées, augmentés de 15000 ch pendant dix heures au moment des fortes marées, la puissance moyenne ressortant à 14500 ch de vingt-quatre heures.

La dépense atteindrait 13500000 fr environ.

Un troisième exemple cité est celui du canal de Bristol. Le bassin supérieur serait constitué par l'embouchure de la rivière Severn, et le bassin inférieur par des marais isolés de la mer au moyen de digues. La chute maximum serait de 30 pieds (9 m), et la chute minimum de 17 pieds ou 3,10 m. La puissance produite serait ici de 240000 ch en petites marées, en tenant compte des 15000 m^3 débités par seconde par la rivière Severn.

Pendant les fortes marées, cette puissance serait encore accrue de 300000 ch pendant dix heures, ce qui correspondrait, en moyenne, à la puissance formidable de 250000 ch pendant vingt-quatre heures.

La dépense d'établissement serait d'environ 244 millions de francs.

Avec le procédé de MM. Bélidor, Tallendeau, Decœur, etc., la légère variation qui subsiste dans la hauteur de chute n'est plus un inconvénient bien grave, car diverses installations fonctionnent avec des variations considérables, telles qu'au canal de Jonage à Lyon, où la chute varie de 26 à 33 pieds (7,80 m à 9,90 m); à Schaffouse, elle varie de 3,50 m à 4,45 m, et à Rheinfelden elle passe de 4,40 m à 4,80 m.

Avec les marées, on n'a pas à craindre que la limite du débit ne vienne à tendre vers zéro, comme cela a été sur le point de se produire pour trop de cours d'eau en 1906, année très sèche.

En résumé, l'utilisation des marées, dit l'auteur, peut permettre de produire des quantités considérables d'énergie absolument inconnues dans nos Alpes; les 240000 ch du canal de Bristol en petites marées en

(1) Stoney. Utilisation de l'énergie hydraulique de la Tamise; *The Times*, n° du 14 février.

(2) M. P. Utilisation des marées; *La Houille blanche*, novembre 1906, p. 249.

Digitized by Google

sont la preuve, et si l'on veut se contenter d'un chiffre plus modeste, on trouvera un certain nombre de baies, anses, etc., analogues à celles du port de Chichester, qui permettront de créer économiquement les immenses réservoirs nécessaires à l'utilisation des marées, devenue chose pratique.

On remarquera combien MM. Thouvenin, Martinet et Sanders diffèrent d'opinion; d'après les premiers, l'utilisation des marées ne serait qu'une utopie, alors que M. Sanders prétend pouvoir capter une puissance colossale avec des frais de premier établissement pas plus élevés que pour l'aménagement d'une haute chute de montagne.

Nous estimons que l'opinion de MM. Thouvenin et Martinet ne répond pas à la réalité des faits, car ils n'ont considéré qu'une des solutions possibles, paraissant ignorer les autres, pour utiliser les marées, et non la meilleure. Leurs conclusions sont d'ailleurs tirées d'une étude des plus incomplètes de la question qui ne paraît pas bien entrer dans leur compétence.

Étude Sanders, analysée en Belgique. — Les « Annales des Travaux publics » de Belgique de décembre 1906 (1) ont publié une note sur l'utilisation des marées, dans laquelle l'auteur cite l'appropriation préconisée par M. Sanders, ci-dessus citée, du port de Chichester à la production de 8000 ch de force motrice, pour le prix de 112,50 fr par cheval-an. Puis il déclare que la Compagnie des chutes du Niagara, se basant sur de nombreux documents, a établi que sur aucun point du globe, le cheval-vapeur-an, à raison de vingt-quatre heures par jour, ne peut être produit par moteur à vapeur, à moins de 125 fr, et que ce prix n'est guère plus de la moitié du coût total.

En tenant compte des pertes dues aux appareils, le cheval électrique-vapeur-an coûte 75 fr. Pour deux centrales électriques de l'Angleterre, le coût du cheval-électrique-an est de 372,50 fr, somme dans laquelle le charbon intervient pour 136,88 fr.

Dans certaines usines hydrauliques, le cheval-électrique-an peut être vendu 60 fr, et au Niagara le prix de vente est de 90 fr; le capital dépensé étant de 1125 fr par cheval-électrique-an, le revenu est de 8 pour 100, ce taux comprenant les frais d'exploitation et la rémunération du capital.

Pour 45190 chevaux-électriques-an, les frais d'exploitation n'ont pas dépassé 625000 fr.

Le prix de 112,50 fr par cheval-électrique-an, à raison de vingt-quatre heures par jour, serait donc un prix très raisonnable en Angleterre. Lorsque les charges d'intérêt, d'amortissement, d'exploitation et d'entretien n'excèdent pas 12 pour 100, c'est un succès financier.

Pour Chichester, 8000 ch donneraient un revenu de 900000 fr qui permettrait de rémunérer le capital de 7500000 fr nécessaire à l'exécution des travaux.

La variation continue de la hauteur de chute est évidemment une source de difficultés, mais il est permis d'affirmer que les ingénieurs et les constructeurs parviendront à les surmonter.

Étude Pillet. — Dans le « Journal technique et industriel » de 1908, M. J. Pillet, ingénieur civil, a publié une assez longue étude sur l'utilisation des marées (1), dans laquelle il signale que la situation topographique d'une installation est importante, parce qu'il est possible d'augmenter les dénivellations obtenues au moyen de constructions fixes.

Etant donnée une turbine de débit déterminé, il faudrait en prévoir un certain nombre, composant une batterie, et faire varier le nombre des éléments en travail d'après les marées, de façon à fournir à chaque turbine à peu près le débit pour laquelle elle a été établie. Le travail total serait donc variable chaque jour.

Comme conséquence, il est indispensable d'avoir un compensateur ou réservoir d'énergie, ou bien par des cloisons appropriées, munies de vannes, de se réserver le moyen de modifier la surface du bassin, pour l'augmenter aux faibles chutes et la restreindre aux grandes marées. On pourra ainsi admettre l'énergie comme elle se présente et la recevoir dans des batteries d'accumulateurs qui débiteront à peu près régulièrement l'énergie reçue par elles avec des variations considérables dans l'intensité du courant de charge.

M. Pillet signale que le flot, en venant d'équerre à une baie presque fermée par une digue, produit une surélévation en amont et une dépression en aval, dont on peut profiter pour produire de la force motrice.

Les turbines peuvent être placées au-dessous du niveau des plus basses mers de façon qu'elles soient toujours noyées, mais cela conduirait à des difficultés d'exécution et d'entretien. Il paraît plus pratique de placer chaque turbine à la partie haute d'un siphon, facile à amorcer par une petite pompe. La hauteur du point culminant du siphon au-dessus du niveau des eaux ne doit pas dépasser 8 m à 8,50 m.

Chaque turbine serait alimentée par deux conduits, l'un débouchant dans la mer et l'autre dans le bassin; des clapets de pied, protégés par des grilles, fonctionneraient automatiquement.

La chambre d'évacuation communiquerait également avec la mer et le réservoir.

Les génératrices d'électricité seraient placées entre deux turbines, afin de pouvoir être commandées par l'une ou l'autre.

L'auteur applique ces considérations au bassin d'Arcachon, où l'amplitude de la marée varie de 1,15 à 4,60 m. Deux solutions peuvent être adoptées : la première, représentée figure 10, comprend une digue barrant la passe, formant déversoir et supportant l'usine. La deuxième, représentée figure 11, comprend un pertuis

(1) Utilisation des marées ; *Annales des Travaux publics de Belgique*, décembre 1906, t. XI, p. 1324; 1898, t. III, p. 792; 1904, t. IX, p. 162.

(1) Jules Pillet. Utilisation du mouvement des marées au moyen de turbines noyées à faible chute. Mémoire du 9 janvier 1902 à la Société des Ingénieurs civils; *Journal technique et industriel*, 16 mai 1908, n° 10, p. 147.

Digitized by Google

artificiel, sur lequel serait placée l'usine, sans déversoir. L'utilisation serait moindre dans ce cas, puisque le

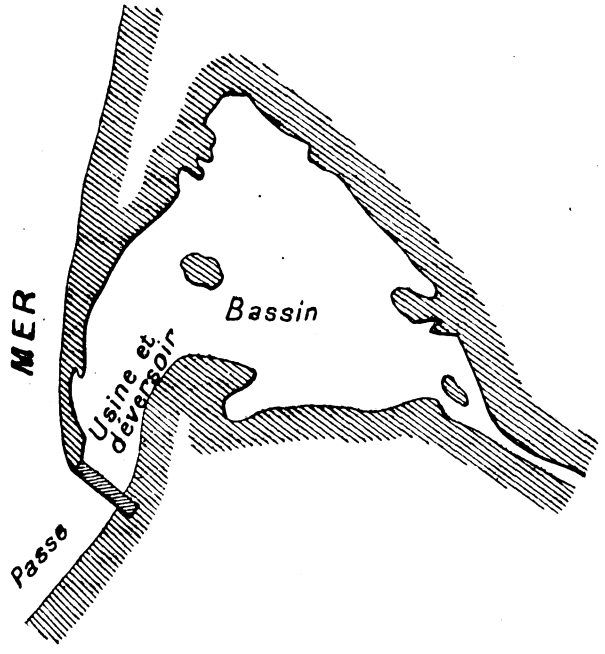


Fig. 10.

bassin s'emplirait et se viderait par deux passes au lieu d'une seule.

M. Pillet préconise également cette seconde solution

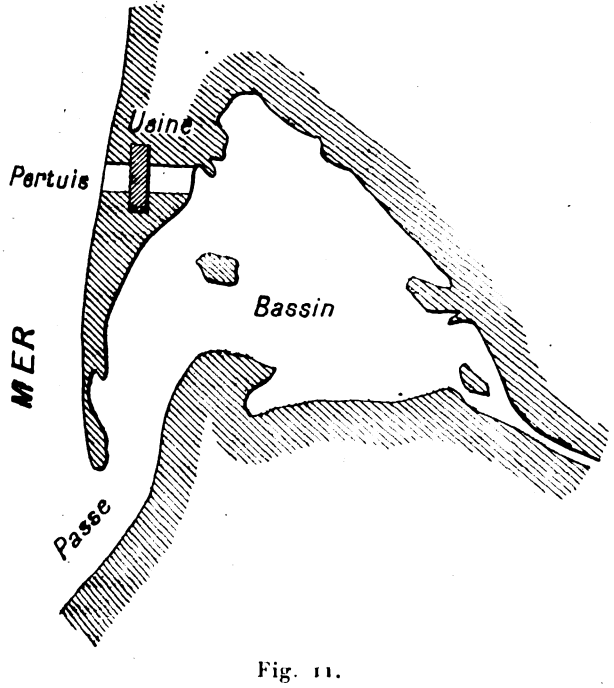


Fig. 11.

pour l'estuaire de la Seine, lequel ne serait fermé que partiellement; l'île de Wight, etc., dont une extrémité seulement serait reliée à la terre par une digue supportant les turbines.

Mais nous devons faire remarquer que cette disposition n'a rien de pratique, car elle produirait un courant ne correspondant qu'à une chute de quelques décimètres.

Il termine en proposant de construire autour d'un phare élevé en pleine mer, dans la région de Saint-Malo, une digue circulaire formant bassin, afin de produire la force motrice nécessaire au fonctionnement du foyer électrique. Le bassin aurait environ 1750 m² de surface ; la dénivellation à Saint-Malo variant de 3,27 à 13,4 m, le volume débité pour six heures varierait de $3{,}27 \times 1750\ m^2 = 5722000$ litres à $13{,}04 \times 1750\ m^2 = 22820000$ l, soit par seconde 245 litres au minimum et 1057 l au maximum.

Les turbines fonctionneraient sous la chute de 2 m, qu'il propose d'admettre comme constante malgré sa variation au plein et au bas d'eau.

L'énergie théoriquement utilisable varierait donc de 530 à 2 114 kilogrammètres, et la puissance de 7,6 ch à 28,7 ch, mais on régulariserait le travail en agissant sur la génératrice ou en se servant d'accumulateurs.

Avec turbines rendant 80 pour 100, dynamo 90 pour 100 et batterie d'accumulateurs 75 pour 100, le rendement pratique se réduirait à 54 pour 100, de sorte que la puissance réelle varierait de 3,81 ch à 15,21 ch, soit en raison du jeu des marées, 10 ch en moyenne, puissance suffisante pour alimenter un foyer comme celui de la tour Eiffel qui dépense un courant de 100 A sous 70 V, ce qui correspond à 9,52 ch ; l'éclairage ainsi produit est celui de 5500 becs Carcels.

Études Horsnail. — Dans « Engineer » de mars 1909 et mai 1910 (1), M. Horsnail a publié des articles sur l'utilisation des marées.

En prenant comme exemple particulier un moulin à marées, il arriva à cette conclusion que le capital de premier établissement pour l'utilisation des marées serait de 1700 livres, et par l'emploi des moteurs à gaz de 1850 livres. Les frais d'exploitation seraient pour la marée de 413 livres. Et avec les moteurs à gaz, de 452 livres.

La force motrice des marées peut donc être dans certains cas plus avantageuse que celle produite par les moteurs à gaz, à condition qu'il n'y ait pas de grandes distances pour le réseau.

L'estuaire de Cholester a 3000000 pieds carrés qui donneraient 280 ch en tout, mais en tablant sur 210 ch pendant 1250 heures, on obtiendrait 262000 ch-h, ce qui correspondrait à une économie de 180 livres d'anthracite. Le prix du barrage étant de 5000 livres, dont l'intérêt seul serait plus élevé que le coût de l'anthracite économisé, il ne semble pas qu'il y ait, dans bien des cas, avenir pour l'utilisation de la force des

(1) Horsnail. Tidal Power ; *The Engineer*, 26 février 1909, p. 214 ; 5 mars 1909, p. 233 ; 6 mai 1910, p. 461, et lettres y relatives, p. 540 et 590.

Digitized by Google

marées, aussi longtemps que le charbon restera à bas prix.

En Angleterre, dit M. Horsnail, il y a peu de chutes de montagnes, et elles ne sont pas considérables ; les cours d'eau ont d'autre part, peu de débit, mais par contre il y a un développement considérable de côtes et de nombreux estuaires.

A Langston, il existe un grand estuaire et un étroit goulet ; l'amplitude de la marée est en moyenne de 10 pieds ou 3,5 m. La superficie couverte varie de 1 164 à 6 260 ares et peut donner 28 500 ch en mortes eaux et 39 000 ch aux grandes marées.

Les frais d'installation de l'usine électrique seraient de 47 000 livres, et elles permettraient de réaliser une économie de 20 000 livres par rapport au fonctionnement d'une usine à moteurs thermiques en raison des frais peu élevés de premier établissement.

Ces divers exemples montrent qu'il est nécessaire de faire une étude comparative entre un projet d'utilisation des marées et celui d'une usine à moteurs thermiques.

Étude Séverin et Système Taylor. — Dans l' « Electricien « de mai 1910 (1), M. Séverin a publié un article sur l'utilisation du flux et du reflux de la mer.

Il a calculé qu'une installation à Granville donnerait pour 8,20 m en moyenne de dénivellation, et pour un bassin d'un kilomètre carré, une puissance de 5 000 ch pour une chute de 1 m, et 11 400 ch sous la chute de 2 m.

En utilisant l'énergie développée par les marées sur 700 km de côte, de Boulogne à Brest, et 1 km de pénétration dans les côtes, on obtiendrait 6 000 000 ch pendant seize heures en moyenne par jour. Le dispositif à adopter consisterait à attendre, pour constituer la chute, que la mer ait baissé de 1,31 m au moins après deux heures de jusant, et à écouler les eaux. En attendant trois heures on aurait quatre heures de marche et une puissance de 14 517 ch par heure pendant environ quatre heures. Au flot, on recueillerait la même puissance et on aurait finalement seize heures de marche par jour lunaire.

M. Séverin propose d'adopter le type des turbines à couronne extérieure ayant un grand débit, mais en raison de l'inversion du courant, il y aurait lieu d'introduire de l'eau par-dessus, la turbine étant placée au niveau de la plus basse mer.

Il décrit aussi le système américain que M. Taylor de Montréal a établi à la mine Victoria sur la rivière Ontonagon (Bulletin de la Société pour l'Encouragement de l'Industrie nationale de février 1907).

La chute est de 3 m ; l'eau coule dans trois puits verticaux de 100 m de hauteur, puis passe par une trompe en communication avec l'air extérieur ; cet air est entraîné à la pression de l'eau, 10 kg : cm², et se rend avec elle dans une chambre inférieure fermée, de 2 400 m³ de capacité, qui est recouverte d'eau, afin que ses parois externes et internes supportent la même pression. L'eau mélangée d'air passe alors dans des conduits et remonte à 97 m par sa différence de densité ; l'air comprimé qui se dégage est pris à la partie supérieure des conduits de remontée et utilisé comme force motrice. Il représente plus de 72 pour 100 de l'énergie théorique. Le coût d'établissement par cheval est de 220 fr, soit 11,50 fr par cheval-an. Les trompes peuvent aspirer 1 000 m³ d'air par minute. Le rendement de l'installation est de 1 000 ch et peut atteindre 5 000 ch en hiver.

Un certain nombre d'usines sont actionnées par ce système à air comprimé.

Ce procédé a été appliqué à Rockland pour l'utilisation de la marée, dont l'amplitude varie de 2,40 m à 2,20 m. Le bassin naturel a 2,6 km² de superficie, et aboutit à une écluse de 80 m de longueur, 12 m de largeur, et 8,40 m de profondeur. On y a creusé dans le roc des puits de 61 m de profondeur. L'eau en passant par les trompes aspire de l'air qui acquiert ainsi une pression de 5,9 kg : cm². L'eau entre sur un diamètre de 4,80 m et ressort sur un diamètre de 10,80 m après son mélange avec l'air. Le rendement est de 300 à 5 000 ch. Des usines sont actionnées par cette installation.

Le transport de l'air comprimé par les tuyaux est avantageux car pour 16 km, il ne perd que 2 kg : cm² de pression. A la pleine et à la basse mer, il fournit une provision d'énergie disponible.

Quand on comprime de l'air, il s'échauffe rapidement et se dilate ; quand on l'emploie, il se refroidit, augmente de volume et rend moins, à moins de le réchauffer.

Or, en le comprimant en présence d'une masse d'eau, on évite le premier inconvénient, et quand on l'emploie, il est toujours à la pression de la colonne d'eau, et ne se refroidit pas, dit M. Séverin. C'est donc un accumulateur parfait, alors que l'accumulateur au plomb ne rend que 50 pour 100 et coûte cher.

Les Américains ont utilisé un bassin naturel qui n'a rien coûté, mais par contre ils ont dépensé 500 fr par cheval, soit 25 fr par cheval-an, pour creuser le roc et faire l'installation.

M. Séverin propose de modifier le système américain de la manière suivante :

On établirait un bassin contenant autant de fois 28 m³ d'eau qu'il y a à conserver de chevaux pendant dix heures ; un puits de 60 m de profondeur serait en communication avec ce bassin et procurerait une pression de 6 kg : cm². Ce puits déboucherait dans une chambre de compression inférieure d'une contenance de 28 m³ par cheval pour dix heures. L'air entraîné et comprimé serait alors pris à la partie supérieure de la chambre et serait utilisé comme force motrice. Pour une installation de ce genre de 100 ch à Deauville, il faudrait un bassin de 100 m sur 200 m ayant 7 m de profondeur.

Notre pays, dit cet auteur, se traîne, malgré ses hommes de science, péniblement à la remorque des autres, et le premier qui montrera que l'énergie des

(1) Séverin. Utilisation du flux et du reflux de la mer; *L'Electricien*, 28 mai 1910, p. 357.

Digitized by Google

marées, dont nous sommes si admirablement pourvus, si favorisés même, peut être aisément utilisée, aura ouvert à l'activité de son pays un horizon magnifique.

Tout peut être fourni par l'électricité : éclairage, chauffage, force motrice et fabrication de produits chimiques. Nous avons à nos portes une force naturelle incomparable pour la produire, et celui qui aura fait cette démonstration qu'une force motrice déterminée, venant du flux et du reflux de la mer, peut être amenée dans Paris, ce qui permettra de nous affranchir de la servitude du charbon anglais ou allemand, sera un grand homme dans son pays !

Cette note de M. Séverin suggère diverses remarques : En premier lieu, il convient de signaler le système ingénieux de M. Taylor pour obtenir automatiquement de l'air comprimé par l'écoulement de l'eau sous une chute déterminée ; mais M. Séverin déclare que l'air comprimé utilisé reste toujours à la pression de la colonne d'eau ; cela est exact s'il est employé à pression constante, c'est-à-dire si son introduction dans le cylindre a lieu pendant toute la course, ce qui ferait perdre une notable partie de la puissance, mais c'est inexact si on pratique la détente.

Enfin, M. Séverin est d'un avis absolument contraire à celui de MM. Thouvenin et Martinet au sujet de la possibilité d'utiliser la puissance des marées.

Étude Pirandello. — En 1910, M. Pirandello (1), officier italien, a publié une étude sur l'utilisation de la force motrice de la mer et des ondes à Rimini, avec appendice relatif à la description et à l'emploi du moteur Galleggianti.

Ce moteur se compose d'un flotteur de 8 à 15 m de longueur, 3 à 6 m de largeur et une hauteur de 0,25 à 1,25 m, suspendu par une chaîne passant sur une poulie supérieure, dont le bout libre reçoit un contrepoids.

En s'élevant et en s'abaissant, ces flotteurs compriment de l'air par une série de 8 cylindres à pistons conjugués avec l'arbre de la poulie de commande ; cet air est refoulé dans un réservoir inférieur, placé sous les cylindres et est ensuite utilisé à produire de la force motrice.

La hauteur des ondes varie de 0,25 à 0,35 m et le travail produit varie par minute de 4.93 kgm à 20,22 kgm.

La dépense d'établissement a été évaluée à 215 000 fr pour obtenir 300 ch, et les frais d'exploitation à 27 160 fr. Le cheval effectif reviendrait donc à 716 fr et le cheval-heure à 0,0103 fr.

Projet Prugnaud. — En 1910, M. Prugnaud (2) a fait un projet d'utilisation des marées de la Rance, qui comprend deux grands bassins A et B, constitués par l'endiguement de la rivière et un petit réservoir annexe C, creusé en terre. Les trois bassins se remplissent à marée haute, puis on ferme les vannes ; on attend que la mer baisse ; il y a alors une différence de niveau de 12 m par exemple ; on ouvre alors les vannes et l'eau actionne les turbines ; ces dernières actionnent à leur tour des alternateurs. L'électricité est produite et immédiatement distribuée.

Les frais de premier établissement étaient évalués à 17 599 580 fr. les dépenses annuelles à 1 075 650 fr et les recettes à 2 210 000 fr.

Le prix de revient du cheval-heure serait de 0,02 fr seulement.

Une semblable installation ne donnerait qu'un travail intermittent, une chute variable et par suite une force motrice variable également.

Étude Razous. — En août 1910, M. Paul Razous (1) a publié une assez longue étude sur l'utilisation des marées, dans laquelle il passe en revue plusieurs des dispositifs proposés pour capter la force motrice des marées dont la description est d'ailleurs comprise à leur date dans l'historique précédent

Il préconise l'utilisation des bassins de chasses des divers ports pour produire de la force motrice, mais le fonctionnement des écluses de chasses ne se prête pas à cette application.

M. Razous préconise ensuite la solution suivante pour réaliser une hauteur de chute et un débit approximativement constants, en même temps qu'un travail continu.

Considérons un bassin M, de 40 m × 25 m = 1 000 m² de base et supposons que la marée atteigne au plein 10 m. A partir de ce moment, la mer baisse et ses cotes sont les suivantes :

1 heure après la haute mer	.....	9,20 m
2 heures Id.	.....	7,40 m
3 heures Id.	.....	4,80 m
4 heures Id.	.....	2,20 m
5 heures Id.	.....	0,70 m
6 heures au moins	.....	0 00 m

Pour la haute mer suivante, on aura les cotes ci-après

1 heure après la basse mer	.....	0,70 m
2 heures Id.	.....	2,40 m
3 heures Id.	.....	5,00 m
4 heures Id.	.....	7,60 m
5 heures Id.	.....	9,30 m
6 heures au moins	.....	10 00 m

Une fois le bassin M rempli d'eau, on ferme les vannes ; deux heures après la haute mer, le niveau du bassin sera de 10 m et celui de la mer de 7,40 m ; la chute

(1) E. Pirandello. *L'utilisation de la force motrice des ondes de la mer et des lacs*, avec appendice sur l'emploi du moteur Galleggianti. Brochure. Lodi. Société typographique Wilmant. Janvier 1910.

(2) Prugnaud. Utilisation des marées de la Rance. Compte rendu par Paul Razous. Association française pour l'avancement des sciences, 39e session ; *Congrès de Toulouse*, 3 août 1910, p. 108-131.

(1) Paul Razous. Utilisation des marées pour la production de la force motrice. Association française pour l'avancement des sciences, 39e session ; *Congrès de Toulouse*, 3 août 1910, p. 108-131.

Digitized by Google

sera donc de 2,60 m et pourra être utilisée dans une turbine.

Le problème à résoudre est le suivant : réaliser pendant six heures, une chute de hauteur et de débit très approximativement constants. Or, pendant la première heure (troisième heure de jusant), en maintenant la chute constante, le débit sera de

$$2{,}60\ \text{m} \times 1\,000\ \text{m}^2 = 2600\ \text{m}^3 : \text{h}.$$

Dans la deuxième heure de marche, le même débit de 2600 m³ : h correspondra à la fin de la quatrième heure de marée à la cote 4,80. Comme la cote de la mer est alors de 2,20 m, la chute sera encore de 2,60 m.

Si pendant la troisième heure de marche (cinquième heure de jusant), on maintient constant le débit de 2600 m³ : h, on arrive à la fin de cette heure-là à une cote de 2,20 m dans le bassin, alors que la mer est à 0,70 m; la chute n'est donc plus que de 1,50 m. Pour qu'elle reste constante, il faudrait faire arriver dans le bassin M de l'eau venant d'un bassin P, rempli comme celui-ci au moment de la haute mer. La quantité d'eau à introduire serait d'environ $1\,000\ \text{m}^2 \times (2{,}50 - 1{,}50) = 1\,100\ \text{m}^3$.

De même pour avoir une chute et un débit constants pendant la quatrième heure de marche, il faudrait déverser dans le bassin M un volume d'eau venant du bassin P, égal à

$$1\,000\ \text{m}^2 \times (2{,}60 - 0{,}70) = 1\,900\ \text{m}^3.$$

Pendant la cinquième heure de marche (première heure de marée montante), il faudrait déverser dans le bassin M une quantité d'eau ayant un volume de $1\,000\ \text{m}^2 \times (2{,}60 + 0{,}70)\ \text{m} = 3300\ \text{m}^3$.

Pendant la sixième heure de fonctionnement (deuxième heure de flot), le cube d'eau à fournir au bassin M serait de $1\,000\ \text{m}^2 \times (2{,}60 - 0{,}70 + 2{,}40)\ \text{m} = 4300\ \text{m}^3$.

En ajoutant ces diverses quantités, on arrive au total de 10600 m³ et en chiffres ronds, 10000 m³. Or, ces 10000 m³, renfermés dans le bassin P doivent, pour pouvoir arriver dans le bassin M, où le niveau final est de 2,40 + 2,60 = 5 m, être à un niveau supérieur à 5 m. La surface de base du bassin P doit donc être le double de celle du bassin M.

A partir de la deuxième heure de marée montante, on utilisera comme bief d'amont la marée et comme bief d'aval un troisième bassin N, vidé à marée basse.

En faisant un raisonnement analogue au précédent, on se rend facilement compte que, par l'adjonction au bassin N d'un réservoir Q, d'une surface de base double de celle de N, on peut faire fonctionner encore pendant six heures consécutives, une ou plusieurs turbines sous une hauteur de chute et avec un débit presque constants.

Le volume total de l'eau à introduire dans le bassin M venant du réservoir P est égal à $S \times \frac{106\,H}{100}$. Comme cette eau doit atteindre dans le bassin P, afin de pouvoir communiquer librement avec le bassin M, dont le plan d'eau ne peut pas s'abaisser à la fin du cycle de six heures, au-dessous de $\frac{H}{2}$, une hauteur qui ne soit pas inférieure à $\frac{H}{2}$, on a l'équation

$$X \times \frac{H}{2} = S \times \frac{106\,H}{100},$$

où X désigne la surface du bassin P deux fois au moins la surface du bassin M, résultat indiqué ci-dessus.

Par une combinaison de plusieurs réservoirs communicants adjoints au bassin M, on arriverait à diminuer la surface de base du réservoir P, mais cet avantage disparaîtrait par la nécessité de faire fonctionner de nombreuses vannes très régulièrement.

Le système proposé par M. Razous exige quatre bassins pour obtenir un travail continu sous une chute à peu près constante; il est donc très compliqué et plus coûteux que certaines solutions pratiques indiquées précédemment. L'auteur se perd d'ailleurs dans un nombre de plus en plus grand de bassins.

Études de Varigny. — En octobre 1910, M. de Varigny [1] a proposé de créer entre la mer et une grande baie un étroit chenal dans lequel on dispose des pontons portant des roues hydrauliques et occupant la largeur dudit chenal. Le courant de remplissage de la baie actionnera les roues dans un sens et le courant de vidange dans le sens opposé.

Il est ainsi recueilli une force motrice qu'on peut utiliser à tous usages.

Ce système permet de ne recueillir qu'une force variable.

Un projet, dont on parla en 1894, se rattache au dispositif de M. de Varigny : c'est l'idée de créer un isthme incomplet dans le Mull of Cantire entre la côte occidentale d'Ecosse et la côte orientale d'Irlande. Le chenal irlandais n'a que 20 km de largeur environ et on voulait le fermer par une digue ne présentant qu'un étroit passage. Cet isthme devait endiguer le courant nord-sud et en rétrécir l'embouchure, de façon à provoquer une surélévation de la nappe et une chute ou peu s'en faut; en tout cas, un courant puissant. On a estimé que le volume d'eau serait tel que, malgré la faiblesse de la chute, on obtiendrait une puissance égale à 80 fois ce que pourraient donner les chutes du Niagara.

Études diverses. — D'autres études ont été faites vers 1910 pour utiliser les marées sur les bords de l'Adriatique par le lieutenant-colonel Radelli.

Enfin, M. Hanss, ingénieur prussien, a étudié l'installation d'une usine générale d'électricité à la baie de Jadhe, dans la mer du Nord.

En janvier 1912, « l'Engineer Record » [2], publica-

[1] DE VARIGNY. Utilisation de l'énergie de la mer; *Journal des Débats*, 27 octobre 1910.

[2] ROYDEN PEIRCE. The possibilities of Power from the Tides Results of tests at Mamaroneck and a discussion of Methods used Elsewhere; *Engineer Record*, vol. 65, n° 4, 27 janvier 1912, p. 104.

Digitized by Google

tion américaine, a inséré un article de M. Royden Peirce sur les marées.

Celui-ci estime que les ressources en charbon de l'Amérique dureront deux cents ans seulement et qu'il faudra utiliser les marées pour combattre la disette de combustible.

Sur la côte de New England, il existe de vieux moulins à marées qui défient les installations modernes par leur économie.

Le moulin de Mamaroneck est muni de roues à augets; il est employé à la mouture du plâtre.

Le bassin a 1 200 000 pieds carrés. L'auteur a calculé que le nombre le plus grand de chevaux qu'on puisse utiliser est de 330.

En faisant développer au moulin une puissance constante, on n'obtient que 215 ch et enfin 185 ch seulement en utilisant le système Decœur.

Les essais faits ont démontré que le moulin à marées développe 75 pour 100 de l'énergie théorique, contre 65 pour 100 dans l'hypothèse où l'eau serait écoulée en donnant une puissance constante; avec le système Decœur, le rendement n'est que de 56 pour 100; mais, par contre, la chute varie peu, ce qui convient bien aux turbines, alors qu'elle varie dans de grandes proportions avec le moulin à marées.

Si l'on comptait en moyenne 50 chevaux-heure par million de pieds carrés, on obtiendrait une production totale de 1 000 ch pour la côte de New-York.

Pour la côte de Long Island Sound, qui a 100 milles de longueur, on pourrait recueillir 6000 ch, ce qui est peu.

M. Royden Peirce termine en disant que s'il arrive un jour où le prix de revient de l'énergie contraint l'ingénieur des temps futurs à se servir des ressources naturelles d'énergie, il fera bien de songer à autre chose qu'à l'action de la marée sur les côtes de son pays.

Projet Pein. — En mars 1912, « La Revue électrique » (1) a rendu compte du projet de M. Pein, ingénieur allemand, dont nous avons cité le brevet pris en juillet 1908 pour utiliser les marées.

Il propose d'endiguer, entre le Nordstrand et la côte, 1600 hectares de la Wattenmeer, et d'utiliser l'eau du réservoir comme force motrice.

La digue nord serait surélevée pour servir de barrage au réservoir, et au sud une digue de 4 200 m de longueur serait construite entre Dockkoog et le Nordstrand. L'usine serait située près de Husun.

Le réservoir de 1 600 hectares serait divisé par une digue intermédiaire de 4 300 m en deux bassins, l'un H, dit supérieur, de 640 hectares ayant son fond à 2,45 m au-dessous des hautes eaux, et le second N, dit inférieur, de 960 hectares, aurait son fond au niveau des basses eaux, et à 2,70 m au-dessous des hautes eaux.

(1) Pein. L'utilisation de la marée comme source de force motrice; *Elektrotechnische Zeitschrift*, 15 février 1912; *La Revue électrique*, 22 mars 1912, n° 198, p. 247 à 250; *La Technique moderne*, 1912, n° 11, t. IV, p. 424.

L'installation serait construite pour produire 5 000 ch; la puissance de chaque turbine serait de 180 ch sous une chute de 0,80 m et de 500 ch sous une chute de 1,50 m et des débits compris entre 25 m³ et 35 m³ : sec. Les deux réservoirs H et N communiquent avec la mer. Les turbines sont mises en communication, d'une part, avec le réservoir inférieur N, et, d'autre part, avec le réservoir supérieur H, au moyen de vannages commandés électriquement.

La chute due à la différence de niveau entre la mer et le réservoir inférieur est utilisée à marée montante et pendant la période des hautes eaux, tandis que la chute due à la différence de niveau entre le réservoir supérieur (qui s'est rempli pendant la période des hautes eaux), et celui de la mer à marée baissante est utilisée pendant la période du jusant.

A marée montante et pendant la période des hautes eaux, l'eau tombe de la mer dans le bassin inférieur en passant dans les turbines; à marée descendante et pendant la période des basses eaux, l'eau tombe du bassin supérieur (qui s'est rempli à marée haute) dans la mer, après avoir actionné les turbines.

La période de travail de chaque bassin est représentée sur la courbe des marées de la figure 12.

On a admis, pour établir cette courbe, une hauteur de marée de 3 m, un débit constant de 350 m³ : sec et un niveau du bassin inférieur coïncidant avec celui des basses eaux.

Le travail du bassin supérieur commence, dans cet exemple, lorsque la hauteur du flux atteint 1 m au-dessus du bassin; il continue pendant les hautes eaux jusqu'à ce que le niveau de celles-ci soit redescendu à 0,80 m. Alors les turbines sont alimentées par le bassin supérieur qui reste en service jusqu'à ce que la nouvelle période de marée montante ramène, entre le flux et le bassin inférieur, une différence de niveau suffisante pour permettre l'alimentation des turbines. Le rapport entre la puissance à fournir et les dimensions du réservoir est choisi de telle façon que le niveau de l'eau dans le bassin inférieur n'augmente que d'une fraction de la hauteur totale du flux et que celui du bassin supérieur ne se vide complètement que lors des marées les plus basses et le bassin supérieur ne se remplit totalement que lors des marées les plus hautes.

La dépense d'établissement atteindrait 6 250 000 fr environ, plus 3 125 000 fr pour le réseau et les sous-stations.

La puissance de l'installation est donnée par la formule $P = \frac{D \times H}{75 \times 1000} =$, où D représente le débit en mètres cubes par seconde, et H la hauteur de chute qui est donnée par la différence des ordonnées de la courbe des marées.

La durée du travail de chaque bassin est d'environ six heures; le niveau du bassin inférieur à la fin de sa période de mise en charge atteint 0,80 m; celui du bassin supérieur baisse de 1,20 m pendant sa période de mise en charge, en admettant une hauteur de flux de 3 m et le débit de 350 m³ : sec.

Digitized by Google

Ces données conduisent à une puissance moyenne du bassin inférieur de 7000 ch et à une puissance moyenne de 6300 ch représentant 45 millions de kilowatts-heures.

Le prix de revient du kilowatt-heure serait, pour une production de 30 000000 kw-h seulement, de 0,0207 fr.

L'utilisation des marées pour la force motrice est bien plus avantageuse que l'emploi des terrains pour l'agriculture; en effet, dans le cas qui nous occupe, on peut évaluer à 550 fr le bénéfice par hectare contre 375 fr pour la culture; à ce bénéfice peut encore s'ajouter l'exploitation des bassins pour l'ostréiculture et la pisciculture.

Le fonctionnement admis pour les bassins montre que M. Pein fait application du système que MM. Diamant et Kussmaul ont fait breveter en 1890. Le travail est continu, mais la hauteur de chute est très variable.

Étude Horsnail. Moulins à marée. — M. Horsnail a publié en février 1917 (1), dans « Engineer », un nouvel article dans lequel il dit que le public s'étonne qu'on n'ait pas utilisé l'action des marées. Cependant, dès le XI^e siècle, on s'est servi des moulins à marées pour moudre les grains, mais il n'existe pas de renseignements sur leur mode de fonctionnement; aux XVIII^e et XIX^e siècles, on a utilisé seulement les courants avec des roues à aubes, à action des deux côtés. On a ensuite installé des roues avec flotteurs, mais le rendement était très mauvais.

Après ces moulins primitifs on en imagina d'autres actionnés par une chute pendant cinq heures environ de marée.

Le moulin de Woodridge est dans ce cas; le bassin a 310 000 pieds carrés; la montée moyenne est de 12 pieds et la roue tourne avec chute de 6 pieds; elle commence un peu avant la mi-marée et fonctionne en général pendant cinq heures et demie. La roue a 14 pieds de diamètre et 6 pieds de longueur et fait mouvoir quatre paires de meules; elle tourne à 6 t : min alors que la

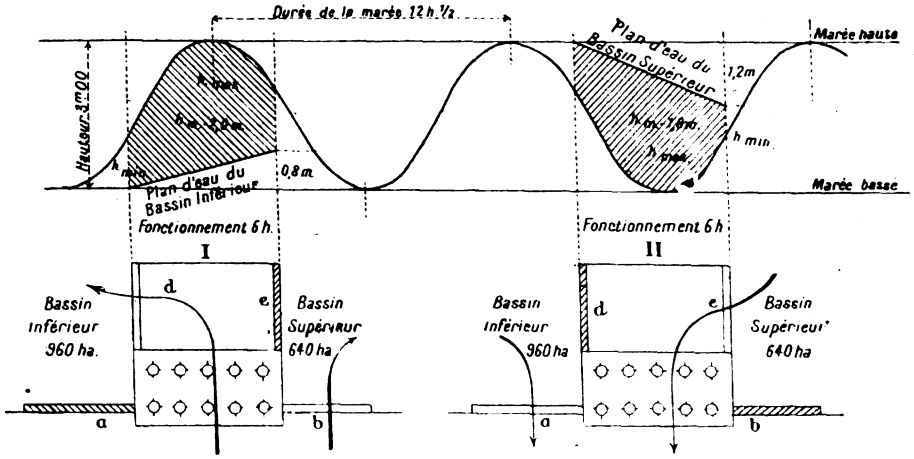


Fig. 12.

vitesse des meules est de 130 t : min; la force développée est de 10 à 12 ch.

La perte d'énergie est considérable, car le rendement mécanique de la roue est de 30 pour 100. Avec des turbines, on pourrait recueillir plus du double de force motrice.

Projet Brown. — Enfin, le « Bulletin de la Société des Ingénieurs civils » (2) a rendu compte, en mai 1917, de projets d'utilisation de la force des marées comme il suit :

« L'utilisation de la force des marées est un problème des plus intéressants, mais qui n'a encore reçu jusqu'ici que des solutions insignifiantes. On s'occupe actuellement en Irlande, où l'on manque de combustible, et où le charbon coûte 50 à 55 fr la tonne, d'un projet de M. Brown par l'utilisation des marées du Strangford Lough qui est une étendue d'eau de 52 km² dont la profondeur va jusqu'à 50 m située à l'intérieur des terres et communiquant avec la mer par un passage de 6,5 km de longueur et de 400 à 800 m de largeur et de 3 à 30 m de profondeur.

Les grandes marées s'élèvent à 4,42 m et le flot ordinaire à 3,35 m avec une hauteur de 2,28 m à mer étale.

Le courant se produit pendant six heures dans chaque sens avec deux heures d'arrêt pendant lesquelles on ne pourrait avoir de travail; il faudrait donc recourir à une force supplémentaire pendant cette période pour avoir une force constante.

On peut parer à cette difficulté, soit en établissant deux réservoirs à l'intérieur du lac, soit en se servant d'accumulateurs de grande capacité.

On emmagasinerait l'eau en transformant l'estuaire de la rivière Quoile et la baie devant l'île de Mahee en réservoir, par la construction de barrages à leur entrée.

(1) HORSNAIL. Tidal-Power ; *The Engineer*, février 1917, p. 197.

(2) Projets d'utilisation de la force des marées ; *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, mémoires, mai 1917, p. 453.

Digitized by Google

L'eau entrant dans le lac agirait sur des turbines développant 18 000 à 20 000 ch pendant deux heures et demie environ.

Dans l'autre projet, l'emploi d'accumulateurs économiserait les frais de construction des barrages, et le surplus d'énergie produit par la marée dans l'allée et venue par le canal de communication pourrait être emmaganisé par les accumulateurs pour servir pendant la période où le mouvement de l'eau est arrêté.

La construction du barrage à l'entrée du lac intérieur présenterait quelques difficultés en raison de l'action des vagues. L'énergie serait produite en flot et en jusant.

La superficie du lac est de 46 km² en basse mer; avec une chute variant de 2,30 m à 0 m pendant quatre heures avec deux heures de mouvement nul, on pourrait obtenir sur les arbres des turbines 60 000 à 100 000 ch. La puissance moyenne, avec emploi d'accumulateurs ou d'emmagasinement d'eau, peut être estimée à 32 000 ch environ pendant toute l'année. Cette puissance pourrait être transmise en entier à Belfast par courant électrique.

La dépense totale pour réaliser ce projet a été évaluée à 28 millions de francs et l'économie annuelle réalisée par rapport à une force motrice à vapeur de même puissance serait de 3 millions de francs. Le projet serait donc parfaitement justifié au point de vue financier.

Classification des systèmes ou moyens préconisés. — Tels sont, en résumé, les divers systèmes, procédés ou moyens connus de nous, après de longues recherches, qui ont été préconisés pour capter la force motrice que peut produire la dénivellation due aux marées ; ils sont nombreux, mais ils ne sont pas tous pratiques; d'autres articles ou études ont pu être publiés en France ou à l'étranger, mais ils sont sans aucun doute dans le même ordre d'idées que ceux cités, desquels il est impossible de tirer des indications nettes et précises.

Les divers moyens préconisés peuvent se diviser ainsi :

1° Systèmes à travail intermittent, fondés sur l'emploi de flotteurs de divers types agissant directement (Chauvet, Berchon des Essarts, Ducourneau, Elias, Réthoré, Rankin, Béliard, Gras, Collignon, Boulouys, Brinquier, Mauny, Larsen, Bert, Reed, Cherblanc, Cazes, Bourdon, Pitet, Moritz, Masson, Henri-Lepaute, Hutchings, Woodard, Coder, Rapin, Fuchs, Molina, Royer, Fabre, Bérubé, Navarra, Oates, Pirandello, Knowlton et Pitiot).

2° Moyens constitués par des flotteurs à pistons, des cylindres à pistons, et des flotteurs à turbines ou roues mus par la dénivellation de la mer et des vagues, la pression due à l'oscillation de la mer et les courants (Régis de Curel, Grinda-Théric, Knobloch, Niubio-Théraizol, Boisramé, Pitiot, Millet, Nevins, Rouxeville, Bourdon, Seabra, Mirus).

3° Systèmes à travail continu ou intermittent fondés sur la compression ou la dépression automatique de l'air, par l'action directe ou indirecte de la marée (Havard-Lavallette, Tommasi, Iverneau-Lambert, Dumont, Collignon, Millet, Weber, Pirandello).

4° Dispositifs à un ou plusieurs bassins à travail intermittent avec chute variable devenant nulle à la pleine et à la basse mer (Havard-Lavallette, Lucas-Richardière, Fontaine, Déclat, Parisel, Rolland, Knobloch, Keller-Thésing-Marotzke, Meuli, Schawnhausser, Singrün, Pinglin, Grenier, Pire, Blochet, Dupont, Bérubé, Esnault-Pelterie, Thouvenin, Martinet, Pillet, Prugnaud, de Varigny).

5° Moyens basés sur l'emploi de bassins à travail intermittent, mais donnant un travail continu par l'accumulation hydraulique (Dupuis, Perrin, Pein, Stoney).

6° Système à travail continu, mais variable, comportant deux bassins travaillant un temps déterminé après la pleine et la basse mer (Lucas-Richardière, Gervaise-Even, de Malbec, Diamant-Kusmaull, Pein et Maire.)

7° Systèmes à travail continu et chute peu variable, comprenant deux bassins dit supérieur et inférieur, dont l'un sert de bief d'amont et le second de bief d'aval (Bélidor, Tallendeau, Baker, Deschamps, Courtenay, Davies, Villegas, Paul Decœur, Compton, Pelé, de Kernisan, Sanders et Gustafson.

8° Emploi de multiples bassins, donnant un travail continu sous chute variable, utilisés successivement comme bief d'amont et d'aval (Malbec, Bouillon, Razous).

9° Système à travail variable, basé sur l'accumulation de l'eau provenant des vagues dans un réservoir transformant la force vive des vagues en pression statique (Luigi Way).

10° Nous compléterons cette nomenclature de l'emploi des réservoirs combinés, pour le fonctionnement des turbines, sous une hauteur de chute constante, par le procédé E. Maynard, que nous indiquerons plus loin (1).

Résumé. — Plusieurs de ces systèmes réalisent une chute continue en produisant une force motrice continue, mais variables dans des limites plus ou moins grandes ; aucun d'eux en effet, sauf celui que nous décrivons à la fin de cette étude, ne réalise une chute de *hauteur constante*, qui est cependant nécessaire pour actionner les turbines et donner une production régulière de courant électrique.

La description de tous les brevets pris pour capter la puissance des marées montre que, jusqu'à ce jour, on ne s'est pas préoccupé de réaliser cette dernière condition ; cela est d'autant plus singulier que depuis plus de deux cents ans, on a songé à utiliser la force motrice des marées.

De plus, l'historique des moyens préconisés montre également que la question n'a jamais été étudiée dans ses détails, et qu'aucune indication précise n'a été donnée sur les divers cycles pouvant être mis en œuvre pour l'utilisation des marées, ni sur la puissance réelle susceptible d'être recueillie dans des conditions déterminées.

Il nous reste maintenant à rechercher et déterminer

(1) Maynard. Cycles et dispositifs pour le captage et l'utilisation de la force motrice des marées ; *Brevet N° 489 020* du 19 février 1918.

Digitized by Google

quel est, des divers moyens préconisés pour obtenir un travail continu, celui qui présente le plus d'avantages, et est susceptible de fournir le plus de travail pour une consommation d'eau déterminée.

Mais l'étude détaillée de tous les systèmes décrits nous entraînerait trop loin, et comme beaucoup ne sont pas pratiques, et ne permettent de recueillir qu'une force motrice faible, intermittente ou trop variable, nous les écarterons pour ne considérer que les moyens susceptibles de produire un travail continu important, soit directement, soit par l'accumulation hydraulique, soit par l'adjonction d'appareils appropriés. Ce sont les suivants :

1° Dispositif à bassin de marée unique, fonctionnant d'une manière intermittente, mais pouvant donner un travail continu au moyen de l'accumulation hydraulique dans un bassin ;

2° Dispositif à deux bassins inégaux fonctionnant comme bassins de marée et comme biefs, produisant un travail continu ;

3° Moyen basé sur l'emploi de plusieurs bassins travaillant un temps déterminé après la pleine et la basse mer, et donnant un travail continu ;

4° Cycles divers pour le fonctionnement des bassins ;

5° Système comportant deux bassins dits supérieur et inférieur, dont l'un sert de bief d'amont et le second de bief d'aval donnant un travail continu ;

6° Système E. Maynard, comportant des bassins produisant un travail continu, d'une part avec emploi de turbines fonctionnant sous une chute de hauteur constante, et d'autre part avec turbines développant une puissance continue et constante pour les besoins extérieurs, au moyen d'une régulation hydraulique.

Pour l'étude de tous ces procédés, nous considérerons comme base un bassin de marée de 100 hectares de superficie rempli d'eau de mer sur 4 m de hauteur en mort d'eau et 13 m en équinoxe, afin d'avoir un point de comparaison pour déterminer leur valeur ou leur rendement respectif comme force motrice réellement développée.

Mais il convient de faire remarquer, par analogie avec ce qui a lieu pour les hautes chutes de montagnes, dont le débit caractéristique moyen est pris comme base d'évaluation, que, si on veut obtenir avec les marées une puissance continue et constante, il faut tabler sur la dénivellation minimum que donnent les plus petites marées de mortes eaux.

Or, nous avons vu que, pour la région de Saint-Malo, elle était de 3 m, mais seulement deux fois par année, en février et septembre, et qu'en 65 heures au plus, lors des plus petites marées, l'amplitude atteignait 4 m. C'est donc sur ce chiffre de 4 m que nous nous baserons pour notre étude, car il sera assez facile de se ménager les moyens de relever la chute à 4 m pendant les 65 heures par année où elle sera inférieure à cette hauteur.

Nous aurons ainsi un régime constant pour la production d'un minimum de force motrice. Le surplus de puissance dû à l'accroissement de l'amplitude, pourra constituer des « résidus d'énergie » qu'on pourra employer à des travaux ou des fabrications accessoires, telles que celles des engrais (nitrate de chaux et cyanamide, extraction des sels de la mer, etc...), ou à l'accumulation hydraulique en vue, soit de faire fonctionner les turbines formant la base de l'installation, sous une chute plus élevée que celle déduite des plus petites marées de mortes eaux, soit de produire une puissance continue et constante pour toutes les marées.

(A suivre.)

E. MAYNARD,
Ingénieur des Ponts et Chaussées ; précédemment Ingénieur du Service maritime à La Rochelle et à Saint-Nazaire.

Revues, analyses et informations

Les forces hydrauliques de la Jogne et les entreprises électriques fribourgeoises (1).

Ces entreprises, qui comprennent les réseaux de Fribourg, Hauterive, Montbovon et Châtel-Saint-Denis, distribuent l'énergie électrique dans les cantons de Fribourg, Vaud et Berne ; elles alimentent en plus le chemin de fer Fribourg-Morat-Anet ; les chemins de fer électriques de la Gruyère, ceux du Montreux-Oberland-Bernois, les chemins de fer électriques veveysans et les lignes du Jorat des tramways lausannois.

Leurs usines d'Hauterive sont équipées en vue d'une production totale de 30 000 ch en énergie hydraulique et 5 000 ch de réserve à vapeur. Mais, comme elles ne disposent pas de moyens de régulation, cette puissance tombe, en période de basses eaux, à 6 000 kw ; c'est pourquoi elles devaient, à certains moments, faire appel à des centrales des cantons voisins, et recourir à l'usine thermique de secours. Ces conditions mettaient les entreprises électriques de Fribourg dans la nécessité de se pourvoir de nouvelles sources d'énergie ; ce qui leur manque, c'est une accumulation hydraulique qui permettrait de subvenir aux besoins des réseaux en temps d'étiage sans le secours de centrales voisines et sans l'appoint de l'énergie produite par l'onéreuse utilisation de la réserve thermique. Le projet qui répond à ces conditions comporte la création d'un lac artificiel s'étendant de Rossens à Broc, d'une capacité de 187 millions de mètres cubes ; cette masse liquide permettrait un débit moyen annuel de 27,5 m³ : sec sous une chute de 95 m ; mais cette entreprise et la transformation de la centrale de Hauterive nécessitant au moins cinq années de travaux, une usine d'une production journalière de 130 000-150 000 kw-h et utilisant les forces motrices de la Jogne sera préalablement érigée près de Broc. Son bassin de retenue aura une superficie de 700 000 m² et contiendra

(1) V. RYNCKI. *Bulletin technique de la Suisse romande*, 7 septembre 1918, p. 165-167, 1 300 mots, 2 fig.

Digitized by Google

11650000 m³ quand sa cote supérieure (800) sera atteinte par les hautes eaux. De ce volume, 10 millions de mètres cubes environ passeront dans la nouvelle usine (cote 678,5) sous une chute de 113,5 m, amenés du réservoir (lac de Montsalvens) à la mise en charge par un tunnel de 1680 m de longueur et 6,5 m² de section, avec une pression de 25 à 35 m.

Les travaux sont commencés; ils sont exécutés en régie co-intéressée, en raison des circonstances actuelles; il est à prévoir que les délais de construction, deux à trois années, ne seront pas dépassés.

Description de l'installation projetée. — *Bassin d'accumulation.* — Ce bassin, dit « Lac de Montsalvens », s'étendra d'outre Jogne, un peu au-dessous du village de Charmey, jusqu'à la Russille, où se trouve un resserrement rocheux favorable à l'établissement du barrage. Deux de ses bras pénétreront dans les vallons du Javroz et du Motélon, affluents de la Jogne. Les eaux seront rendues à la Jogne à la cote 678,5.

Barrage. — Il sera établi à l'entrée côté amont de la gorge située au-dessous de la Russille; du type en arc il aura une hauteur d'environ 50 m, non compris les fondations; il sera arasé à la cote 800,6 et son développement à la crête comportera environ 80 m. Il se terminera à l'une de ses extrémités (rive gauche) par un déversoir destiné à assurer le niveau supérieur du lac quelque importants que soient les apports de la Jogne.

Galerie d'amenée. — L'eau sera prise à la cote 775; le tunnel, de 1680 m de longueur, aura une pente de 6,7 pour 1000. A l'extrémité aval se trouvera la chambre de mise en charge qui comprendra deux compartiments, l'un au-dessus

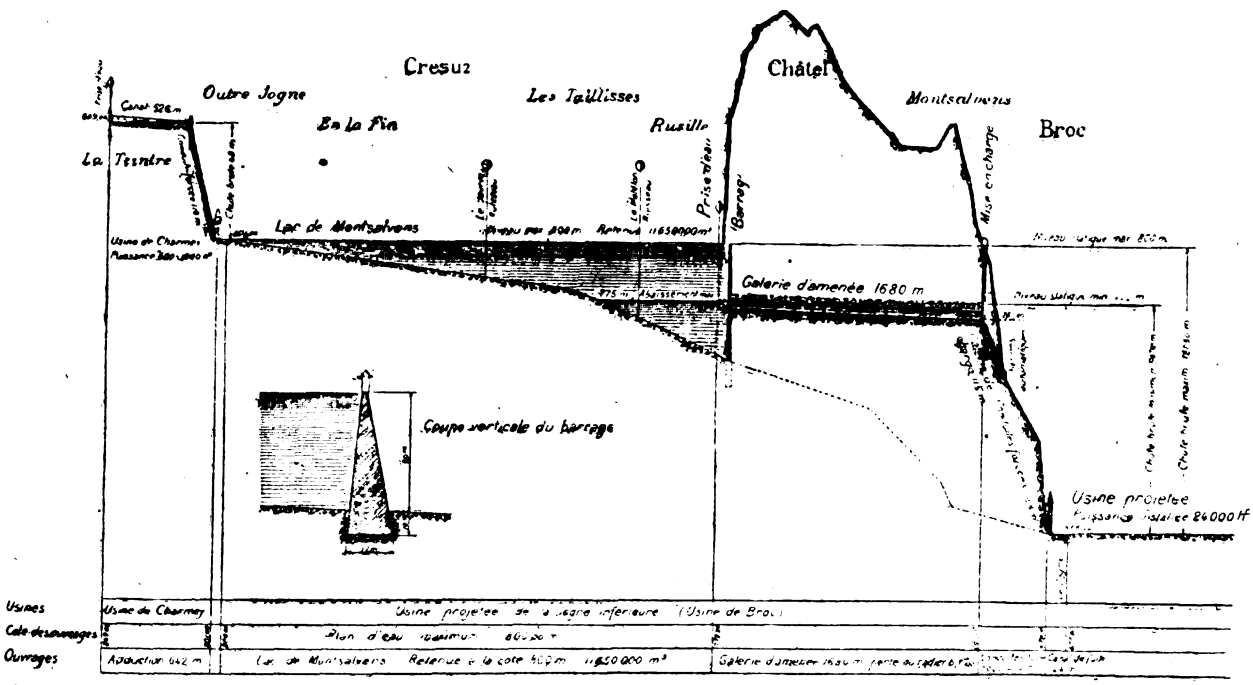


Fig. 1. — Profil en long. — *Echelles :* longueurs 1 : 45000, hauteurs 1 : 3000.

de l'autre, reliés par un puits vertical de 3 m de diamètre; la hauteur totale de ce château d'eau sera d'environ 40 m; il ne comportera pas de déversoir.

Conduite forcée. — La longueur de sa partie supérieure sera d'environ 115 m; puis viendront deux conduites métalliques de 1,60 m de diamètre et d'environ 290 m de longueur qui aboutiront au collecteur, près de l'usine.

Usine. — Elle sera construite sur la rive droite de la Jogne, un peu en aval de la fabrique Cailler. Son équipement comprendra :

a) Quatre groupes électrogènes composés chacun d'une turbine de 6000 ch et d'un alternateur triphasé de 5250 kv-a, 8500 v, 50 p : sec, 500 t : min;

b) Quatre tableaux avec l'appareillage nécessaire à la mise en parallèle;

c) Quatre transformateurs triphasés de 5250 kv-a, 8500-35000 v;

d) Des départs à 35000 v connectés aux lignes destinées à relier la nouvelle usine au centre de distribution qui est et restera à Hauterive.

Canal de fuite. — Il aura une longueur d'environ 120 m.

L'article original contient, outre le profil en long que nous reproduisons ici (fig. 1), une carte de la région, à l'échelle 1 : 25000.

P. V.

Digitized by Google

Notes pratiques

L'utilisation de la tourbe comme appoint au charbon. — Comme suite pratique aux divers articles et informations concernant la tourbe et son utilisation industrielle qui ont été publiés dans ces colonnes (1), nous reproduisons ci-dessous une note de M. Loucheur, ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre parue dans le « Bulletin des Usines de Guerre » du 16 septembre :

L'emploi de la tourbe comme combustible industriel paraît pouvoir être utilement envisagé en mélange avec la houille soit en tout-venant, soit en fines ou déchets de charbon, ou encore avec de la sciure de bois.

Des essais sont entrepris à la poudrerie militaire du Bouchet et aux poudreries nationales du Moulin-Blanc et de Pont-de-Buis, cette dernière exploitant d'une façon intensive des tourbières drainées, d'où la tourbe est extraite dépourvue d'une grande partie de son eau, ce qui permet de mettre immédiatement les mottes en tas et de diminuer les surfaces d'étendage.

Trois procédés d'utilisation de la tourbe mélangée avec un autre combustible ont été expérimentés et ont donné satisfaction :

1° A la poudrerie du Bouchet, on a procédé à la fabrication d'agglomérés ainsi composés : 6 t de tourbe fraiche ; 1 t de sciure; 1 t de poussier de charbon ; déchets provenant de la poudrerie.

L'aggloméré est préparé par mélange au moment du malaxage de la tourbe humide.

Les briquettes ainsi obtenues et séchées à l'air jusqu'à ne plus contenir que 30 pour 100 d'humidité ont été employées dans les foyers des chaudières Niclausse, des chaudières Babcock et Villcox et dans les chaudières semi-tubulaires Bietrix et Lefèvre.

Elles ont fourni, en moyenne, une puissance de vaporisation égale aux quatre cinquièmes de celle des charbons reçus par la poudrerie.

2° A la poudrerie de Pont-de-Buis, des essais de combustion simultanée de tourbe et de charbon ont été faits sur une plus grande échelle, et les premiers résultats obtenus sont remarquables.

Les chaudières employées étaient des chaudières Babcock à grilles mécaniques et tirage soufflé, fournissant 4500 kg de vapeur à l'heure à la pression de 12 à 13 kg : cm², la puissance absorbée aux turbos étant de 600 kw environ.

La tourbe (tourbe mousseuse de qualité moyenne) était employée à 30 pour 100 d'humidité.

Le chauffage des chaudières est obtenu avec une proportion de tourbe et de houille variable suivant la teneur en eau de la tourbe, *mais ne dépassant pas 90 pour 100 de tourbe.*

Avec un mélange à 90 pour 100 de tourbe à 30 pour 100 d'eau, la pression a pu être maintenue, dans une expérience, autour de 12 kg avec la même aisance que lorsqu'il est brûlé uniquement de la bonne houille sur les grilles.

Il a été constaté que, pour obtenir le même travail, 100 t de houille ont pu être remplacées par 20 t de houille et 185 t de tourbe à 30 pour 100 d'humidité.

L'économie de charbon sera donc d'environ 80 pour 100, si les expériences qui se poursuivent confirment les premières.

3° A la poudrerie du Moulin-Blanc, la tourbe séchée à 30 pour 100 d'eau a été employée avec succès dans les fours à acide nitrique. On a pu constater que la tourbe réalisait une température plus régulière que tout autre combustible et son emploi exclusif a été fixé d'une manière définitive pour le chauffage des fours à acide nitrique.

La consommation de tourbe est d'environ 3 t de tourbe pour 2 t de charbon primitivement employées.

Des essais de gazogènes à tourbe, permettant le fonctionnement de moteurs à gaz pauvre, sont actuellement en préparation ; c'est une voie qui peut devenir particulièrement intéressante pour l'industrie.

Les industriels — et en particulier les groupements charbonniers d'industriels (armement, intendance, chambres de commerce) — qui ont fait et se préparent à faire de si louables efforts pour tirer le meilleur parti possible des charbons de qualité médiocre et des bois de chauffage, ont un intérêt évident à tourner également leur attention sur la tourbe.

Aussi bien pendant la guerre que — et plus encore peut-être — dans les premières années qui suivront, l'industrie souffrira d'une grande gêne en matière de charbon. Les industriels avisés qui sans plus tarder, se seront réservé le moyen d'utiliser de la tourbe provenant de leur voisinage, seront largement payés de leur initiative par l'assurance qu'ils auront alors de pouvoir alimenter leurs foyers à plein et à l'abri des hausses de prix des charbons.

La campagne de tourbe commence dès avril, et comme il faut naturellement la préparer plusieurs mois à l'avance (fabrication des quelques machines nécessaires, recrutement du personnel, organisation des surfaces d'étendage, etc...), les industriels intéressés doivent s'occuper de la question dès maintenant. Ils trouveront tous renseignements pratiques utiles au bureau des combustibles végétaux, du ministère de l'Armement, 147, rue de Courcelles, ainsi que toute l'aide qui pourrait leur être nécessaire.

Et surtout que les industriels soient bien persuadés que la récolte de la tourbe et son utilisation pratique sont de la plus extrême simplicité.

(1) Une bibliographie de ces articles et informations a été donnée récemment : *R. G. E.*, 17 avril 1918, t. IV, p. 229, renvoi (1).

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Notes sur l'application pratique de la loi du 15 juin 1906 et des règlements annexes

Dans le numéro de la « R. G. E. » du 21 septembre 1918, t. IV, p. 435, M. A. Monmerqué, inspecteur général des Ponts et Chaussées, à commencé à indiquer les solutions des différends qui peuvent prendre naissance entre l'Administration et les distributeurs au sujet de l'application de la loi du 15 juin 1906. C'est la suite de ces notes très intéressantes pour les distributeurs d'énergie électrique que nous publions ci-dessous.

Concession. — CAHIER DES CHARGES TYPE. — *Dérogations.*

N'est pas susceptible d'approbation un projet de cahier des charges pour une concession communale qui comporte les dérogations ci-après :

1° La durée de concession n'est pas limitée ; elle se continue par tacite reconduction à l'expiration de chaque période triennale, sauf dénoncement du renouvellement 6 mois à l'avance.

Les clauses du cahier des charges, relatives à la remise des installations en fin de concession et au rachat (articles 22, 23 et 24) sont supprimées et le matériel reste, en bon état de cause, la propriété du concessionnaire.

Un pareil projet risque de mettre la commune, sans compensation appréciable, à la discrétion de son concessionnaire, la commune n'ayant aucun droit sur l'installation envisagée. Elle ne disposera que d'une arme vaine de la faculté de résilier son traité, puisqu'elle ne rencontrera sans doute aucun industriel disposé à reprendre l'exploitation à meilleur compte. La faculté de rachat, ordinairement prévue dans les concessions types, offre précisément des moyens qui répondent aux difficultés qu'a envisagées la commune. Par la prorédure, définie dans l'article 22, du cahier des charges type, la commune peut toujours rompre le contrat de distribution et elle retrouve un gage qu'on doit supposer en rapport avec son effort financier ; le prix des installations peut constituer une valeur d'échange à l'occasion de négociations avec d'autres entrepreneurs, tandis qu'il ne pourrait profiter qu'au bénéficiaire actuel à la fin de son exploitation ; les risques qu'encourrerait, dans le cas de l'article 23, la commune, sont théoriquement insignifiants en regard de ceux qu'elle assurerait avec la combinaison proposée.

D'autre part, aucune limite n'étant prévue au renouvellement triennal du contrat dont il s'agit, la durée maximum de 40 ans imposée aux concessions communales, risquerait d'être dépassée.

Un pareil contrat n'est donc pas susceptible d'approbation et il est nécessaire de le remplacer par un autre, se rapprochant mieux de la lettre et de l'esprit du cahier des charges type.

Il convient notamment de faire ressortir auprès de l'autorité municipale les avantages d'une clause de rachat qui proportionne les charges de la commune à des avantages corrélatifs, les modalités de cette clause devant d'ailleurs être adaptées aux circonstances.

Il y a lieu aussi d'aboutir à une entente sur les bases d'un délai ferme qui ne peut être inférieur, par exemple, à 20 ans, mais qui doit en tout cas être limité explicitement à 40 années.

Concession. — FOURNITURES GRATUITES AUX COMMUNES OU AUX ABONNÉS.

Une concession peut licitement stipuler, en faveur d'une commune, la fourniture gratuite de tout ou partie, soit du courant, soit des installations nécessaires à l'éclairage public ou à l'éclairage des bâtiments communaux.

Cette clause n'est pas en contradiction avec l'article 9 de la loi du 15 juin 1906, qui interdit d'imposer au concessionnaire une charge pécuniaire autre que les redevances, prévues par un règlement d'administration publique pour l'occupation du domaine public.

En effet, en matière de tarif de fourniture de courant, l'échelle peut partir de zéro ; il y a là une question commerciale : les tarifs très réduits, voire même le tarif nul, étant établis en tenant compte des avantages accordés par la concession comme contre-partie, ne peuvent être regardés comme constituant une « charge pécuniaire » interdite par l'article 9 de la loi.

Il en est de même des engagements que prend un concessionnaire de faire chez les abonnés des installations gratuites.

Le principe de l'égalité de traitement entre abonnés de même catégorie n'est pas compromis, du moment que le mode de détermination des abonnés, bénéficiant de ces installations gratuites ne résulte pas d'un simple accord entre la commune et le concessionnaire, mais qu'il est bien défini d'avance par une règle précise d

Digitized by Google

quel est, des divers moyens préconisés pour obtenir un travail continu, celui qui présente le plus d'avantages, et est susceptible de fournir le plus de travail pour une consommation d'eau déterminée.

Mais l'étude détaillée de tous les systèmes décrits nous entraînerait trop loin, et comme beaucoup ne sont pas pratiques, et ne permettent de recueillir qu'une force motrice faible, intermittente ou trop variable, nous les écarterons pour ne considérer que les moyens susceptibles de produire un travail continu important, soit directement, soit par l'accumulation hydraulique, soit par l'adjonction d'appareils appropriés. Ce sont les suivants :

1° Dispositif à bassin de marée unique, fonctionnant d'une manière intermittente, mais pouvant donner un travail continu au moyen de l'accumulation hydraulique dans un bassin ;

2° Dispositif à deux bassins inégaux fonctionnant comme bassins de marée et comme biefs, produisant un travail continu ;

3° Moyen basé sur l'emploi de plusieurs bassins travaillant un temps déterminé après la pleine et la basse mer, et donnant un travail continu ;

4° Cycles divers pour le fonctionnement des bassins ;

5° Système comportant deux bassins dits supérieur et inférieur, dont l'un sert de bief d'amont et le second de bief d'aval donnant un travail continu ;

6° Système E. Maynard, comportant des bassins produisant un travail continu, d'une part avec emploi de turbines fonctionnant sous une chute de hauteur constante, et d'autre part avec turbines développant une puissance continue et constante pour les besoins extérieurs, au moyen d'une régulation hydraulique.

Pour l'étude de tous ces procédés, nous considérerons comme base un bassin de marée de 100 hectares de superficie rempli d'eau de mer sur 4 m de hauteur en mort d'eau et 13 m en équinoxe, afin d'avoir un point de comparaison pour déterminer leur valeur ou leur rendement respectif comme force motrice réellement développée.

Mais il convient de faire remarquer, par analogie avec ce qui a lieu pour les hautes chutes de montagnes, dont le débit caractéristique moyen est pris comme base d'évaluation, que, si on veut obtenir avec les marées une puissance continue et constante, il faut tabler sur la dénivellation minimum que donnent les plus petites marées de mortes eaux.

Or, nous avons vu que, pour la région de Saint-Malo, elle était de 3 m, mais seulement deux fois par année, en février et septembre, et qu'en 65 heures au plus, lors des plus petites marées, l'amplitude atteignait 4 m. C'est donc sur ce chiffre de 4 m que nous nous baserons pour notre étude, car il sera assez facile de se ménager les moyens de relever la chute à 4 m pendant les 65 heures par année où elle sera inférieure à cette hauteur.

Nous aurons ainsi un régime constant pour la production d'un minimum de force motrice. Le surplus de puissance dû à l'accroissement de l'amplitude, pourra constituer des « résidus d'énergie » qu'on pourra employer à des travaux ou des fabrications accessoires, telles que celles des engrais (nitrate de chaux et cyanamide, extraction des sels de la mer, etc...), ou à l'accumulation hydraulique en vue, soit de faire fonctionner les turbines formant la base de l'installation, sous une chute plus élevée que celle déduite des plus petites marées de mortes eaux, soit de produire une puissance continue et constante pour toutes les marées

(A suivre.)

E. MAYNARD,
Ingénieur des Ponts et Chaussées ; précédemment Ingénieur du Service maritime à La Rochelle et à Saint-Nazaire.

Revues, analyses et informations

Les forces hydrauliques de la Jogne et les entreprises électriques fribourgeoises [1].

Ces entreprises, qui comprennent les réseaux de Fribourg, Hauterive, Montbovon et Châtel-Saint-Denis, distribuent l'énergie électrique dans les cantons de Fribourg, Vaud et Berne ; elles alimentent en plus le chemin de fer Fribourg-Morat-Anet ; les chemins de fer électriques de la Gruyère, ceux du Montreux-Oberland-Bernois, les chemins de fer électriques veveysans et les lignes du Jorat des tramways lausannois.

Leurs usines d'Hauterive sont équipées en vue d'une production totale de 30 000 ch en énergie hydraulique et 5000 ch de réserve à vapeur. Mais, comme elles ne disposent pas de moyens de régulation, cette puissance tombe, en période de basses eaux, à 6000 kw ; c'est pourquoi elles devaient, à certains moments, faire appel à des centrales des cantons voisins, et recourir à l'usine thermique de secours. Ces conditions mettaient les entreprises électriques de Fribourg dans la nécessité de se pourvoir de nouvelles sources d'énergie ; ce qui leur manque, c'est une accumulation hydraulique qui permettrait de subvenir aux besoins des réseaux en temps d'étiage sans le secours de centrales voisines et sans l'appoint de l'énergie produite par l'onéreuse utilisation de la réserve thermique. Le projet qui répond à ces conditions comporte la création d'un lac artificiel s'étendant de Rossens à Broc, d'une capacité de 187 millions de mètres cubes ; cette masse liquide permettrait un débit moyen annuel de 27,5 m^3 : sec sous une chute de 95 m ; mais cette entreprise et la transformation de la centrale de Hauterive nécessitant au moins cinq années de travaux, une usine d'une production journalière de 130 000-150 000 kw-h et utilisant les forces motrices de la Jogne sera préalablement érigée près de Broc. Son bassin de retenue aura une superficie de 700 000 m^2 et contiendra

[1] V. RYNCKI. *Bulletin technique de la Suisse romande*, 7 septembre 1918, p. 165-167, 1 300 mots, 2 fig.

Digitized by Google

11650000 m³ quand sa cote supérieure (800) sera atteinte par les hautes eaux. De ce volume, 10 millions de mètres cubes environ passeront dans la nouvelle usine (cote 678,5) sous une chute de 113,5 m, amenés du réservoir (lac de Montsalvens) à la mise en charge par un tunnel de 1680 m de longueur et 6,5 m² de section, avec une pression de 25 à 35 m.

Les travaux sont commencés; ils sont exécutés en régie co-intéressée, en raison des circonstances actuelles; il est à prévoir que les délais de construction, deux à trois années, ne seront pas dépassés.

Description de l'installation projetée. — *Bassin d'accumulation.* — Ce bassin, dit « Lac de Montsalvens », s'étendra d'outre Jogne, un peu au-dessous du village de Charmey, jusqu'à la Russille, où se trouve un resserrement rocheux favorable à l'établissement du barrage. Deux de ses bras pénétreront dans les vallons du Javroz et du Motélon, affluents de la Jogne. Les eaux seront rendues à la Jogne à la cote 678,5.

Barrage. — Il sera établi à l'entrée côté amont de la gorge située au-dessous de la Russille; du type en arc il aura une hauteur d'environ 50 m, non compris les fondations; il sera arasé à la cote 800,6 et son développement à la crête comportera environ 80 m. Il se terminera à l'une de ses extrémités (rive gauche) par un déversoir destiné à assurer le niveau supérieur du lac quelque importants que soient les apports de la Jogne.

Galerie d'amenée. — L'eau sera prise à la cote 775; le tunnel, de 1680 m de longueur, aura une pente de 6,7 pour 1000. A l'extrémité aval se trouvera la chambre de mise en charge qui comprendra deux compartiments, l'un au-dessus

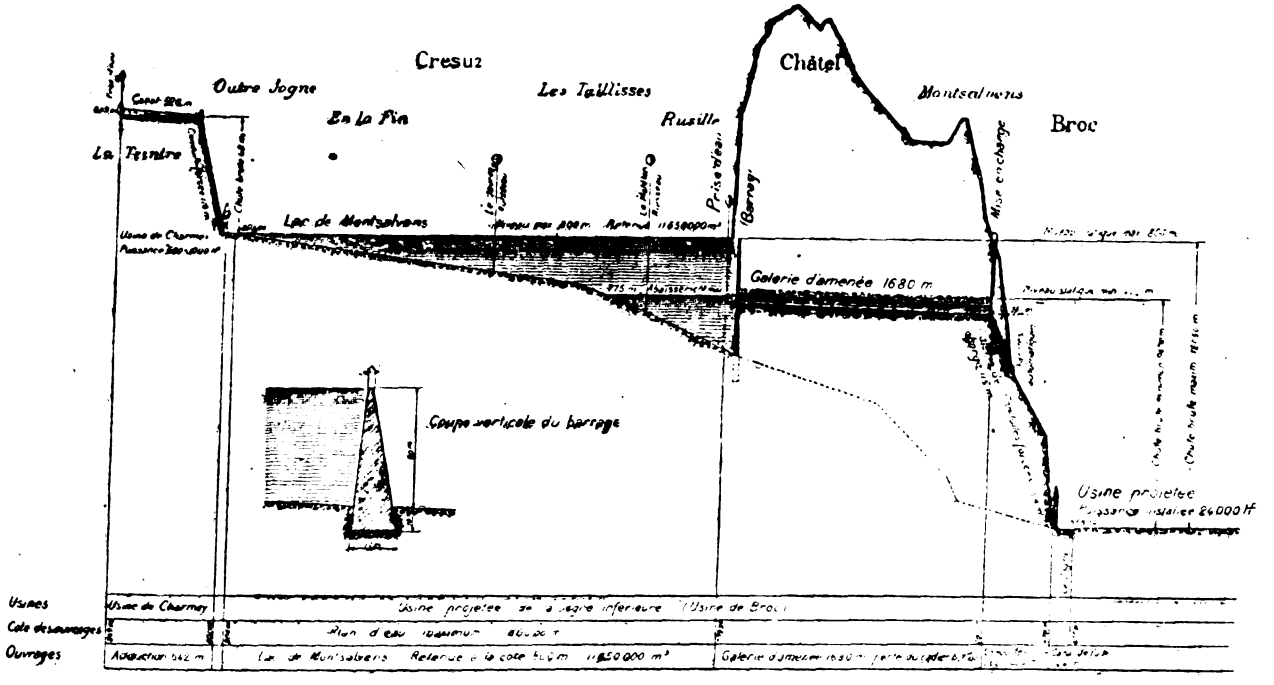


Fig. 1. — Profil en long. — *Echelles :* longueurs 1 : 15000, hauteurs 1 : 3000.

de l'autre, reliés par un puits vertical de 3 m de diamètre; la hauteur totale de ce château d'eau sera d'environ 40 m; il ne comportera pas de déversoir.

Conduite forcée. — La longueur de sa partie supérieure sera d'environ 115 m; puis viendront deux conduites métalliques de 1,60 m de diamètre et d'environ 290 m de longueur qui aboutiront au collecteur, près de l'usine.

Usine. — Elle sera construite sur la rive droite de la Jogne, un peu en aval de la fabrique Cailler. Son équipement comprendra :

a) Quatre groupes électrogènes composés chacun d'une turbine de 6000 ch et d'un alternateur triphasé de 5250 kv-a, 8500 v, 50 p : sec, 500 t : min;

b) Quatre tableaux avec l'appareillage nécessaire à la mise en parallèle;

c) Quatre transformateurs triphasés de 5250 kv-a, 8500-35000 v;

d) Des départs à 35000 v connectés aux lignes destinées à relier la nouvelle usine au centre de distribution qui est et restera à Hauterive.

Canal de fuite. — Il aura une longueur d'environ 120 m.

L'article original contient, outre le profil en long que nous reproduisons ici (fig. 1), une carte de la région, à l'échelle 1 : 25000.

P. V.

Digitized by Google

Notes pratiques

L'utilisation de la tourbe comme appoint au charbon. — Comme suite pratique aux divers articles et informations concernant la tourbe et son utilisation industrielle qui ont été publiés dans ces colonnes (1), nous reproduisons ci-dessous une note de M. Loucheur, ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre parue dans le « Bulletin des Usines de Guerre » du 16 septembre :

L'emploi de la tourbe comme combustible industriel paraît pouvoir être utilement envisagé en mélange avec la houille soit en tout-venant, soit en fines ou déchets de charbon, ou encore avec de la sciure de bois.

Des essais sont entrepris à la poudrerie militaire du Bouchet et aux poudreries nationales du Moulin-Blanc et de Pont-de-Buis, cette dernière exploitant d'une façon intensive des tourbières drainées, d'où la tourbe est extraite dépourvue d'une grande partie de son eau, ce qui permet de mettre immédiatement les mottes en tas et de diminuer les surfaces d'étendage.

Trois procédés d'utilisation de la tourbe mélangée avec un autre combustible ont été expérimentés et ont donné satisfaction :

1° A la poudrerie du Bouchet, on a procédé à la fabrication d'agglomérés ainsi composés : 6 t de tourbe fraiche ; 1 t de sciure ; 1 t de poussier de charbon ; déchets provenant de la poudrerie.

L'aggloméré est préparé par mélange au moment du malaxage de la tourbe humide.

Les briquettes ainsi obtenues et séchées à l'air jusqu'à ne plus contenir que 30 pour 100 d'humidité ont été employées dans les foyers des chaudières Niclausse, des chaudières Babcock et Villcox et dans les chaudières semi-tubulaires Bietrix et Lefèvre.

Elles ont fourni, en moyenne, une puissance de vaporisation égale aux quatre cinquièmes de celle des charbons reçus par la poudrerie.

2° A la poudrerie de Pont-de-Buis, des essais de combustion simultanée de tourbe et de charbon ont été faits sur une plus grande échelle, et les premiers résultats obtenus sont remarquables.

Les chaudières employées étaient des chaudières Babcock à grilles mécaniques et tirage soufflé, fournissant 4500 kg de vapeur à l'heure à la pression de 12 à 13 kg : cm², la puissance absorbée aux turbos étant de 600 kw environ.

La tourbe (tourbe mousseuse de qualité moyenne) était employée à 30 pour 100 d'humidité.

Le chauffage des chaudières est obtenu avec une proportion de tourbe et de houille variable suivant la teneur en eau de la tourbe, *mais ne dépassant pas 90 pour 100 de tourbe.*

Avec un mélange à 90 pour 100 de tourbe à 30 pour 100 d'eau, la pression a pu être maintenue, dans une expérience, autour de 12 kg avec la même aisance que lorsqu'il est brûlé uniquement de la bonne houille sur les grilles.

Il a été constaté que, pour obtenir le même travail, 100 t de houille ont pu être remplacées par 20 t de houille et 185 t de tourbe à 30 pour 100 d'humidité.

L'économie de charbon sera donc d environ 80 pour 100, si les expériences qui se poursuivent confirment les premières.

3° A la poudrerie du Moulin-Blanc, la tourbe séchée à 30 pour 100 d'eau a été employée avec succès dans les fours à acide nitrique. On a pu constater que la tourbe réalisait une température plus régulière que tout autre combustible et son emploi exclusif a été fixé d'une manière définitive pour le chauffage des fours à acide nitrique.

La consommation de tourbe est d'environ 3 t de tourbe pour 2 t de charbon primitivement employées.

Des essais de gazogènes à tourbe, permettant le fonctionnement de moteurs à gaz pauvre, sont actuellement en préparation ; c'est une voie qui peut devenir particulièrement intéressante pour l'industrie.

Les industriels — et en particulier les groupements charbonniers d'industriels (armement, intendance, chambres de commerce) — qui ont fait et se préparent à faire de si louables efforts pour tirer le meilleur parti possible des charbons de qualité médiocre et des bois de chauffage, ont un intérêt évident à tourner également leur attention sur la tourbe.

Aussi bien pendant la guerre que — et plus encore peut-être — dans les premières années qui suivront, l'industrie souffrira d'une grande gêne en matière de charbon. Les industriels avisés qui sans plus tarder, se seront réservé le moyen d'utiliser de la tourbe provenant de leur voisinage, seront largement payés de leur initiative par l'assurance qu'ils auront alors de pouvoir alimenter leurs foyers à plein et à l'abri des hausses de prix des charbons.

La campagne de tourbe commence dès avril, et comme il faut naturellement la préparer plusieurs mois à l'avance (fabrication des quelques machines nécessaires, recrutement du personnel, organisation des surfaces d'étendage, etc...), les industriels intéressés doivent s'occuper de la question dès maintenant. Ils trouveront tous renseignements pratiques utiles au bureau des combustibles végétaux, du ministère de l'Armement, 147, rue de Courcelles, ainsi que toute l'aide qui pourrait leur être nécessaire.

Et surtout que les industriels soient bien persuadés que la récolte de la tourbe et son utilisation pratique sont de la plus extrême simplicité.

(1) Une bibliographie de ces articles et informations a été donnée récemment : *R. G. E.*, 17 avril 1918, t. IV, p. 229, renvoi (1).

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Notes sur l'application pratique de la loi du 15 juin 1906 et des règlements annexes

Dans le numéro de la « R. G. E. » du 21 septembre 1918, t. IV, p. 435, M. A. Monmerqué, inspecteur général des Ponts et Chaussées, à commencé à indiquer les solutions des différends qui peuvent prendre naissance entre l'Administration et les distributeurs au sujet de l'application de la loi du 15 juin 1906. C'est la suite de ces notes très intéressantes pour les distributeurs d'énergie électrique que nous publions ci-dessous.

Concession. — CAHIER DES CHARGES TYPE. — *Dérogations.*

N'est pas susceptible d'approbation un projet de cahier des charges pour une concession communale qui comporte les dérogations ci-après :

1° La durée de concession n'est pas limitée ; elle se continue par tacite reconduction à l'expiration de chaque période triennale, sauf dénoncement du renouvellement 6 mois à l'avance.

2° Les clauses du cahier des charges, relatives à la reprise des installations en fin de concession et au rachat (articles 22, 23 et 24) sont supprimées et le matériel reste, en tout état de cause, la propriété du concessionnaire.

Un pareil projet risque de mettre la commune, sans compensation appréciable, à la discrétion de son concessionnaire, la commune n'ayant aucun droit sur l'installation envisagée. Elle ne disposera que d'une arme vaine dans la faculté de résilier son traité, puisqu'elle ne rencontrera sans doute aucun industriel disposé à reprendre l'exploitation à meilleur compte. La faculté de rachat, ordinairement prévue dans les concessions types, offre précisément des moyens qui répondent aux difficultés qu'a envisagées la commune. Par la prorédure, définie dans l'article 22, du cahier des charges type, la commune peut toujours rompre le contrat de distribution et elle retrouve un gage qu'on doit supposer en rapport avec son effort financier ; le prix des installations peut constituer une valeur d'échange à l'occasion de négociations avec d'autres entrepreneurs, tandis qu'il ne pourrait profiter qu'au bénéficiaire actuel à la fin de son exploitation ; les risques qu'encourrerait, dans le cas de l'article 23, la commune, sont théoriquement insignifiants en regard de ceux qu'elle assurerait avec la combinaison proposée.

D'autre part, aucune limite n'étant prévue au renouvellement triennal du contrat dont il s'agit, la durée maximum de 40 ans imposée aux concessions communales, risquerait d'être dépassée.

Un pareil contrat n'est donc pas susceptible d'approbation et il est nécessaire de le remplacer par un autre, se rapprochant mieux de la lettre et de l'esprit du cahier des charges type.

Il convient notamment de faire ressortir auprès de l'autorité municipale les avantages d'une clause de rachat qui proportionne les charges de la commune à des avantages corrélatifs, les modalités de cette clause devant d'ailleurs être adaptées aux circonstances.

Il y a lieu aussi d'aboutir à une entente sur les bases d'un délai ferme qui ne peut être inférieur, par exemple, à 20 ans, mais qui doit en tout cas être limité explicitement à 40 années.

Concession. — FOURNITURES GRATUITES AUX COMMUNES OU AUX ABONNÉS.

Une concession peut licitement stipuler, en faveur d'une commune, la fourniture gratuite de tout ou partie, soit du courant, soit des installations nécessaires à l'éclairage public ou à l'éclairage des bâtiments communaux.

Cette clause n'est pas en contradiction avec l'article 9 de la loi du 15 juin 1906, qui interdit d'imposer au concessionnaire une charge pécuniaire autre que les redevances, prévues par un règlement d'administration publique pour l'occupation du domaine public.

En effet, en matière de tarif de fourniture de courant, l'échelle peut partir de zéro ; il y a là une question commerciale : les tarifs très réduits, voire même le tarif nul, étant établis en tenant compte des avantages accordés par la concession comme contre-partie, ne peuvent être regardés comme constituant une « charge pécuniaire » interdite par l'article 9 de la loi.

Il en est de même des engagements que prend un concessionnaire de faire chez les abonnés des installations gratuites.

Le principe de l'égalité de traitement entre abonnés de même catégorie n'est pas compromis, du moment que le mode de détermination des abonnés, bénéficiant de ces installations gratuites ne résulte pas d'un simple accord entre la commune et le concessionnaire, mais qu'il est bien défini d'avance par une règle précise d'

Digitized by Google

façon à exclure tout arbitraire et à réaliser l'égalité des conditions entre abonnés, lesdits abonnés, jouissant ainsi de ces installations gratuites, constituent à eux seuls une « catégorie ».

Concession. — CONCESSION EXISTANTE. — *Distribution nouvelle à autoriser. — Réserve pour la commune de sa liberté dans l'avenir.*

Etant donné une commune où fonctionne une distribution de gaz et d'électricité sans privilège et un entrepreneur demandant à la commune d'établir par permissions de voirie une autre distribution entrant en concurrence avec la distribution existante, que peut faire la commune pour se réserver toute sa liberté à l'expiration de la concession de gaz et d'électricité existante?

Convient-il que le Conseil municipal décide de ne délivrer les permissions de voirie demandées que sous la réserve suivante :

« L'autorisation est accordée à titre précaire ; elle est révocable à la première réquisition de l'Administration dans les conditions prévues par le décret du 3 avril 1908 et par l'arrêté interministériel du 3 août 1878, notamment si elle devenait une gêne ou un obstacle quelconque au monopole de l'éclairage que la ville sera en droit d'exercer, soit par elle-même, soit par un nouveau concessionnaire, à l'expiration du traité en cours, c'est-à-dire le (date). »

Cette rédaction donne lieu à diverses objections comme il résulte des considérations suivantes :

L'autorité administrative a évidemment le droit de subordonner la délivrance d'une permission de voirie à telle condition qu'elle juge utile, pourvu que cette condition soit efficace et régulière.

S'il est exact qu'une permission ne peut être retirée que dans l'intérêt de la voirie, ce principe n'est applicable qu'au cas où la permission n'a été subordonnée, au moment de la délivrance, à aucune condition. L'autorité administrative ne saurait, en effet, révoquer à son gré, ad nutum, une permission qu'elle a accordée, sans formuler la moindre réserve : dans ce cas, le Conseil d'État n'a pas voulu laisser les particuliers qui ont effectué des travaux, exposé des frais, parfois même établi une entreprise, à la merci d'une municipalité ou de l'autorité administrative : par contre, dans un arrêt récent (25 janvier 1907. — Compagnie de l'Eclairage par le gaz d'Abbeville-Leb., page 74 et la note), la haute assemblée a reconnu la légalité d'une décision préfectorale retirant une permission de voirie parce que le bénéficiaire refusait de payer une redevance plus élevée que celle qui lui avait été originellement imposée, alors que la permission avait été accordée sous réserve que le taux de la redevance serait revisé tous les cinq ans.

En l'espèce, la loi du 15 juin 1906, en faisant de la permission de la voirie un régime prévu et organisé des distributions d'énergie électrique, a permis et même imposé au pouvoir autorisant de tenir compte non seulement des intérêts de la voirie, mais aussi des conditions que cette loi édicte en vue de l'intérêt public qu'elle a eu pour objet et qui est celui de l'organisation et du développement régulier des distributions publiques d'énergie électrique.

Des considérations qui précèdent, il résulte que, si la première partie de la réserve du Conseil municipal ne peut être admise, en tant qu'elle stipule que « l'autorisation est révocable à la première réquisition de l'Administration », rien ne s'oppose en droit strict, à ce que la permission contienne une clause réservant la liberté d'action de la ville à un moment déterminé et prévoyant qu'elle sera retirée « si elle devient une gêne ou un obstacle au monopole de l'éclairage » que la ville sera en droit d'exercer à l'expiration du traité en cours, c'est-à-dire le (date). Toutefois, comme les termes mêmes de cette condition pourraient, dans l'avenir, donner lieu à interprétation et fournir matière à contestation, il semble préférable d'envisager une des deux solutions suivantes :

La première consisterait à proposer à la Compagnie pétitionnaire le régime de la concession en faisant coïncider, au besoin, la date d'expiration avec la fin de la concession du gaz.

La seconde consisterait à obtenir de cette même Compagnie qu'elle restreignît sa demande d'autorisation à une durée limitée jusqu'au (même date que ci-dessus) et à délivrer des permissions de voirie valables pour cette période.

A l'expiration de ce délai, les autorisations qui, d'ailleurs, resteraient révocables à tout moment si l'intérêt de la voirie l'exigeait, seraient périmées de plein droit et n'auraient pas à être révoquées. Les demandes de permissions de voirie devraient, bien entendu, spécifier les canalisations dont l'établissement serait demandé.

Questions techniques. — LIGNE DE TRANSPORT A HAUTE TENSION. — *Établissement des supports sur les trottoirs dans la traversée d'une agglomération.*

N'est pas fondée la prétention d'un Conseil municipal de subordonner l'établissement des supports d'une ligne de transport sur les trottoirs à l'obligation de les éclairer gratuitement, en invoquant le motif que « ces supports constituent un danger pour la population, alors que la largeur restant libre pour le passage des piétons sur les trottoirs est encore égale à 1,20 m et que la largeur de la route dans la traversée de l'agglomération atteint 7 m.

Une permission de voirie ne peut d'ailleurs, aux termes de l'article 5 de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, « imposer au permissionnaire aucune charge pécuniaire autre que les redevances, prévues au paragraphe 7 de l'article 18 de ladite loi ».

L'objection présentée ne porte pas si l'étude du projet et des dispositions des lieux démontre que l'installation projetée ne présente pas de danger véritable pour la circulation publique. Il y a lieu dès lors d'approuver le projet d'exécution présenté en stipulant expressément que les supports de la canalisation devront être placés le plus près possible des murs de clôture et des limites de voirie, de façon à réserver aux trottoirs une largeur aussi grande que possible.

Digitized by Google

L'attention de l'autorité municipale doit être en outre appelée sur ce fait que l'autorisation à accorder en vue de la construction de la ligne projetée ne préjuge en rien de la distribution de l'énergie dans les communes traversées, ladite distribution ne pouvant avoir lieu qu'après une autre demande du permissionnaire et une autre autorisation à obtenir, soit par permission de voirie, soit par concession.

En faisant part au maire de ces observations, il convient aussi d'appeler son attention sur ce fait que le régime de la concession est bien préférable pour les distributions publiques, parce que, comme l'indique la circulaire ministérielle du 3 août 1908, le public est, sous ce régime, garanti contre les exigences des entrepreneurs de la distribution et la collectivité desservie dans de meilleures conditions.

Questions techniques. — ACCIDENTS D'ÉLECTROLYSE CAUSÉS PAR DES TRAMWAYS ÉLECTRIQUES

Le Service du contrôle de l'exploitation de tramways électriques, quand il a constaté que des accidents électrolytiques sont bien dus à l'installation du tramway électrique et à la circulation du courant dans le rail, qui s'y fait ou s'y est fait dans des conditions défectueuses, ce service doit mettre la Compagnie en demeure de faire cesser ces accidents.

Cette Compagnie ne saurait invoquer à sa décharge que les prescriptions de l'arrêté technique concernant la conductibilité des joints et la perte de charge kilométrique sont bien observées et que, par suite, elle n'est pas en contravention en ce qui concerne la règle du volt kilométrique. Elle n'en reste pas moins responsable des dommages que peuvent causer ses installations, la règle indiquée par l'article 28 de l'arrêté technique du 21 mars 1911 n'étant donnée que sous réserve de mesures complémentaires, s'il est reconnu nécessaire, ainsi que l'indique le mot « notamment » du second alinéa.

La Compagnie des tramways doit donc être mise en demeure de modifier ses installations, de façon à faire cesser les accidents et d'informer dans un délai déterminé le Service du contrôle des mesures qu'elle aura prises à cet effet.

Questions techniques. — ÉTABLISSEMENT D'UNE LIGNE ÉLECTRIQUE A PROXIMITÉ D'UN DÉPOT D'EXPLOSIFS. — *Dérogation à l'article 38 de l'arrêté technique.*

Peut être autorisée à 17 m de distance du mur de clôture d'un dépôt d'explosifs, au lieu de 20 m, une ligne électrique même à haute tension pour laquelle les dispositions suivantes sont prises pour parer à toute éventualité d'accident ;

1° Les poteaux supportant la ligne sont à une distance de 10 m les uns des autres. En cas de rupture d'un fil près d'un isolateur, le conducteur détaché ne peut pas atteindre le mur de clôture qui se trouve à 17 m.

2° Des contrefiches sont adossées à chaque poteau perpendiculairement à la direction de la ligne.

3° Les conducteurs sont arrêtés à fond sur chaque isolateur.

4° Les isolateurs sont supportés par des poteaux en fer dont l'extrémité recourbée en forme de crochet dépasse le sommet de l'isolateur.

5° Il n'existe aucune épissure sur les fils dans la partie avoisinant le dépôt d'explosifs.

Enfin une double rangée de poteaux sépare la canalisation électrique de l'enceinte du dépôt et constitue une protection supplémentaire.

Permission de voirie. — DEMANDE PAR UN PARTICULIER DE CANALISATION ÉLECTRIQUE TRAVERSANT LA VOIE PUBLIQUE.

A. — REFUS D'AUTORISATION INJUSTIFIÉ. — Quand dans une commune a été accordée une concession de distribution d'énergie électrique avec privilège pour l'éclairage, ce privilège ne fait pas obstacle à ce qu'un particulier relie par une canalisation électrique traversant la voie publique deux immeubles lui appartenant, sous la seule réserve que l'énergie électrique empruntant cette canalisation sera, d'une part, fournie par une usine appartenant en propre à ce particulier et, d'autre part, consommée exclusivement par lui, sans vente ni cession à des tiers.

Cette énergie électrique peut ainsi être employée à tous usages et non point restreinte à la force motrice et à l'éclairage accessoire des locaux dans lesquels l'énergie est ainsi utilisée.

Il en est encore ainsi, même dans le cas où la distribution de l'énergie électrique serait faite directement par la commune, même avec privilège d'éclairage. Ce privilège, prévu au paragraphe 2 de l'article 8 de la loi de 1906, n'est en effet opposable qu'à l'exploitant d'une distribution *publique* d'énergie, destinée à assurer l'éclairage privé dans la commune, c'est-à-dire au cas d'une distribution comportant vente ou cession de l'énergie à des tiers. Ce n'est pas celui où un particulier demande à relier un ou plusieurs immeubles à son usine génératrice de courant, au moyen d'une canalisation traversant la voie publique, même si la distribution de l'énergie ne comporte que l'éclairage de ou des immeubles.

Il doit d'ailleurs être entendu que le particulier doit se munir d'une permission de voirie pour l'établissement de la canalisation traversant la voie publique, à accorder après l'instruction réglementaire et sous la réserve qui a été indiquée plus haut au premier alinéa.

Le principe exposé ci-dessus est général, malgré les nombreux cas d'espèce qui peuvent se présenter. Parmi ces cas, deux espèces seront citées.

Première espèce : commune où il existe une concession avec privilège pour l'éclairage. — Ne fait pas obstacle à ce qu'il soit accordé par une commune une autorisation de canalisation par permission de voirie à un particulier, pour relier deux immeubles lui appartenant en vue de l'éclairage, la clause ci-après d'une concession postérieure au 15 juin 1906, mais antérieure au 17 mai 1908, et approuvée par décret :

« Pendant la durée de la concession, la ville s'interdit de donner .... aucune autorisation de poser des canalisations électriques au-dessus ou au-dessous des voies

Digitized by Google

publiques pour l'emploi de l'énergie électrique destinée à l'éclairage public et privé. »

Il ne faut pas séparer cette rédaction un peu absolue du texte de la loi. Or, le seul privilège accordé par la loi du 15 juin 1906 (art. 8) consiste dans le droit exclusif d'utiliser les voies dépendant de la commune en vue de pourvoir à l'éclairage *privé* par une distribution *publique* d'énergie.

Il y a donc lieu de considérer comme frappée de nullité d'ordre public la clause ci-dessus, en ce qui concerne les avantages accordés qui excèdent le privilège institué par la loi.

Un particulier ne fait pas de distribution publique en transportant l'énergie de l'endroit où il la produit à l'endroit où il la consomme, sans aucune vente ni cession à des tiers.

Deuxième espèce : Commune exploitant en régie la distribution d'énergie électrique. — Peut être autorisée une canalisation reliant l'usine d'un particulier où il produit pour lui-même du courant électrique à deux autres immeubles dont il est aussi propriétaire, et destinée à fournir l'éclairage, soit à lui-même, soit à un parent qu'il éclaire et chauffe gratuitement, soit à son comptable qu'il doit par contrat loger, chauffer et éclairer gratuitement.

Cette autorisation peut être donnée même dans une commune qui exploite en régie la distribution de l'énergie électrique, et cela malgré son opposition. La commune ne peut, dans les conditions indiquées, s'inquiéter à juste titre d'une concurrence susceptible de lui soustraire une notable partie de ses clients et de la mettre ainsi dans l'impossibilité de couvrir ses dépenses générales. L'opposition de la commune n'est ainsi justifiée par aucune raison tirée, soit de la viabilité, soit de l'intérêt général, et le préfet peut passer outre à son refus en délivrant la permission de voirie sollicitée en vertu des pouvoirs que lui confère l'article 98 de la loi du 5 avril 1884.

Toutefois, pour ménager les intérêts éventuels de la commune pour le cas où elle renoncerait à exploiter en régie et prendrait un concessionnaire, il convient de stipuler dans l'arrêté d'autorisation qu'au cas où la commune accorderait une concession en vue de la distribution, avec privilège de l'éclairage public ou privé sur son territoire, le permissionnaire sera tenu, sous peine de retrait immédiat de l'autorisation accordée, de cesser toute fourniture d'énergie, même gratuite, aux tiers habitant ses immeubles.

B. — Refus d'autorisation justifiée. — Toutefois, il est des cas où le refus du maire peut être justifié : deux dans ce sens seront signalés.

Premier cas : Le courant non produit par le demandeur est transformé par lui pour le transport. — Quand un particulier reçoit le courant d'une compagnie de distribution de force motrice, il ne peut transporter ce courant d'un de ses immeubles à un autre, même si le courant ainsi transporté a une nature différente (courant continu par transformation du courant reçu (courant triphasé à haute tension). En effet, l'accord d'une pareille autorisation entraînerait cette conséquence que toutes les entreprises de distribution d'énergie électrique pourraient distribuer indirectement de l'éclairage, à la condition seulement que le courant fourni ne soit pas employé tel quel pour l'éclairage, mais soit transformé (condition qui serait d'ailleurs remplie dans les nombreux cas où la transformation est une nécessité). Une telle conséquence serait contraire aux intentions du législateur de 1906.

Dans ce cas, la demande d'alimentation de l'autre immeuble doit être faite directement par la compagnie de distribution de force motrice, et il s'agit, non d'une demande particulière de distribution, mais bien d'une distribution d'éclairage et de force motrice à effectuer par une entreprise collective de fourniture d'énergie.

La distribution dans le second immeuble serait-elle réduite à la force motrice seule que la conclusion resterait la même.

Deuxième cas : L'immeuble où est envoyé le courant est loué à un tiers. — Est justifié le refus par un maire d'autoriser l'établissement par permission de voirie d'une canalisation demandée par un particulier pour relier deux immeubles lui appartenant, même s'il produit lui-même l'énergie, quand, d'une part, l'un des immeubles est constitué par une maison que loue le particulier, et quand, d'autre part, la commune est en instance pour obtenir l'autorisation d'exploiter elle-même en régie avec privilège d'éclairage la distribution d'énergie électrique.

Redevances. — Canalisations établies par permissions de voirie.

Les redevances à imposer aux canalisations, établies par permission de voirie, sont fixées par le décret des 17 octobre 1907, 7 septembre 1912.

Leur réduction est interdite, et il en est de même, a fortiori, de l'exemption de la redevance, lorsqu'il s'agit d'une distribution établie par permission de voirie.

Dans le cas d'une distribution concédée, la réduction est au contraire possible.

Redevances. — Fixation des redevances communales a une somme globale et forfaitaire. — *Concessions.*

Il est licite de fixer à une somme forfaitaire et minime, un franc par exemple, les redevances à payer à la commune, pourvu que cette somme reste inférieure à celle que donnerait l'application des tarifs maxima, prévus par les articles premier, 2 et 3 du décret du 17 octobre 1917.

Ces tarifs sont des maxima destinés à garantir les concessionnaires contre une tarification exagérée et vexatoire qui pourrait compromettre le développement des distributions dans les communes.

A. Monmerqué,
Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR :
J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF :
Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. — TOME IV. — N° 21. — 23 NOVEMBRE 1918.

AVIS. — *La nécessité de restreindre la consommation du papier nous met dans l'obligation de limiter au strict nécessaire le tirage de nos exemplaires. Nous prions donc instamment ceux de nos abonnés dont l'abonnement expire au 31 décembre (et pour l'instant nous nous adressons particulièrement à nos abonnés de l'Etranger) de nous envoyer le montant de leur renouvellement avant cette date, s'ils veulent éviter une interruption dans l'envoi des numéros et le risque de ne pouvoir se procurer ensuite les numéros non envoyés. Il est rappelé que les lecteurs qui reçoivent leurs numéros par l'intermédiaire des Syndicats de l'Electricité doivent s'adresser directement au Syndicat dont ils font partie et non à nos bureaux.*

Chronique. — La production électrique française. — Réunion de la Commission permanente de standardisation. — Société française des Electriciens, p. 769-770.

Section scientifique et technique. — Note sur l'emploi des moteurs synchrones pour améliorer le facteur de puissance, par Paul RIEUNIER, p. 771. — Sur les grandes vitesses de l'eau dans les conduites, par C. CAMICHEL, p. 788. — Capacité d'une antenne horizontale, par J.-B. POMEY, p. 790. — Revues, analyses et informations : Une marée électrique dans le sol, dérivée de la marée océanique, p. 792.

Section industrielle. — Etude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice (*suite*), par F. MAYNARD, p. 793. — Les alternateurs à haute fréquence, par O. BILLIEUX, p. 803. — Contribution à la détermination du régime hydraulique du Cher, par C. MORIN, p. 805. — Revues, analyses et informations : Dureté comparée du fer doux et du cuivre, p. 806.

Section économique et financière. — Revues, analyses et informations : L'avenir de l'industrie française, p. 807. — Assemblées générales : Compagnie des Forges et Acieries électriques Paul Girod, p. 808.

La production électrique française. — Dans une note intitulée « le développement de l'industrie électrique et la guerre », publiée dans notre numéro du 19 octobre, t. IV, p. 561, il est écrit : « et comme on espère que notre production annuelle, qui était de 221 millions de francs avant la guerre, pourra atteindre 300 millions... »

Quelques lecteurs nous ayant fait observer que ces nombres leur paraissaient trop faibles nous avons recherché quelle pouvait en être l'origine. Nous avons trouvé celle-ci dans la conférence faite par M. A. Hillairet à la séance du 6 mars 1915 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale et reproduite dans « La Revue électrique » portant la date du 19 février 1915, t. XXIII, p. 179-183. On y lit, p. 179 :

Le Syndicat professionnel des Industries électriques a cherché à établir approximativement la valeur du matériel électrique produit annuellement par l'industrie française. M. Marcel Meyer, président de ce Syndicat, a bien voulu nous communiquer le tableau suivant qui résume ce travail, mais en appelant notre attention sur le *caractère approximatif des évaluations qu'on y trouve* et qui n'étaient pas destinées à être publiées.

Production totale annuelle en France.

Dynamos, transformateurs, appareils de levage actionnés électriquement.....	66 600 000 fr
Appareils et lampes électriques.....	67 000 000
Câbles, fils et matériel de canalisations électriques.....	40 000 000
Appareils téléphoniques, télégraphiques et de précision.....	26 000 000
Accumulateurs, piles, isolateurs et matériel divers pour l'électricité.....	21 400 000
	221 000 000

Le total de 221 millions de francs paraît à première vue trop faible. Si l'on examine un à un les différents titres, cette opinion se confirme.

Prenons le titre des dynamos, transformateurs et appareils de levage actionnés électriquement. Ce matériel est construit en France par un grand nombre d'établissements dont vingt très importants. Or il est fort probable, sinon certain, que ces vingt grands établissements fournissent à eux seuls une production supérieure à 66 600 000 fr, atteignant et même dépassant 100 millions de francs.

Au total, la valeur de la production annuelle de matériel électrique en France ne doit pas être inférieure à 280 millions, et il est fort possible qu'elle dépasse en réalité 300 millions.

Digitized by Google

Les journaux anglais dans lesquels avaient été puisés les éléments de notre note du 19 octobre n'ont pas tenu compte de ces corrections aux nombres indiqués dans le tableau ; ils ont pris simplement le nombre global de 221 millions que donne celui-ci et nous avons eu tort de les suivre dans cette voie.

Les corrections signalées par M. Hillairet se sont, en effet, trouvées justifiées par les évaluations ultérieures du Syndicat des Industries électriques dont le président, M. Marcel Meyer, nous écrit : « Les dernières évaluations faites par notre Syndicat correspondaient à 300 millions environ pour la production annuelle d'avant-guerre ; le prix des matières premières et de la main-d'œuvre ayant augmenté dans des proportions considérables, il est évident que la valeur de notre production annuelle d'après-guerre dépassera de beaucoup le nombre de 300 millions indiqué. »

Les estimations précédentes ayant été faites d'après les prix d'avant-guerre il est bien probable que, avec les cours actuels, les nombres donnés devraient être triplés. Si donc les évaluations faites par les Américains de 500 millions pour les appareils et machines électriques nécessaires à la reconstitution de nos usines du Nord et de 250 millions pour la reconstitution des usines belges sont faites d'après les prix actuels, comme il est probable, il est à prévoir que les ressources de l'industrie française sont suffisantes pour assurer la fabrication de ce matériel.

Réunion de la Commission permanente de Standardisation. — La Commission permanente de Standardisation, créée par décret du 10 juin et dont nous avons annoncé la constitution dans notre numéro du 20 juillet, t. IV, p. 65, a tenu sa première réunion sous la présidence de M. Clémentel, ministre du Commerce, assisté de M. Henry Le Chatelier, membre de l'Institut, et de M. Guillet, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers et à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, vice-présidents.

Le ministre a souligné l'importance actuelle de la standardisation et la nécessité d'abaisser les prix de revient en établissant dans chaque fabrication un nombre restreint de types courants.

Des sous-commissions ont été constituées ; elles comprennent les représentants des divers groupements intéressés et sont réparties comme suit : unités de mesures et tolérances ; métallurgie et construction métallique ; matériel de chemins de fer et tramways ; élements de machines ; industrie textile ; matériel pour l'industrie chimique ; moteurs électriques et hydrauliques ; constructions navales ; automobiles et aviation.

La Commission technique pour l'Unification des Cahiers des Charges des Matériaux de construction autres que les Produits métallurgiques, créée par le décret du 23 [illegible] 1918, s'occupera, en ce qui la concerne, des questions de standardisation.

Ajoutons que, dans sa séance du 28 octobre, l'Académie des Sciences a désigné M. Violle pour faire partie de la Sous-Commission des Unités de mesures et Tolérances. Signalons aussi que le Président du Comité électrotechnique français a été avisé que ce Comité constituerait une Sous-Commission de la Commission permanente de Standardisation.

Société française des Électriciens : Séance du 7 novembre 1918. — En cette séance, M. Dusaugey fit une très intéressante conférence « Sur l'emploi de l'aluminium dans l'industrie ».

La substitution de l'aluminium au cuivre dans l'industrie électrique est d'une importance capitale pour cette industrie, elle la libérera de la dépendance de l'étranger à laquelle elle est assujettie pour la fourniture du cuivre. Cependant, il ne faut pas croire que l'aluminium remplacera complètement le cuivre, il est certains cas où on aura intérêt à conserver ce métal.

La consommation du cuivre en France était, avant la guerre, de 103 000 t dont 90 000 t importées, 30 pour 100 de ce cuivre était utilisé par l'industrie électrique.

L'industrie de l'aluminium est complètement française ; le premier, Henri Sainte-Claire Deville prépara chimiquement l'aluminium et un autre Français, Héroult, le fabriqua le premier électriquement.

En 1913, la production totale de l'aluminium était de 68 000 t dont 18 000 t pour la France ; la consommation française n'atteignait que 6 000 t.

M. Dusaugey passa en revue les principales propriétés électriques, chimiques et mécaniques de l'aluminium et montra que les accidents qui se sont produits il y a une vingtaine d'années, lors des premières tentatives d'emploi de l'aluminium dans l'industrie électrique, étaient dus au manque de pureté du métal.

Le conférencier fit ensuite un exposé des applications électriques de l'aluminium dont la principale est sa substitution au cuivre dans les lignes de transport d'énergie aériennes et souterraines. Dans le cas des canalisations aériennes, l'aluminium est toujours plus avantageux que le cuivre, les meilleurs résultats sont obtenus par l'emploi de conducteurs d'aluminium à âme d'acier galvanisé ; quelques précautions sont à prendre pour le montage des lignes et la confection des joints. Pour les lignes souterraines en câble armé, la question est à étudier de plus près, l'économie réalisée sur le métal du conducteur étant en partie compensée par l'augmentation de la masse de matière isolante et de l'armure qui en résulte ; cependant, à égalité d'échauffement, le câble d'aluminium est plus avantageux.

M. Dusaugey montra également que l'aluminium pouvait être substitué avantageusement au cuivre pour toutes les installations de tableaux. Dans les machines électriques enfin, l'aluminium peut remplacer le cuivre dans les inducteurs ; dans les très petites machines, on peut même employer des fils d'aluminium oxydés superficiellement, la couche d'alumine servant d'isolant et pouvant remplacer l'isolement du conducteur. Dans les induits, on n'a pas encore remplacé le cuivre par l'aluminium.

Pour les collecteurs et les bagues, le dur-alumin peut remplacer très avantageusement le cuivre, ainsi que dans certaines pièces d'appareillage.

Les conséquences économiques de la substitution de l'aluminium au cuivre ne peuvent être prévues, mais nous avons un intérêt considérable à remplacer le cuivre par l'aluminium dans nos installations électriques partout où cela sera possible, nous libérerons ainsi notre industrie électrique de la dépendance étrangère et nous pourrons construire des appareils électriques à fonctionnement aussi parfait et plus économiques que s'ils avaient été établis avec du cuivre.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Note sur l'emploi des moteurs synchrones pour améliorer le facteur de puissance

Les conditions actuelles d'exploitation des réseaux électriques ont appelé à nouveau l'attention sur l'emploi des moteurs synchones surexcités fonctionnant à vide pour améliorer le facteur de puissance. Sans rechercher ni discuter en aucune façon les raisons de l'abaissement du facteur de puissance des réseaux dans les circonstances présentes, l'auteur analyse le mécanisme de l'amélioration du facteur de puissance par l'emploi d'un moteur synchrone, et en indique, en terminant, quelques réalisations au moyen du matériel ordinaire des usines électriques.

I. — **Amélioration du facteur de puissance dans l'alternateur.** — Le résultat de l'emploi d'un moteur synchrone est que, le réseau restant le même, c'est-à-dire absorbant une même intensité R sous le même facteur de puissance $\cos\varphi_1$, on peut améliorer le $\cos\varphi$ interne de l'alternateur et, par suite, faire débiter à cet alternateur une puissance plus considérable sous $\cos\varphi_2 > \cos\varphi_1$, l'augmentation de puissance dont l'alternateur devient capable étant supérieure dans le rapport $\frac{\cos\varphi_2}{\cos\varphi_1}$.

Les considérations élémentaires suivantes permettent de se rendre compte des conditions nouvelles de fonctionnement déterminées par l'introduction du moteur synchrone.

Soient, sur la figure 1 :

MN $= R$, le courant absorbé par le réseau avec un facteur de puissance $\cos\varphi_1$, φ_1 étant un angle positif, c'est-à-dire un déphasage en arrière; R et φ_1 définissent le réseau;

NP $= S$, le courant fourni en quadrature et en avance par le moteur synchrone;

MO, la composante *active* ou *wattée* qui est prise pour origine des phases;

MP $= A$, le courant fourni par le ou les alternateurs après l'introduction du moteur synchrone; ou bien, si le moteur synchrone est installé en un point du réseau, A est le courant qui doit parcourir la ligne entre l'usine et le point d'installation de ce moteur et sous le facteur de puissance $\cos\varphi_2$;

φ_1 et φ_2, les angles de déphasage respectifs avant et après la mise en service de ce moteur.

L'examen de la figure 1 nous permet de faire immédiatement les quatre remarques suivantes, dont cette étude n'est que le développement et la discussion :

1° Pour $S = R \sin\varphi_1$, c'est-à-dire si le moteur synchrone fournit une composante en quadrature NO égale et de signe contraire à celle déphasée en arrière et exigée par le réseau, l'alternateur n'a plus à fournir que la composante active ou wattée MO $= R\cos\varphi_1$, cette valeur $R\cos\varphi_1$ étant le minimum de A, puisque, pour cette seule position, A est compté sur la perpendiculaire à ON et que pour toutes les autres positions, que φ_2 soit positif (en arrière) ou négatif (en avant) l'intensité A est comptée sur une oblique.

2° φ_2 restant positif (en arrière) et compris entre φ_1 (valeur maximum) et o (valeur minimum): A a pour maximum R et pour minimum $R\cos\varphi_1$.

3° Quand S devient supérieur à $R\sin\varphi_1$, le point P dépasse O et vient en P′ et le courant est déphasé en

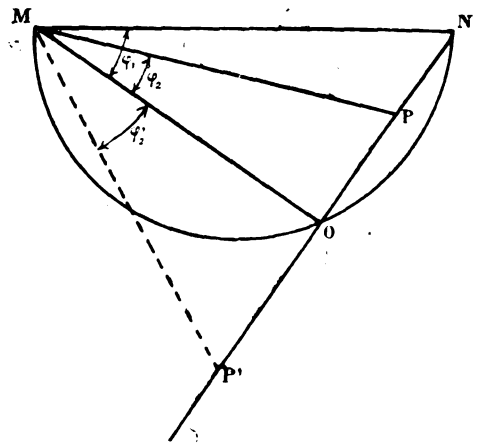


Fig. 1.

avant : O M P′ $= \varphi'_2$ et $\varphi'_2 < o$. S croissant indéfiniment (fig. 2), c'est-à-dire P′ s'éloignant à l'infini dans la direction TU, A croît indéfiniment et vient occuper la position [illegible] pour laquelle $\varphi_2 = -\frac{\pi}{2}$.

[illegible] croissement indéfini de S est purement théorique : du moment que l'on admet avoir un réseau avec $\varphi_1 > o$, l'instabilité de la tension suffirait, à défaut des nombreuses autres causes, pour empêcher de réaliser un tel fonctionnement.

4° Cas particulier où $\varphi_1 + \varphi_2 = \frac{\pi}{2}$ (fig. 2).

Digitized by Google

Si $S = \frac{R}{\sin \varphi_1} = NT$, on a en même temps, en valeur absolue

$$\varphi_2 = \frac{\pi}{2} - \varphi_1,$$

avec $\varphi_2 < o$ (déphasage en avant), soit φ''_2
et $A = MT = R \operatorname{cotg} \varphi_1$.

Hypothèse. — Dans tout ce qui va suivre, nous admettrons que, quels que soient φ_1 et φ_2, le régime est stable et que le réseau peut fonctionner, c'est-à-dire que

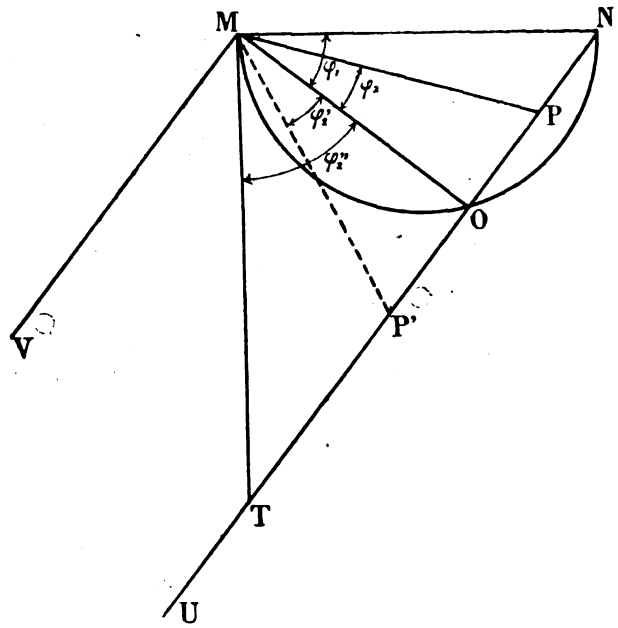


Fig. 2.

la tension peut se maintenir constante sur les barres de l'usine ou au point d'utilisation du moteur synchrone.

II. — **Etablissement des équations fondamentales.** — La figure 1 donne immédiatement les deux équations suivantes

$$R = A \frac{\cos \varphi_2}{\cos \varphi_1}; \qquad (1)$$

$$R \sin \varphi_1 - S = A \sin \varphi_2. \qquad (2)$$

Ce sont là les deux équations fondamentales qui permettent d'étudier complètement la question.

Si entre ces deux équations on élimine R, on a

$$A \cos \varphi_2 \operatorname{tg} \varphi_1 - S = A \sin \varphi_2,$$

d'où

$$\frac{S}{A} = \cos \varphi_2 \operatorname{tg} \varphi_1 - \sin \varphi_2. \qquad (3)$$

Si, au contraire on élimine A, on a

$$\frac{S}{R} = \sin \varphi_1 - \cos \varphi_1 \operatorname{tg} \varphi_2. \qquad (4)$$

On voit que (4) se déduit de (3) en changeant A en R, φ_1 en $(-\varphi_2)$ et φ_2 en $(-\varphi_1)$.

Il suffit donc d'étudier l'une des deux équations pour avoir en même temps les conclusions à appliquer à l'autre. Nous choisirons l'étude de (4) parce que les grandeurs qui y figurent sont plus commodes à suivre : en effet, S est connu et ne dépend que du matériel dont on dispose ; R et φ_1 sont des données du réseau et sont mesurées avant l'introduction du moteur synchrone, φ_2 est l'inconnue du problème.

A au contraire est moins facile à se représenter, étant le courant de l'alternateur *après* l'introduction du moteur synchrone.

III. — **Représentation graphique de l'équation (4).** — Si, dans l'équation (4)

$$\frac{S}{R} = \sin \varphi_1 - \cos \varphi_1 \operatorname{tg} \varphi_2,$$

on pose

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = x,$$
$$\frac{S}{R} = y,$$
$$\cos \varphi_1 = z,$$

l'équation

$$y = \pm \sqrt{1 - z^2} - xz,$$

représente deux surfaces, l'une correspondant à $\sin \varphi_1 = + \sqrt{1 - z^2}$, déphasages positifs ou en arrière, l'autre correspondant à $\sin \varphi_1 = - \sqrt{1 - z^2}$ déphasages négatifs ou en avant.

Tout point de l'une des deux surfaces résout l'équation (4) et si on construisait ces deux surfaces, en les représentant au besoin par leurs trois projections, on pourrait avoir une représentation complète du phénomène.

L'étude se ferait en coupant la surface par une série de plans successifs parallèles aux plans de coordonnées.

C'est ainsi que l'on obtient les courbes suivantes :

1° Pour $x = C^{te}$, c'est-à-dire en coupant par des plans parallèles aux yz, une suite d'ellipses : ces ellipses sont de plus en plus aplaties à mesure que x augmente et sont toutes comprises entre les deux droites $z = \pm 1$. Pour $x = o$, l'ellipse est un cercle.

2° Pour $y = C^{te}$, c'est-à-dire pour des plans parallèles aux zx, des courbes du 4e degré.

3° Pour $z = C^{te}$, c'est-à-dire en coupant par des plans parallèles aux xy, des droites.

L'étude complète de cette surface nécessiterait des

Digitized by Google

développements mathématiques assez longs et qui auraient pour inconvénient d'alourdir beaucoup ces quelques notes sans nous donner des tracés graphiques suffisamment précis, puisque sur trois séries de courbes deux ne se construiraient pas à la règle et au compas. En même temps, ces tracés n'offriraient pas un intérêt pratique immédiat, ne donnant pas cos φ_2 dont nous avons besoin, mais seulement tg φ_2.

L'étude de cette surface pourra faire l'objet d'un travail ultérieur plus détaillé.

Je me suis borné ici à l'étude des intersections successives de la surface par les plans $z = C^{te}$.

Si, dans l'équation (4)

$$\frac{S}{R} = \sin\varphi_1 - \cos\varphi_1 \operatorname{tg}\varphi_2,$$

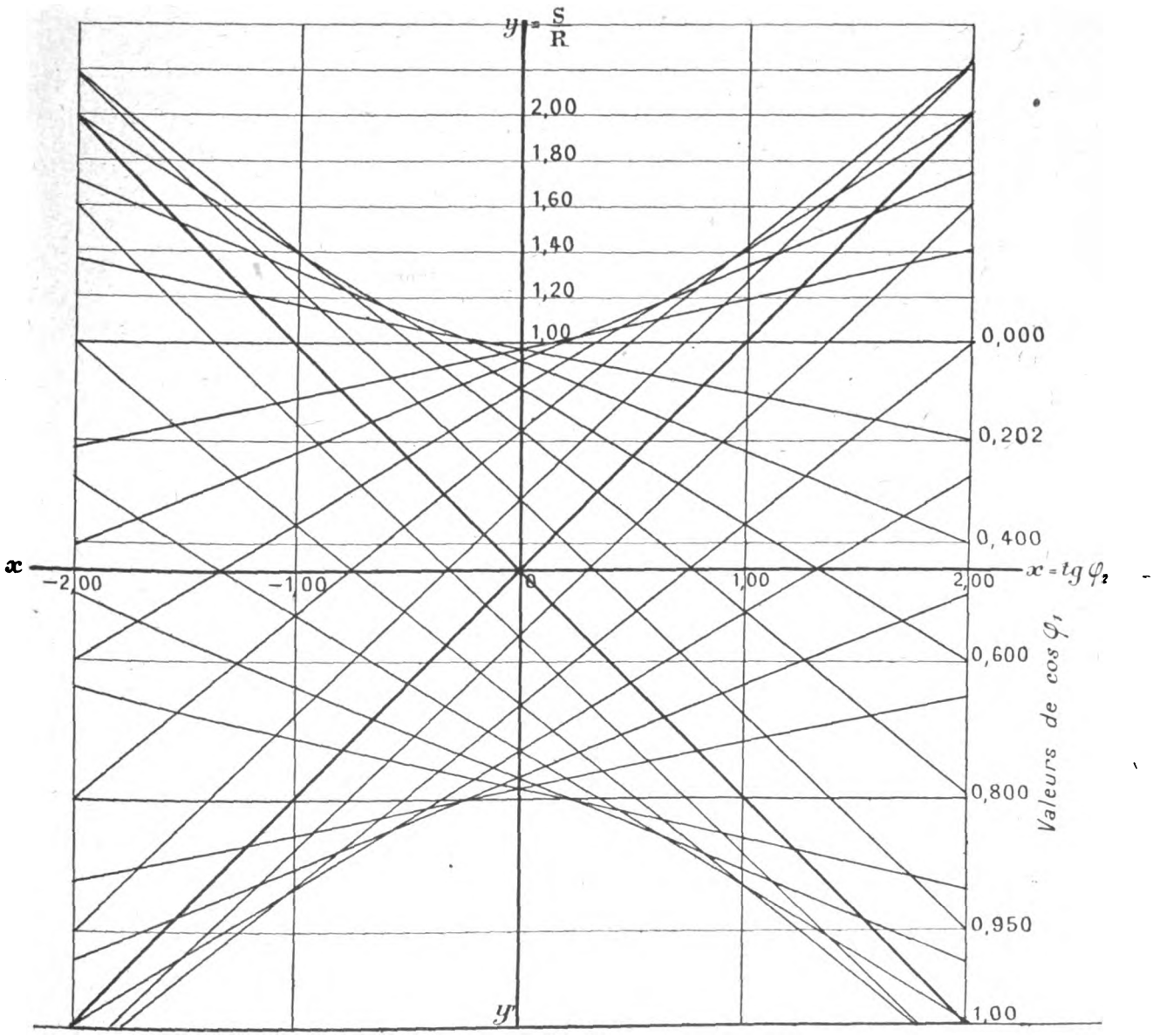


Fig. 3.

on pose

$\operatorname{tg}\varphi_2 = x$,

$\frac{S}{R} = y$,

$\varphi_1 = C^{te} = K$, d'où $\sin\varphi_1 = K'$ et $\cos\varphi_1 = K''$,

on a $y = K' - K''x$.

C'est-à-dire que :

Pour une valeur déterminée de φ_1, (4) *est représentée par une droite ayant pour ordonnée à l'origine* sin φ_1 *et pour abscisse à l'origine* tg φ_1.

Nous pouvons donc construire une suite de droites (fig. 3) correspondant chacune à une valeur de cos φ_1 et sur laquelle on peut lire en abscisses les valeurs de tg φ_2

Digitized by Google

pour une valeur de $\frac{S}{R}$ lue en ordonnée. Ces droites correspondant à $\cos\varphi_1 = C^{te}$ sont des lignes de niveau tracées sur la surface précédemment définie en la coupant par des plans parallèles aux xy. On pourrait appeler ces droites, droites « isocosinus ».

Pour un $\cos\varphi_1$ et un $\frac{S}{R}$ connus, on peut donc lire, le long de l'axe des x, $\operatorname{tg}\varphi_2$ et par suite $\cos\varphi_2$, si on a pris soin de porter, à côté de la graduation en longueurs égales qui représente $\operatorname{tg}\varphi_2$, la graduation correspondante en $\cos\varphi_2$.

La construction de ces droites appelle un certain nombre de remarques :

1° Pour $\cos\varphi_1 = 1$ et $\varphi_1 = 0$ l'équation (4) devient $y = -x$.

C'est l'équation de la bissectrice du second angle des axes de coordonnées yox'.

On pouvait en effet prévoir que la droite « isocosinus » $\cos\varphi_1 = 1$ passerait par l'origine : pour $\varphi_1 = 0$ on ne peut avoir $\varphi_2 = 0$, c'est-à-dire $\operatorname{tg}\varphi_2 = x = 0$ qu'en n'introduisant aucun moteur synchrone, c'est-à-dire en ne modifiant pas les conditions de fonctionnement du réseau, ce qui revient à faire $S = 0$; d'où $\frac{S}{R} = y = 0$.

2° Pour traiter la question à fond, il faut construire deux séries de droites, les unes correspondant au cas habituel de la pratique $\varphi_1 > 0$, déphasage initial en arrière; c'est la famille de droites situées à droite de la bissectrice $y = -x$. Elle coupe l'axe des y entre l'origine et le point $x = 0$, $y = 1$ puisque l'ordonnée à l'origine est égale à $\sin\varphi_1$.

L'autre série de droites correspond au cas, actuellement théorique, pour une usine, mais réalisable pour certains nœuds du réseau, où $\varphi_1 < 0$ (déphasage initial en avant). Elle comprend les droites situées à gauche de la bissectrice $y = -x$. Les droites qui la composent coupent l'axe des y entre l'origine et le point $x = 0$, $y = -1$, l'ordonnée à l'origine étant égale à $-\sin\varphi_1$.

IV. — **Étude des droites définies au paragraphe III** (fig. 3). — A. — Première famille située a droite de $y = -x$. — Pour toute valeur de $\frac{S}{R}$ supérieure à $\sin\varphi_1$ (ordonnée à l'origine correspondante) on a $\operatorname{tg}\varphi_2 < 0$, c'est-à-dire que le déphasage résultant de l'emploi du moteur synchrone est en avant.

Pour $\frac{S}{R} = \sin\varphi_1$ on a $\operatorname{tg}\varphi_2 = 0$ et $\varphi_2 = 0$, $\cos\varphi_2 = 1$.

Pour toute valeur de $\frac{S}{R}$ comprise entre $\sin\varphi_1$ et 1, le déphasage résultant est en arrière ($\operatorname{tg}\varphi_2 > 0$) et [illegible] de 0 à φ_1.

Pour $\frac{S}{R} = 0$, c'est-à-dire $S = 0$, on a naturellement $\varphi_2 = \varphi_1$ et l'abscisse à l'origine donne $x = \operatorname{tg}\varphi_2 = \operatorname{tg}\varphi_1$.

S devenant négatif et continuant à décroître, c'est-à-dire le moteur synchrone étant sous-excité ou finalement remplacé par un circuit inductif, φ_2 devient supérieur à φ_1, $\cos\varphi_2$ devient inférieur à $\cos\varphi_1$ et $\operatorname{tg}\varphi_2 = x$ croît jusqu'à l'infini en restant positive.

B. — Seconde famille située a gauche de $y = -x$. — Cette famille est obtenue en considérant les valeurs négatives de φ_1 c'est-à-dire celles qui correspondent à un déphasage initial en avant.

Ces valeurs sont les mêmes que les précédentes en valeur absolue; on a simplement

$$\cos\varphi'_1 = \cos\varphi_1,$$
$$\sin\varphi'_1 = -\sin\varphi_1.$$

Ces droites sont symétriques des premières par rapport à la bissectrice $y = -x$ et tout ce que nous avons dit va s'appliquer encore, *mutatis mutandis*.

Ces ordonnées à l'origine et les abscisses à l'origine sont égales aux précédentes et changées de signe.

Toutes les ordonnées à l'origine sont comprises entre l'origine $x = 0$, $y = 0$ et le point $x = 0$, $y = -1$.

Ici encore, il faut considérer les droites comme divisant le plan en trois régions :

1° Région au-dessus de ox', φ_1 et φ_2 sont négatifs (déphasage en avant) et $y = \frac{S}{R}$ est positif;

2° Intersection avec ox' pour $y = 0$ (pas de moteur synchrone), on a nécessairement $\varphi_2 = \varphi_1$;

3° Pour y compris entre 0 et $-\sin\varphi_1$ ($-\sin\varphi_1$ étant l'ordonnée à l'origine) donc étant négatif, on a $\varphi_2 < \varphi_1$ en valeur absolue; en langage ordinaire, cela signifie que le déphasage initial étant en avant, l'introduction d'un $S < 0$ (moteur synchrone sous-excité ou circuit inductif) a pour résultat de diminuer ce déphasage en avant et de le rapprocher de 0, valeur qu'il atteint pour $y = -\sin\varphi_1$.

Cette valeur dépassée et y continuant à diminuer, c'est-à-dire la valeur absolue de S augmentant, le déphasage se fait en arrière ($\operatorname{tg}\varphi_2 > 0$) et atteint $\frac{\pi}{2}$ pour une valeur infinie de $(-S)$.

Remarque. — La partie des droites correspondant aux cas les plus fréquents de la pratique de la distribution est limitée à la première famille de droites et comprise dans l'angle xoy, entre les axes ox et oy.

L'ordonnée à l'origine étant $y = \frac{S}{R} = \sin\varphi_1$, on doit toujours avoir $S \leqq R$ pour $\operatorname{tg}\varphi_2 = 0$. En effet, R est par définition le courant du réseau; si on est amené à fournir $S = R$ pour obtenir $\varphi_2 = 0$, c'est que ce courant R est tout entier en quadrature en arrière.

Si on fournit $S < R$, on a $\operatorname{tg}\varphi_2 > 0$ déphasage en arrière et si $S > R$, $\operatorname{tg}\varphi_2 < 0$ déphasage en avant. Le cas où $S > R$ ne semble pas devoir se réaliser pratiquement à l'usine, mais il se rencontre en certains nœuds du réseau, comme nous le montrerons plus loin (§ IX, A.).

V. — **Représentation graphique de l'équation (3).** — Ainsi que nous l'avons vu en établissant les équa-

Digitized by Google

tions fondamentales, on aura la représentation graphique de

$$\frac{S}{R} = \cos\varphi_2 \operatorname{tg}\varphi_1 - \sin\varphi_2, \qquad (3)$$

ou

$$y = \cos\varphi_2 . x - \sin\varphi_2,$$

en changeant au paragraphe précédent R en A, φ_1 en $(-\varphi_2)$ et φ_2 en $(-\varphi_1)$.

On aura une famille de droites symétriques de la famille précédente par rapport à ox, et divisée en deux moitiés symétriques l'une et l'autre par rapport à la bissectrice $y = x$.

Chacune de ces droites représente $\cos\varphi_2 = c^{te}$.

La droite « isocosinus » $\cos\varphi_1 = a$ avec $\varphi_1 > o$ coupe la droite correspondante $\cos\varphi_2 = a$ avec $\varphi_2 > o$ sur l'axe des x partie ox et les droites $\cos\varphi_1 = a'$ avec $\varphi_1 < o$ et $\cos\varphi_2 = a'$ avec $\varphi_2 < o$ se coupent sur l'axe des x et dans la partie ox' à droite de oy.

La droite « isocosinus » $\cos\varphi_1 = b$ avec $\varphi_1 > o$ et la droite « isocosinus » $\cos\varphi_2 = b$ avec $\varphi_2 < o$ se coupent sur oy.

De même la droite $\cos\varphi_1 = b'$ avec $\varphi_1 < o$ et la droite $\cos\varphi_2 = b'$ avec $\varphi_2 > o$ se coupent sur oy'.

Remarque. — Nous avons analysé le problème pas à pas au point de vue électrique. Au point de vue analytique, on aurait pu aller beaucoup plus vite, en remarquant que les droites $y = \pm\sqrt{1-a^2} - ax$ ont pour enveloppe l'hyperbole équilatère $y^2 - x^2 - 1 = o$ et en construisant la famille de ces tangentes. La figure 3 donne la famille des droites sans représenter l'hyperbole, qui a oy pour axe réel et les deux bissectrices des axes comme asymptotes.

VI. — **Transformation de la courbe définie par l'équation (4)** (fig. 4). — Nous venons de faire la construction graphique de la courbe

$$\frac{S}{R} = \sin\varphi_1 - \cos\varphi_1 \operatorname{tg}\varphi_2, \qquad (4)$$

que l'on peut représenter par

$$f\left(\frac{S}{R}, \varphi_1, \varphi_2\right) = o.$$

Il est bien certain que la construction d'une droite est toujours à recommander comme procédé graphique. Nous remarquons qu'au paragraphe précédent la plupart des droites coupent les axes sous une obliquité assez grande pour nuire à la précision de la lecture. Si toutefois, on veut passer de $x = \operatorname{tg}\varphi_2$ à $\cos\varphi_2$, il faut tracer le long de ox une deuxième graduation qui permet bien les lectures, mais ne montre pas d'un seul coup d'œil la loi de variation de $\cos\varphi_2$ en fonction des deux autres variables.

On peut donc se proposer de construire la courbe

$$f_1\left(\frac{S}{R}, \cos\varphi_1, \cos\varphi_2\right) = o.$$

Si on cherche à remplacer dans l'équation (4) $\sin\varphi_1$ et $\operatorname{tg}\varphi_2$ respectivement par leurs expressions en fonction de $\cos\varphi_1$ et $\cos\varphi_2$, on arrive à une complication de calculs très grande, en raison de la présence des radicaux.

Par contre, l'opération est toute simple si, renonçant au calcul algébrique, on se borne au calcul numérique.

Il suffit d'opérer comme suit :

1° On se fixe une valeur de $\frac{S}{R}$ qui détermine une ligne de niveau le long de laquelle on lira $\frac{S}{R} = \text{constante}$;

2° $\frac{S}{R}$ restant constant, on fait varier $\cos\varphi_1$ et on lit sur une table la valeur correspondante de $\sin\varphi_1$;

3° On calcule $\operatorname{tg}\varphi_2$ au moyen de l'équation (4) et une table permet d'en déduire immédiatement $\cos\varphi_2$.

On peut donc pour un $\frac{S}{R}$ donné construire une courbe dans laquelle on a pris

$$x = \cos\varphi_1,$$
$$y = \cos\varphi_2.$$

Dans tous les calculs ainsi faits, on doit, bien entendu, tenir compte des signes de $\sin\varphi_1$ et $\operatorname{tg}\varphi_2$. Bien que ces signes n'apparaissent pas dans l'expression du cosinus, leur interprétation permet de voir immédiatement quelles sont les propriétés des courbes figurées sur la figure 4.

Ces propriétés sont étudiées au paragraphe suivant.

VII. — **Etude de la courbe définie au paragraphe VI.** — A. — MESURE DE L'AMÉLIORATION DU FACTEUR DE PUISSANCE (fig. 4). — Si on trace la courbe correspondant à $\frac{S}{R} = o$, c'est-à-dire $\cos\varphi_2 = \cos\varphi_1$ ou $y = x$, c'est la bissectrice de l'angle des deux axes $y\,o\,x$. Pour une autre valeur quelconque de $\frac{S}{R}$, l'amélioration du facteur de puissance est mesurée par la différence

$$(\cos\varphi_2 - \cos\varphi_1);$$

c'est-à-dire que :

Pour une abscisse donnée $x = \cos\varphi_1$, l'amélioration du facteur de puissance correspondant à l'emploi d'un rapport $\frac{S}{R}$ déterminé est mesurée par la différence entre l'ordonnée de la courbe et l'ordonnée de la bissectrice des axes.

On en conclut que l'amélioration maxima, c'est-à-dire le maximum de la différence $(\cos\varphi_2 - \cos\varphi_1)$ sera obtenu en comptant cette différence le long de l'ordonnée de la courbe correspondant au point de contact avec la tangente menée à 45°, c'est-à-dire parallèlement à la bissectrice des axes.

Digitized by Google

Si $S = \frac{R}{\sin \varphi_1} = NT$, on a en même temps, en valeur absolue

$$\varphi_2 = \frac{\pi}{2} - \varphi_1,$$

avec $\varphi_2 < o$ (déphasage en avant), soit φ''_2
et $A = MT = R \operatorname{cotg} \varphi_1$.

Hypothèse. — Dans tout ce qui va suivre, nous admettrons que, quels que soient φ_1 et φ_2, le régime est stable et que le réseau peut fonctionner, c'est-à-dire que

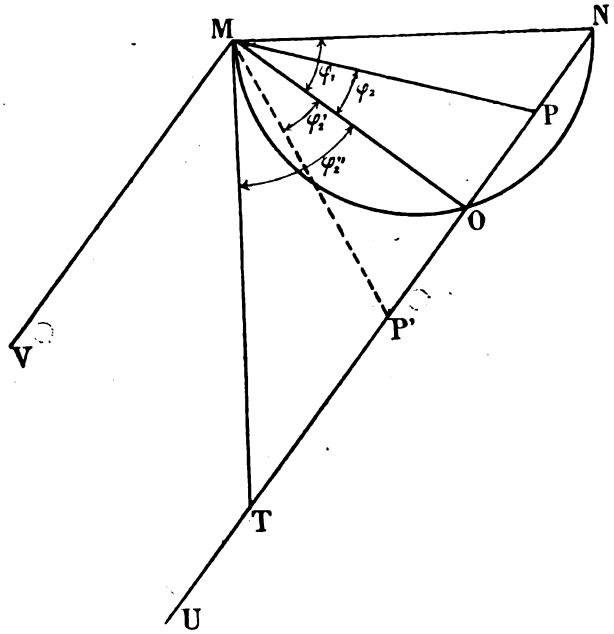


Fig. 2.

la tension peut se maintenir constante sur les barres de l'usine ou au point d'utilisation du moteur synchrone.

II. — **Etablissement des équations fondamentales.** — La figure 1 donne immédiatement les deux équations suivantes

$$R = A \frac{\cos \varphi_2}{\cos \varphi_1}; \qquad (1)$$

$$R \sin \varphi_1 - S = A \sin \varphi_2. \qquad (2)$$

Ce sont là les deux équations fondamentales qui permettent d'étudier complètement la question.

Si entre ces deux équations on élimine R, on a

$$A \cos \varphi_2 \operatorname{tg} \varphi_1 - S = A \sin \varphi_2,$$

d'où

$$\frac{S}{A} = \cos \varphi_2 \operatorname{tg} \varphi_1 - \sin \varphi_2. \qquad (3)$$

Si, au contraire on élimine A, on a

$$\frac{S}{R} = \sin \varphi_1 - \cos \varphi_1 \operatorname{tg} \varphi_2. \qquad (4)$$

On voit que (4) se déduit de (3) en changeant A en R, φ_1 en $(-\varphi_2)$ et φ_2 en $(-\varphi_1)$.

Il suffit donc d'étudier l'une des deux équations pour avoir en même temps les conclusions à appliquer à l'autre. Nous choisirons l'étude de (4) parce que les grandeurs qui y figurent sont plus commodes à suivre : en effet, S est connu et ne dépend que du matériel dont on dispose ; R et φ_1 sont des données du réseau et sont mesurées avant l'introduction du moteur synchrone, φ_2 est l'inconnue du problème.

A au contraire est moins facile à se représenter, étant le courant de l'alternateur *après* l'introduction du moteur synchrone.

III. — **Représentation graphique de l'équation (4).** — Si, dans l'équation (4)

$$\frac{S}{R} = \sin \varphi_1 - \cos \varphi_1 \operatorname{tg} \varphi_2,$$

on pose

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = x,$$
$$\frac{S}{R} = y,$$
$$\cos \varphi_1 = z,$$

l'équation

$$y = \pm \sqrt{1 - z^2} - xz,$$

représente deux surfaces, l'une correspondant à $\sin \varphi_1 = + \sqrt{1 - z^2}$, déphasages positifs ou en arrière, l'autre correspondant à $\sin \varphi_1 = - \sqrt{1 - z^2}$ déphasages négatifs ou en avant.

Tout point de l'une des deux surfaces résout l'équation (4) et si on construisait ces deux surfaces, en les représentant au besoin par leurs trois projections, on pourrait avoir une représentation complète du phénomène.

L'étude se ferait en coupant la surface par une série de plans successifs parallèles aux plans de coordonnées.

C'est ainsi que l'on obtient les courbes suivantes :

1° Pour $x = C^{te}$, c'est-à-dire en coupant par des plans parallèles aux yz, une suite d'ellipses : ces ellipses sont de plus en plus aplaties à mesure que x augmente et sont toutes comprises entre les deux droites $z = \pm 1$. Pour $x = o$, l'ellipse est un cercle.

2° Pour $y = C^{te}$, c'est-à-dire pour des plans parallèles aux zx, des courbes du 4e degré.

3° Pour $z = C^{te}$, c'est-à-dire en coupant par des plans parallèles aux xy, des droites.

L'étude complète de cette surface nécessiterait des

Digitized by Google

développements mathématiques assez longs et qui auraient pour inconvénient d'alourdir beaucoup ces quelques notes sans nous donner des tracés graphiques suffisamment précis, puisque sur trois séries de courbes deux ne se construiraient pas à la règle et au compas. En même temps, ces tracés n'offriraient pas un intérêt pratique immédiat, ne donnant pas cos φ_2 dont nous avons besoin, mais seulement tg φ_2.

L'étude de cette surface pourra faire l'objet d'un travail ultérieur plus détaillé.

Je me suis borné ici à l'étude des intersections successives de la surface par les plans $z = C^{te}$.

Si, dans l'équation (4)

$$\frac{S}{R} = \sin\varphi_1 - \cos\varphi_1 \operatorname{tg}\varphi_2,$$

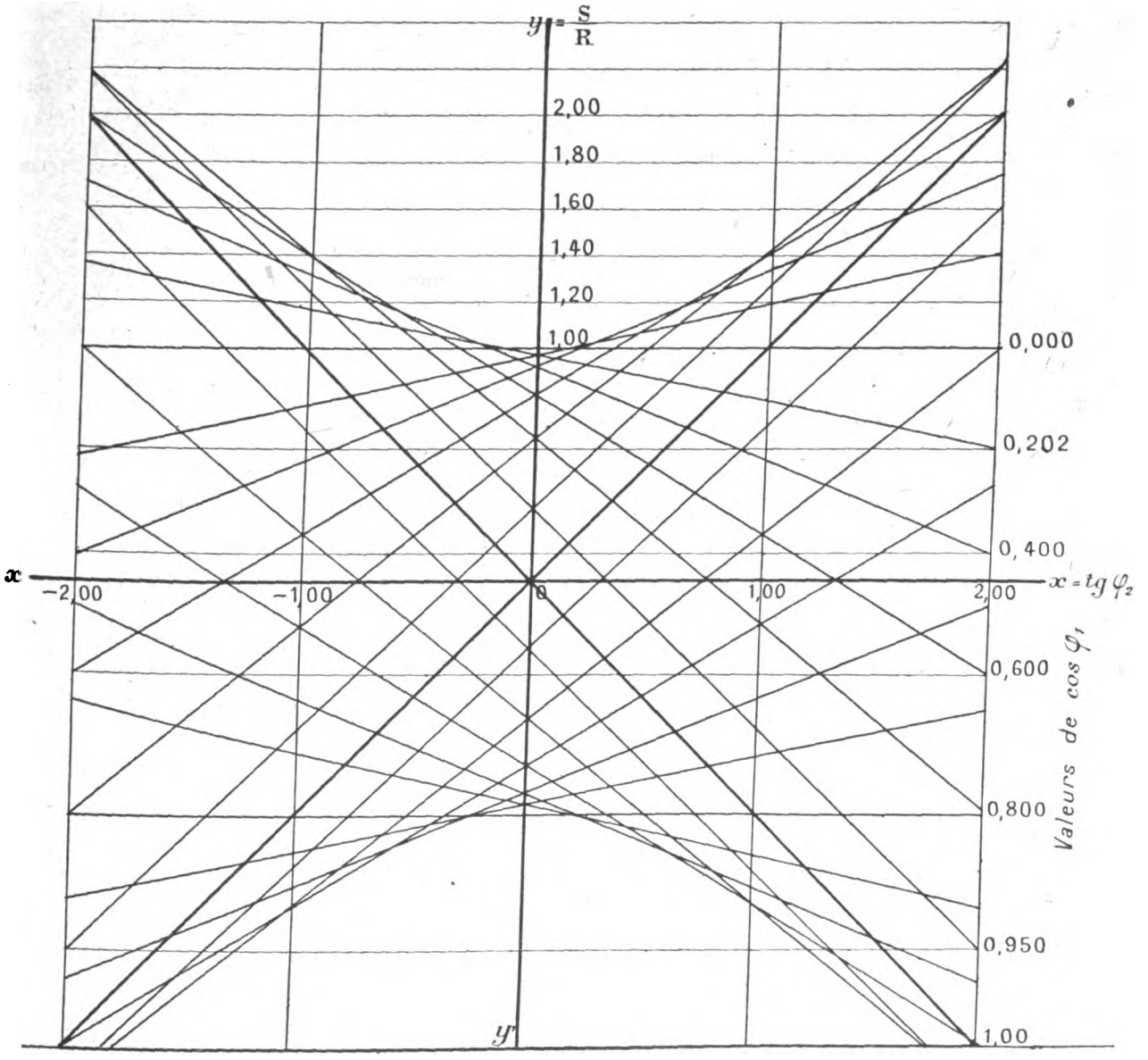


Fig. 3.

on pose

$\operatorname{tg}\varphi_2 = x$,

$\frac{S}{R} = y$,

$\varphi_1 = C^{te} = K$, d'où $\sin\varphi_1 = K'$ et $\cos\varphi_1 = K''$, on a $y = K' - K''x$.

C'est-à-dire que :

Pour une valeur déterminée de φ_1, (4) *est représentée par une droite ayant pour ordonnée à l'origine* sin φ_1 *et pour abscisse à l'origine* tg φ_1.

Nous pouvons donc construire une suite de droites (fig. 3) correspondant chacune à une valeur de cos φ_1 et sur laquelle on peut lire en abscisses les valeurs de tg φ_2

Digitized by Google

pour une valeur de $\frac{S}{R}$ lue en ordonnée. Ces droites correspondant à cos $\varphi_1 = C^{te}$ sont des lignes de niveau tracées sur la surface précédemment définie en la coupant par des plans parallèles aux xy. On pourrait appeler ces droites, droites « isocosinus ».

Pour un cos φ_1 et un $\frac{S}{R}$ connus, on peut donc lire, le long de l'axe des x, tg φ_2 et par suite cos φ_2, si on a pris soin de porter, à côté de la graduation en longueurs égales qui représente tg φ_2, la graduation correspondante en cos φ_2.

La construction de ces droites appelle un certain nombre de remarques :

1° Pour cos $\varphi_1 = 1$ et $\varphi_1 = 0$ l'équation (4) devient $y = -x$.

C'est l'équation de la bissectrice du second angle des axes de coordonnées yox'.

On pouvait en effet prévoir que la droite « isocosinus » cos $\varphi_1 = 1$ passerait par l'origine : pour $\varphi_1 = 0$ on ne peut avoir $\varphi_2 = 0$, c'est-à-dire tg $\varphi_2 = x = 0$ qu'en n'introduisant aucun moteur synchrone, c'est-à-dire en ne modifiant pas les conditions de fonctionnement du réseau, ce qui revient à faire $S = 0$; d'où $\frac{S}{R} = y = 0$.

2° Pour traiter la question à fond, il faut construire deux séries de droites, les unes correspondant au cas habituel de la pratique $\varphi_1 > 0$, déphasage initial en arrière; c'est la famille de droites situées à droite de la bissectrice $y = -x$. Elle coupe l'axe des y entre l'origine et le point $x = 0$, $y = 1$ puisque l'ordonnée à l'origine est égale à sin φ_1.

L'autre série de droites correspond au cas, actuellement théorique, pour une usine, mais réalisable pour certains nœuds du réseau, où $\varphi_1 < 0$ (déphasage initial en avant). Elle comprend les droites situées à gauche de la bissectrice $y = -x$. Les droites qui la composent coupent l'axe des y entre l'origine et le point $x = 0$, $y = -1$, l'ordonnée à l'origine étant égale à $-\sin \varphi_1$.

IV. — **Étude des droites définies au paragraphe III** (fig. 3). — A. — Première famille située a droite de $y = -x$. — Pour toute valeur de $\frac{S}{R}$ supérieure à sin φ_1 (ordonnée à l'origine correspondante) on a tg $\varphi_2 < 0$, c'est-à-dire que le déphasage résultant de l'emploi du moteur synchrone est en avant.

Pour $\frac{S}{R} = \sin \varphi_1$ on a tg $\varphi_2 = 0$ et $\varphi_2 = 0$, cos $\varphi_2 = 1$.

Pour toute valeur de $\frac{S}{R}$ comprise entre sin φ_1 et [illegible] le déphasage résultant est en arrière (tg $\varphi_2 > 0$) et [illegible] de 0 à φ_1.

Pour $\frac{S}{R} = 0$, c'est-à-dire $S = 0$, on a naturellement $\varphi_2 = \varphi_1$ et l'abscisse à l'origine donne $x = \text{tg } \varphi_2 = \text{tg } \varphi_1$.

S devenant négatif et continuant à décroître, c'est-à-dire le moteur synchrone étant sous-excité ou finalement remplacé par un circuit inductif, φ_2 devient supérieur à φ_1, cos φ_2 devient inférieur à cos φ_1 et tg $\varphi_2 = x$ croit jusqu'à l'infini en restant positive.

B. — Seconde famille située a gauche de $y = -x$. — Cette famille est obtenue en considérant les valeurs négatives de φ_1 c'est-à-dire celles qui correspondent à un déphasage initial en avant.

Ces valeurs sont les mêmes que les précédentes en valeur absolue; on a simplement

$$\cos \varphi'_1 = \cos \varphi_1,$$
$$\sin \varphi'_1 = -\sin \varphi_1.$$

Ces droites sont symétriques des premières par rapport à la bissectrice $y = -x$ et tout ce que nous avons dit va s'appliquer encore, *mutatis mutandis*.

Ces ordonnées à l'origine et les abscisses à l'origine sont égales aux précédentes et changées de signe.

Toutes les ordonnées à l'origine sont comprises entre l'origine $x = 0$, $y = 0$ et le point $x = 0$, $y = -1$.

Ici encore, il faut considérer les droites comme divisant le plan en trois régions :

1° Région au-dessus de ox', φ_1 et φ_2 sont négatifs (déphasage en avant) et $y = \frac{S}{R}$ est positif;

2° Intersection avec ox' pour $y = 0$ (pas de moteur synchrone), on a nécessairement $\varphi_2 = \varphi_1$;

3° Pour y compris entre 0 et $-\sin \varphi_1$ ($-\sin \varphi_1$ étant l'ordonnée à l'origine) donc étant négatif, on a $\varphi_2 < \varphi_1$ en valeur absolue; en langage ordinaire, cela signifie que le déphasage initial étant en avant, l'introduction d'un $S < 0$ (moteur synchrone sous-excité ou circuit inductif) a pour résultat de diminuer ce déphasage en avant et de le rapprocher de 0, valeur qu'il atteint pour $y = -\sin \varphi_1$.

Cette valeur dépassée et y continuant à diminuer, c'est-à-dire la valeur absolue de S augmentant, le déphasage se fait en arrière (tg $\varphi_2 > 0$) et atteint $\frac{\pi}{2}$ pour une valeur infinie de $(-S)$.

Remarque. — La partie des droites correspondant aux cas les plus fréquents de la pratique de la distribution est limitée à la première famille de droites et comprise dans l'angle xoy, entre les axes ox et oy.

L'ordonnée à l'origine étant $y = \frac{S}{R} = \sin \varphi_1$, on doit toujours avoir $S \leqq R$ pour tg $\varphi_2 = 0$. En effet, R est par définition le courant du réseau; si on est amené à fournir $S = R$ pour obtenir $\varphi_2 = 0$, c'est que ce courant R est tout entier en quadrature en arrière.

Si on fournit $S < R$, on a tg $\varphi_2 > 0$ déphasage en arrière et si $S > R$, tg $\varphi_2 < 0$ déphasage en avant. Le cas où $S > R$ ne semble pas devoir se réaliser pratiquement à l'usine, mais il se rencontre en certains nœuds du réseau, comme nous le montrerons plus loin (§ IX, A.).

V. — **Représentation graphique de l'équation (3).** — Ainsi que nous l'avons vu en établissant les équa-

Digitized by Google

tions fondamentales, on aura la représentation graphique de

$$\frac{S}{R} = \cos\varphi_2 \operatorname{tg}\varphi_1 - \sin\varphi_2, \qquad (3)$$

ou

$$y = \cos\varphi_2 . x - \sin\varphi_2,$$

en changeant au paragraphe précédent R en A, φ_1 en $(-\varphi_2)$ et φ_2 en $(-\varphi_1)$.

On aura une famille de droites symétriques de la famille précédente par rapport à ox, et divisée en deux moitiés symétriques l'une et l'autre par rapport à la bissectrice $y = x$.

Chacune de ces droites représente $\cos\varphi_2 = c^{te}$.

La droite « isocosinus » $\cos\varphi_1 = a$ avec $\varphi_1 > o$ coupe la droite correspondante $\cos\varphi_2 = a$ avec $\varphi_2 > o$ sur l'axe des x partie ox et les droites $\cos\varphi_1 = a'$ avec $\varphi_1 < o$ et $\cos\varphi_2 = a'$ avec $\varphi_2 < o$ se coupent sur l'axe des x et dans la partie ox' à droite de oy.

La droite « isocosinus » $\cos\varphi_1 = b$ avec $\varphi_1 > o$ et la droite « isocosinus » $\cos\varphi_2 = b$ avec $\varphi_2 < o$ se coupent sur oy.

De même la droite $\cos\varphi_1 = b'$ avec $\varphi_1 < o$ et la droite $\cos\varphi_2 = b'$ avec $\varphi_2 > o$ se coupent sur oy'.

Remarque. — Nous avons analysé le problème pas à pas au point de vue électrique. Au point de vue analytique, on aurait pu aller beaucoup plus vite, en remarquant que les droites $y = \pm\sqrt{1 - a^2} - ax$ ont pour enveloppe l'hyperbole équilatère $y^2 - x^2 - 1 = o$ et en construisant la famille de ces tangentes. La figure 3 donne la famille des droites sans représenter l'hyperbole, qui a oy pour axe réel et les deux bissectrices des axes comme asymptotes.

VI. — **Transformation de la courbe définie par l'équation (4)** (fig. 4). — Nous venons de faire la construction graphique de la courbe

$$\frac{S}{R} = \sin\varphi_1 - \cos\varphi_1 \operatorname{tg}\varphi_2, \qquad (4)$$

que l'on peut représenter par

$$f\left(\frac{S}{R}, \varphi_1, \varphi_2\right) = o.$$

Il est bien certain que la construction d'une droite est toujours à recommander comme procédé graphique. Nous remarquons qu'au paragraphe précédent la plupart des droites coupent les axes sous une obliquité assez grande pour nuire à la précision de la lecture. Si toutefois, on veut passer de $x = \operatorname{tg}\varphi_2$ à $\cos\varphi_2$, il faut tracer le long de ox une deuxième graduation qui permet bien les lectures, mais ne montre pas d'un seul coup d'œil la loi de variation de $\cos\varphi_2$ en fonction des deux autres variables.

On peut donc se proposer de construire la courbe

$$f_1\left(\frac{S}{R}, \cos\varphi_1, \cos\varphi_2\right) = o.$$

Si on cherche à remplacer dans l'équation (4) $\sin\varphi_1$ et $\operatorname{tg}\varphi_2$ respectivement par leurs expressions en fonction de $\cos\varphi_1$ et $\cos\varphi_2$, on arrive à une complication de calculs très grande, en raison de la présence des radicaux.

Par contre, l'opération est toute simple si, renonçant au calcul algébrique, on se borne au calcul numérique.

Il suffit d'opérer comme suit :

1° On se fixe une valeur de $\frac{S}{R}$ qui détermine une ligne de niveau le long de laquelle on lira $\frac{S}{R} = \text{constante}$;

2° $\frac{S}{R}$ restant constant, on fait varier $\cos\varphi_1$ et on lit sur une table la valeur correspondante de $\sin\varphi_1$;

3° On calcule $\operatorname{tg}\varphi_2$ au moyen de l'équation (4) et une table permet d'en déduire immédiatement $\cos\varphi_2$.

On peut donc pour un $\frac{S}{R}$ donné construire une courbe dans laquelle on a pris

$$x = \cos\varphi_1,$$
$$y = \cos\varphi_2.$$

Dans tous les calculs ainsi faits, on doit, bien entendu, tenir compte des signes de $\sin\varphi_1$ et $\operatorname{tg}\varphi_2$. Bien que ces signes n'apparaissent pas dans l'expression du cosinus, leur interprétation permet de voir immédiatement quelles sont les propriétés des courbes figurées sur la figure 4.

Ces propriétés sont étudiées au paragraphe suivant.

VII. — **Etude de la courbe définie au paragraphe VI.** — A. — MESURE DE L'AMÉLIORATION DU FACTEUR DE PUISSANCE (fig. 4). — Si on trace la courbe correspondant à $\frac{S}{R} = o$, c'est-à-dire $\cos\varphi_2 = \cos\varphi_1$ ou $y = x$, c'est la bissectrice de l'angle des deux axes $y\,o\,x$. Pour une autre valeur quelconque de $\frac{S}{R}$, l'amélioration du facteur de puissance est mesurée par la différence

$$(\cos\varphi_2 - \cos\varphi_1);$$

c'est-à-dire que :

Pour une abscisse donnée $x = \cos\varphi_1$, l'amélioration du facteur de puissance correspondant à l'emploi d'un rapport $\frac{S}{R}$ déterminé est mesurée par la différence entre l'ordonnée de la courbe et l'ordonnée de la bissectrice des axes.

On en conclut que l'amélioration maxima, c'est-à-dire le maximum de la différence $(\cos\varphi_2 - \cos\varphi_1)$ sera obtenu en comptant cette différence le long de l'ordonnée de la courbe correspondant au point de contact avec la tangente menée à 45°, c'est-à-dire parallèlement à la bissectrice des axes.

Digitized by Google

La courbe représentée figure 4 n'étant qu'une transformation numérique de l'équation (4) et la recherche de son équation n'ayant pas été effectuée en raison de sa complication, le calcul des coordonnées de ce point de contact n'a pas été non plus effectué.

B. — Déformation des courbes successives suivant les variations de $\frac{S}{R}$ (fig. 4). — Comme convenu, nous ne considérons que les valeurs positives de S; les valeurs négatives correspondent à un moteur sous-excité

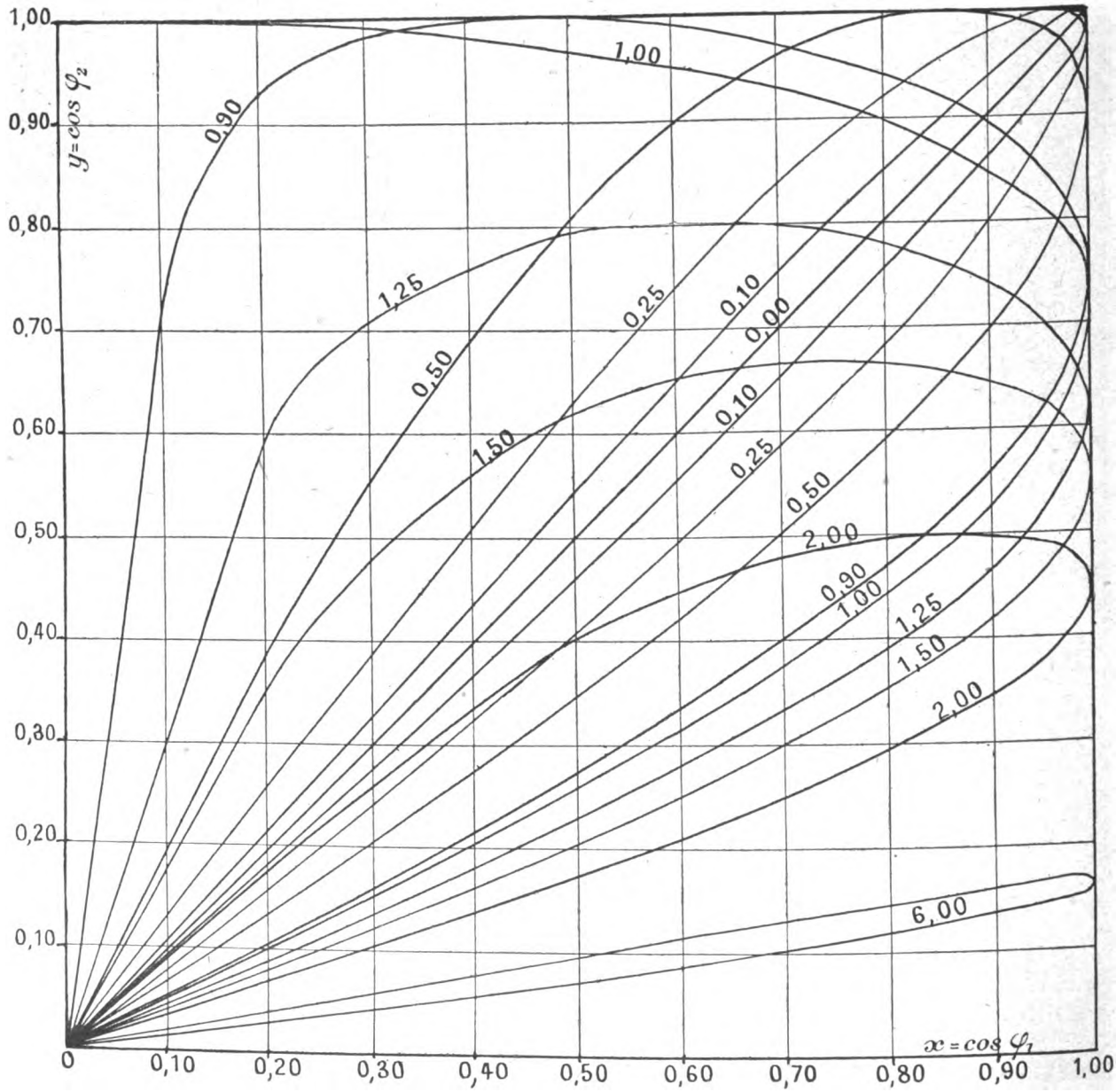


Fig. 4.

ou à un circuit inductif et ce n'est pas là l'objet de notre étude. Le but que nous nous sommes proposé est la fourniture au réseau de courant en quadrature et en avance. S partant de o et variant de o à $+\infty$, $\frac{S}{R}$ variant de o à $+\infty$, la déformation est la suivante :

Pour $S = o$, la courbe se confond avec la bissectrice des axes; S croissant, la courbe s'écarte ensuite de cette droite, de part et d'autre, en deux branches d'abord presque symétriques, puis qui vont en s'écartant, ne présentent plus aucune espèce de symétrie quand $\frac{S}{R}$ se rapproche de 1, puis vont en s'aplatissant et finissent par se confondre avec l'axe des x quand S devient infini.

Digitized by Google

Ces courbes ont une tangente horizontale et sont toutes tangentes à la parallèle à oy : $\cos\varphi_1 = 1$.

La tangente horizontale est la droite $y = \cos\varphi_2 = 1$, tant que $S \leq R$.

Pour $S > R$, la tangente horizontale se détermine pour chaque ligne de niveau $\frac{S}{R} = C^{te}$.

TABLEAU I. — *Tableau pour la construction des courbes* $f_1\left(\cos\varphi_1, \cos\varphi_2, \frac{S}{R}\right) = 0$. (Fig. 4).

		$\varphi_1 > 0$							$\varphi_1 = 0$	$\varphi_1 < 0$						
	$\cos\varphi_1$	0,20	0,50	0,60	0,707	0,80	0,90	0,95	1	0,95	0,90	0,80	0,707	0,60	0,50	0,20
$\frac{S}{R} = 0{,}10$	$\cos\varphi_2$	0,208	0,547	0,652	0,759	0,848	0,937	0,976	0,995	0,917	0,860	0,753	0,659	0,554	0,459	0,183
	signe de φ_2	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
$\frac{S}{R} = 0{,}25$	$\cos\varphi_2$	0,262	0,629	0,737	0,840	0,916	0,979	0,998	0,97	0,869	0,803	0,685	0,595	0,495	0,409	0,162
	signe de φ_2	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
$\frac{S}{R} = 0{,}50$	$\cos\varphi_2$	0,388	0,807	0,894	0,960	0,992	0,998	0,981	0,894	0,760	0,693	0,588	0,505	0,420	0,343	0,136
	signe de φ_2	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$\frac{S}{R} = 0{,}75$	$\cos\varphi_2$	0,661	0,974	0,996	0,998	0,983	0,944	0,907	0,800	0,665	0,604	0,510	0,436	0,361	0,295	0,116
	signe de φ_2	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$\frac{S}{R} = 0{,}80$	$\cos\varphi_2$	0,749	0,991	1,00	0,991	0,97	0,927	0,889	0,781	0,649	0,588	0,496	0,425	0,351	0,287	0,113
	signe de φ_2	+	+	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$\frac{S}{R} = 0{,}90$	$\cos\varphi_2$	0,933	0,998	0,987	0,965	0,937	0,890	0,854	0,743	0,617	0,559	0,469	0,402	0,334	0,273	0,106
	signe de φ_2	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$\frac{S}{R} = 1{,}00$	$\cos\varphi_2$	0,995	0,966	0,948	0,924	0,894	0,848	0,810	0,707	0,586	0,531	0,446	0,384	0,315	0,259	0,10
	signe de φ_2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$\frac{S}{R} = 1{,}25$	$\cos\varphi_2$	0,597	0,792	0,800	0,792	0,776	0,742	0,711	0,625	0,520	0,472	0,390	0,342	0,298	0,229	0,09
	signe de φ_2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$\frac{S}{R} = 1{,}50$	$\cos\varphi_2$	0,361	0,618	0,649	0,665	0,665	0,645	0,625	0,554	0,464	0,423	0,356	0,317	0,253	0,205	0,081
	signe de φ_2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$\frac{S}{R} = 2{,}00$	$\cos\varphi_2$	0,177	0,404	0,444	0,480	0,495	0,497	0,490	0,444	0,380	0,347	0,295	0,253	0,211	0,171	0,070
	signe de φ_2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$\frac{S}{R} = 3{,}00$	$\cos\varphi_2$	0,099	0,228	0,270	0,295	0,315	0,331	0,33	,315	0,276	0,253	0,216	0,188	0,155	0,130	0,050
	signe de φ_2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$\frac{S}{R} = 6{,}00$	$\cos\varphi_2$	0,039	0,096	0,116	0,133	0,148	0,159	0,163	0,162	0,152	0,139	0,120	0,105	0,087	0,071	0,029
	signe de φ_2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

REMARQUE. — La colonne $\varphi_1 = 0$ donne sur la ligne cos φ_2, l'ordonnée du point de contact avec la droite cos $\varphi_1 = 0$.

Digitized by Google

TABLEAU II. — *Calcul des points de contact avec la tangente horisontale.*

Équation de la tangente horizontale cos $\varphi_2 = 1$								Équation de la tangente horizontale cos $\varphi_2 = \frac{R}{S}$.					
$\frac{S}{R} = \sin \varphi_1$	0,10	0,25	0,50	0,75	0,80	0,90	1,00	$\frac{S}{R} = \frac{1}{\sin \varphi_1}$	1,25	1,50	2 00	3 00	6 00
cos φ_1	0,995	0,968	0,866	0,661	0,60	0,436	0	cos φ_1	0,6	0,746	0,866	0,944	0,986
cos φ_2	1	1	1	1	1	1	1	cos φ_2	0,8	0,706	0,50	0,334	0,167

TABLEAU III. — *Calcul des points d'intersection avec la bissectrice des axes* cos $\varphi_1 =$ cos φ_2.

$\frac{S}{R}$	0,10	0,25	0,50	0,75	0,80	0,90	1 00	1,25	1,50	2 00
sin $\varphi_1 = \frac{S}{2R}$	0,05	0,125	0,25	0,375	0,40	0,45	0,50	0,625	0,75	1 00
cos φ_1 = cos φ_2	0,999	0,992	0,968	0,927	0,916	0,893	0,866	0,781	0,661	0

Ces courbes ont leurs deux branches concourant à l'origine.

Les signes de φ_1 et de φ_2 seront analysés et étudiés plus loin. Je me bornerai pour le moment à les énoncer ci-après.

a) $\frac{S}{R} < 1$. Chacune de ces courbes se divise en trois parties :

1° Partie supérieure ascendante comprise entre l'origine et le point de contact avec l'horizontale

$$y = \cos \varphi_2 = 1.$$

C'est la partie importante dans la pratique quand le moteur synchrone est installé à l'usine même.

Elle correspond à $\varphi_1 > 0$ et $\varphi_2 > 0$.

2° Partie descendante comprise entre le point de contact avec $y = \cos \varphi_2 = 1$ et le point de contact avec $x = \cos \varphi_1 = 1$.

Cette partie de la courbe correspond à $\varphi_1 > 0$ et $\varphi_2 < 0$.

3° Partie descendant vers l'origine et située en dessous du point de contact avec $x = \cos \varphi_1 = 1$. Cette partie correspond à $\varphi_1 < 0$ et $\varphi_2 < 0$ (déphasages en avant).

b) $\frac{S}{R} = 1$. La courbe se divise encore en trois parties :

1° L'axe des y de 0 à $y = 1$, 2° une partie qui part du point $x = 0$, $y = \cos \varphi_2 = 1$, où elle est tangente à $y = 1$; jusqu'à son point de contact avec $x = \cos \varphi_1 = 1$ on a $\varphi_1 > 0$ et $\varphi_2 < 0$; la 3e partie de ce point à l'origine, elle correspond à $\varphi_1 < 0$ et $\varphi_2 < 0$.

c) $\frac{S}{R} > 1$. Les courbes comprennent deux parties :

1° Entre l'origine et le point de contact avec cos $\varphi_1 = 1$ (avec maximum de cos φ_2, c'est-à-dire tangente horizontale entre l'origine et ce point). Dans cette partie $\varphi_1 > 0$ et $\varphi_2 < 0$.

2° Entre le point de contact avec cos $\varphi_1 = 0$ et l'origine; sur cette partie $\varphi_1 < 0$ et $\varphi_2 < 0$.

C. — DÉTERMINATION DES POINTS DE CONTACT AVEC cos $\varphi_2 = 1$ ET cos $\varphi_1 = 1$. — 1° *Avec cos* $\varphi_2 = 1$. — Si on fait dans l'équation (4) cos $\varphi_2 = 1$ et sin $\varphi_2 = 0$, on a $\frac{S}{R} = \sin \varphi_1$, c'est-à-dire que, se fixant $\frac{S}{R} = m$, l'abscisse du point de contact est cos $\varphi_1 = +\sqrt{1-m^2}$, c'est ainsi que la courbe de niveau $\frac{S}{R} = 0{,}80$ est tangente à cos $\varphi_2 = 1$ au point qui a pour abscisse $x = +\sqrt{1-0{,}80^2} =$ cos $\varphi_1 = 0{,}60$.

On voit que pour avoir un point de contact réel, il faut que $\frac{S}{R} \leq 1$. Nous étudierons plus loin le cas où $\frac{S}{R} > 1$, et nous déterminerons la tangente parallèle à Ox et les coordonnées de son point de contact.

2° *Point de contact avec cos* $\varphi_1 = 1$. — Si on fait dans l'équation (4) cos $\varphi_1 = 1$ et sin $\varphi_1 = 0$, on a

$$\frac{S}{R} = -\operatorname{tg} \varphi_2,$$

or, dans cette région de la courbe, tg φ_2 est négatif, puisqu'on a $\varphi_2 < 0$ à partir du point de contact avec cos $\varphi_2 = 1$.

Si donc on se fixe $\frac{S}{R} = m$, l'ordonnée du point de contact est

$$y = +\frac{1}{\sqrt{1+m^2}}.$$

Digitized by Google

quantité toujours réelle, donc toutes les courbes sont tangentes à cette droite.

C'est ainsi que pour $\frac{S}{R} = 1$ le point de contact a pour ordonnée

$$\cos\varphi_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0{,}707.$$

VIII. — **Etude du signe de l'angle φ_2.** — J'ai énoncé les différents signes que prennent φ_1 et φ_2 à mesure que l'on se déplace sur la courbe de niveau $\frac{S}{R}$ = constante. Les signes de φ_1 et φ_2 sont le résultat du calcul quand on dresse les tableaux définis au paragraphe VI et donnés à part.

Mais les considérations géométriques élémentaires qui suivent permettent de se rendre un compte exact de ces variations de signe.

A. — $\frac{S}{R} < 1$. — Reprenant la figure 1 qui nous a servi à établir les formules fondamentales (1) et (2), nous allons étudier les variations de φ_1 et φ_2 lorsque le point O décrit la circonférence de diamètre M N = R en sens inverse des aiguilles d'une montre.

Reprenons la construction de la figure 1 en portant sur la figure 5

$$MN = R, \quad NP_1 = S, \quad MP_1 = A,$$
$$NO_1 = R\cos\varphi_1', \quad NO_1 = R\sin\varphi_1',$$

et par conséquent $\cos\varphi_2 = \cos P_1 MO_1$.

Sur M N = R comme diamètre, décrivons une circonférence, et de N comme centre avec un rayon égal à S décrivons une autre circonférence.

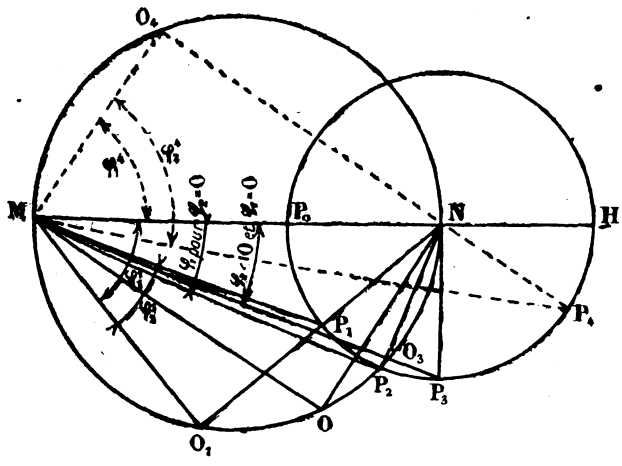


Fig. 5.

Pour étudier la variation des signes respectifs de φ_1 et φ_2, nous allons faire décrire au point O la circonférence de diamètre R dans le sens inverse des aiguilles d'une montre : M O_1 N O_4 M. O_1 représente une position quelconque sur la demi-circonférence inférieure avec N $O_1 > S$.

Quand le point mobile O est en M, M O est tangente au cercle en M ; l'angle φ_1, toujours exprimé par O_1 M N est égal à $\frac{\pi}{2}$, et comme N P est confondu avec M N, comme φ_2 est toujours représenté par O M P, on a $\varphi_2 = \frac{\pi}{2}$, donc $\cos\varphi_1 = \cos\varphi_2 = 0$, la courbe part de l'origine.

O parcourant la circonférence et venant en O_1 on a

$\varphi_1' > 0$ (déphasage en arrière) ;

$\varphi_2' > 0$ (déphasage en arrière) ;

et $\cos\varphi_2' > \cos\varphi_1'$.

C'est la partie ascendante de la courbe avec concavité tournée vers les x positifs.

O venant en O_2 point d'intersection des deux cercles précédemment tracés et se confondant avec P_2, on a

$$S = R\sin\varphi_1 \quad \text{et} \quad \varphi_2 = 0.$$

Ce qui correspond au point de contact de la courbe avec l'horizontale $\cos\varphi_2 = 1$.

C'est le maximum de $\cos\varphi_2$, qui va maintenant décroître.

Ce point O_2 ou P_2 est celui pour lequel $A = R\cos\varphi_1$, le courant fourni par l'alternateur est du courant entièrement actif (ou watté), et on peut énoncer la règle suivante qui nous servira dans la suite de cette étude.

Première règle. — Cos $\varphi_2 = 1$. Etant donnés :

1° *Le courant du réseau R ;*

2° *Le courant du moteur synchrone S ;*

La valeur que doit avoir cos φ_1 pour que cos $\varphi_2 = 1$ s'obtient par la construction suivante :

Sur une droite de longueur MN = R *comme diamètre on décrit une circonférence.*

De N *comme centre avec un rayon* $NP_0 = S$ *on décrit une deuxième circonférence qui coupe la première en* P_2. *On joint* M P_2 ; M P_2 *est tangente en* P_2 *à la deuxième circonférence et* N M P_2 *est l'angle* φ_1 *cherché tel que* $\varphi_2 = 0$.

Le point O cheminant toujours vers N dépasse P_2 et l'on a à partir de P_2 (ou O_2) sur la figure 6, pour la position O_3, $\varphi_1 > 0$ (déphasage en arrière) tandis $\varphi_2 < 0$ (déphasage en avant).

C'est la partie de la courbe comprise entre le point de contact avec cos $\varphi_2 = 1$ et le point de contact avec cos $\varphi_1 = 1$, lequel point de contact est réalisé quand O se confond avec N ; pour cette position, on a (fig. 5)

φ_1 = (angle de NM et de MO) = 0 et φ_2 = NMP$_3$

Donc :

Deuxième règle. — Cos $\varphi_1 = 1$. *On joint* M *au point d'intersection de la circonférence de centre* N *et de rayon S avec la tangente en* N *à la circonférence de diamètre R, et on a* $\varphi_1 =$ NM P_3 *avec* $\cos\varphi_2 = \frac{MN}{MP_3}$.

On voit que, pour ce point, tg $\varphi_2 = \frac{S}{R}$ (remarque déjà faite à la fin du paragraphe VII).

Digitized by Google

TABLEAU II. — *Calcul des points de contact avec la tangente horizontale.*

Équation de la tangente horizontale cos $\varphi_2 = 1$								Équation de la tangente horizontale cos $\varphi_2 = \frac{R}{S}$.					
$\frac{S}{R} = \sin \varphi_1$	0,10	0,25	0,50	0,75	0,80	0,90	1,00	$\frac{S}{R} = \frac{1}{\sin \varphi_1}$	1,25	1,50	2 00	3 00	6 00
cos φ_1	0,995	0,968	0,866	0,661	0,60	0,436	0	cos φ_1	0,6	0,746	0,866	0,944	0,986
cos φ_2	1	1	1	1	1	1	1	cos φ_2	0,8	0,706	0,50	0,334	0,167

TABLEAU III. — *Calcul des points d'intersection avec la bissectrice des axes* cos $\varphi_1 =$ cos φ_2.

$\frac{S}{R}$	0,10	0,25	0,50	0,75	0,80	0,90	1 00	1,25	1,50	2 00
sin $\varphi_1 = \frac{S}{2R}$	0,05	0,125	0,25	0,375	0,40	0,45	0,50	0,625	0,75	1 00
cos φ_1 = cos φ_2	0,999	0,992	0,968	0,927	0,916	0,893	0,866	0,781	0,662	0

Ces courbes ont leurs deux branches concourant à l'origine.

Les signes de φ_1 et de φ_2 seront analysés et étudiés plus loin. Je me bornerai pour le moment à les énoncer ci-après.

a) $\frac{S}{R} < 1$. Chacune de ces courbes se divise en trois parties :

1° Partie supérieure ascendante comprise entre l'origine et le point de contact avec l'horizontale

$$y = \cos \varphi_2 = 1.$$

C'est la partie importante dans la pratique quand le moteur synchrone est installé à l'usine même.

Elle correspond à $\varphi_1 > 0$ et $\varphi_2 > 0$.

2° Partie descendante comprise entre le point de contact avec $y = \cos \varphi_2 = 1$ et le point de contact avec $x = \cos \varphi_1 = 1$.

Cette partie de la courbe correspond à $\varphi_1 > 0$ et $\varphi_2 < 0$.

3° Partie descendant vers l'origine et située en dessous du point de contact avec $x = \cos \varphi_1 = 1$. Cette partie correspond à $\varphi_1 < 0$ et $\varphi_2 < 0$ (déphasages en avant).

b) $\frac{S}{R} = 1$. La courbe se divise encore en trois parties :

1° L'axe des y de 0 à $y = 1$, 2° une partie qui part du point $x = 0$, $y = \cos \varphi_2 = 1$, où elle est tangente à $y = 1$; jusqu'à son point de contact avec $x = \cos \varphi_1 = 1$ on a $\varphi_1 > 0$ et $\varphi_2 < 0$; la 3e partie de ce point à l'origine, elle correspond à $\varphi_1 < 0$ et $\varphi_2 < 0$.

c) $\frac{S}{R} > 1$. Les courbes comprennent deux parties :

1° Entre l'origine et le point de contact avec cos $\varphi_1 = 1$ (avec maximum de cos φ_2, c'est-à-dire tangente horizontale entre l'origine et ce point). Dans cette partie $\varphi_1 > 0$ et $\varphi_2 < 0$.

2° Entre le point de contact avec cos $\varphi_1 = 0$ et l'origine; sur cette partie $\varphi_1 < 0$ et $\varphi_2 < 0$.

C. — DÉTERMINATION DES POINTS DE CONTACT AVEC cos $\varphi_2 = 1$ ET cos $\varphi_1 = 1$. — 1° *Avec cos* $\varphi_2 = 1$. — Si on fait dans l'équation (4) cos $\varphi_2 = 1$ et sin $\varphi_2 = 0$, on a $\frac{S}{R} = \sin \varphi_1$, c'est-à-dire que, se fixant $\frac{S}{R} = m$, l'abscisse du point de contact est cos $\varphi_1 = + \sqrt{1 - m^2}$, c'est ainsi que la courbe de niveau $\frac{S}{R} = 0{,}80$ est tangente à cos $\varphi_2 = 1$ au point qui a pour abscisse $x = + \sqrt{1 - 0{,}80^2} =$ cos $\varphi_1 = 0{,}60$.

On voit que pour avoir un point de contact réel, il faut que $\frac{S}{R} \leq 1$. Nous étudierons plus loin le cas où $\frac{S}{R} > 1$, et nous déterminerons la tangente parallèle à Ox et les coordonnées de son point de contact.

2° *Point de contact avec cos* $\varphi_1 = 1$. — Si on fait dans l'équation (4) cos $\varphi_1 = 1$ et sin $\varphi_1 = 0$, on a

$$\frac{S}{R} = - \operatorname{tg} \varphi_2,$$

or, dans cette région de la courbe, tg φ_2 est négatif, puisqu'on a $\varphi_2 < 0$ à partir du point de contact avec cos $\varphi_2 = 1$.

Si donc on se fixe $\frac{S}{R} = m$, l'ordonnée du point de contact est

$$y = + \frac{1}{\sqrt{1 + m^2}},$$

Digitized by Google

quantité toujours réelle, donc toutes les courbes sont tangentes à cette droite.

C'est ainsi que pour $\frac{S}{R} = 1$ le point de contact a pour ordonnée

$$\cos\varphi_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0{,}707.$$

VIII. — **Etude du signe de l'angle φ_2.** — J'ai énoncé les différents signes que prennent φ_1 et φ_2 à mesure que l'on se déplace sur la courbe de niveau $\frac{S}{R}$ = constante. Les signes de φ_1 et φ_2 sont le résultat du calcul quand on dresse les tableaux définis au paragraphe VI et donnés à part.

Mais les considérations géométriques élémentaires qui suivent permettent de se rendre un compte exact de ces variations de signe.

A. — $\frac{S}{R} < 1$. — Reprenant la figure 1 qui nous a servi à établir les formules fondamentales (1) et (2), nous allons étudier les variations de φ_1 et φ_2 lorsque le point O décrit la circonférence de diamètre M N = R en sens inverse des aiguilles d'une montre.

Reprenons la construction de la figure 1 en portant sur la figure 5

$$MN = R, \quad NP_1 = S, \quad MP_1 = A,$$
$$NO_1 = R\cos\varphi_1', \quad NO_1 = R\sin\varphi_1',$$

et par conséquent $\cos\varphi_2 = \cos P_1 MO_1$.

Sur M N = R comme diamètre, décrivons une circonférence, et de N comme centre avec un rayon égal à S décrivons une autre circonférence.

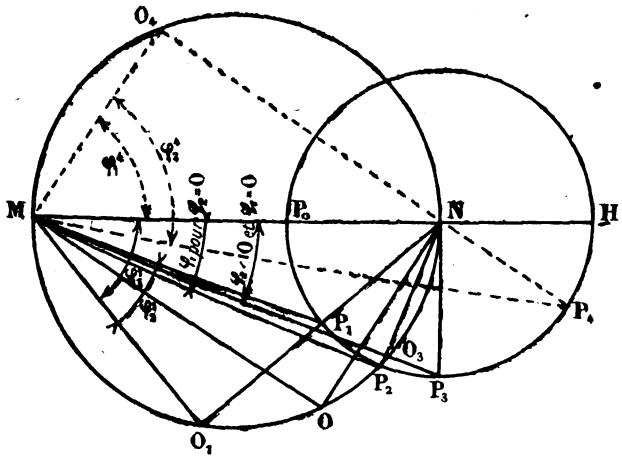


Fig. 5.

Pour étudier la variation des signes respectifs de φ_1 et φ_2, nous allons faire décrire au point O la circonférence de diamètre R dans le sens inverse des aiguilles d'une montre : M O_1 N O_4 M. O_1 représente une position quelconque sur la demi-circonférence inférieure avec N $O_1 > S$.

Quand le point mobile O est en M, M O est tangente au cercle en M ; l'angle φ_1, toujours exprimé par O_1 M N est égal à $\frac{\pi}{2}$, et comme N P est confondu avec M N, comme φ_2 est toujours représenté par O M P, on a $\varphi_2 = \frac{\pi}{2}$, donc $\cos\varphi_1 = \cos\varphi_2 = 0$, la courbe part de l'origine.

O parcourant la circonférence et venant en O_1 on a

$\varphi_1' > 0$ (déphasage en arrière) ;

$\varphi_2' > 0$ (déphasage en arrière) ;

et $\cos\varphi_2' > \cos\varphi_1'$.

C'est la partie ascendante de la courbe avec concavité tournée vers les x positifs.

O venant en O_2 point d'intersection des deux cercles précédemment tracés et se confondant avec P_2, on a

$$S = R\sin\varphi_1 \quad \text{et} \quad \varphi_2 = 0.$$

Ce qui correspond au point de contact de la courbe avec l'horizontale $\cos\varphi_2 = 1$.

C'est le maximum de $\cos\varphi_2$, qui va maintenant décroître.

Ce point O_2 ou P_2 est celui pour lequel $A = R\cos\varphi_1$, le courant fourni par l'alternateur est du courant entièrement actif (ou watté), et on peut énoncer la règle suivante qui nous servira dans la suite de cette étude.

Première règle. — Cos $\varphi_2 = 1$. Etant donnés :

1° *Le courant du réseau R ;*

2° *Le courant du moteur synchrone S ;*

La valeur que doit avoir $\cos\varphi_1$ pour que $\cos\varphi_2 = 1$ s'obtient par la construction suivante :

Sur une droite de longueur MN = R *comme diamètre on décrit une circonférence.*

De N *comme centre avec un rayon* $NP_0 = S$ *on décrit une deuxième circonférence qui coupe la première en* P_2. *On joint* M P_2 ; M P_2 *est tangente en* P_2 *à la deuxième circonférence et* N M P_2 *est l'angle φ_1 cherché tel que* $\varphi_2 = 0$.

Le point O cheminant toujours vers N dépasse P_2 et l'on a à partir de P_2 (ou O_2) sur la figure 6, pour la position O_3, $\varphi_1 > 0$ (déphasage en arrière) tandis $\varphi_2 < 0$ (déphasage en avant).

C'est la partie de la courbe comprise entre le point de contact avec $\cos\varphi_2 = 1$ et le point de contact avec $\cos\varphi_1 = 1$, lequel point de contact est réalisé quand O se confond avec N ; pour cette position, on a (fig. 5)

φ_1 = (angle de NM et de MO) = 0 et φ_2 = NMP$_3$

Donc :

Deuxième règle. — Cos $\varphi_1 = 1$. *On joint* M *au point d'intersection de la circonférence de centre* N *et de rayon S avec la tangente en N à la circonférence de diamètre R, et on a* $\varphi_1 =$ NM P_3 *avec* $\cos\varphi_2 = \frac{MN}{MP_3}$.

On voit que, pour ce point, $\text{tg}\,\varphi_2 = \frac{S}{R}$ (remarque déjà faite à la fin du paragraphe VII).

Digitized by Google

Variation du courant A. — Intersection avec la bissectrice des axes. — La figure 5 montre que le courant A de l'alternateur qui était d'abord égal à R, va ensuite en diminuant, puis augmente à mesure que le point O dépasse la position O_2 en continuant à se diriger vers N.

Au cours de cette augmentation, A qui était partie de la valeur R, repassera à nouveau par cette valeur. L'équation fondamentale (1) qui est

$$R = A\,\frac{\cos\varphi_2}{\cos\varphi_1}, \qquad (1)$$

montre que l'on aura $R = A$ si $\cos\varphi_2 = \cos\varphi_1$.

Si donc nous savons construire la position de O pour $R = A$, nous pourrons déterminer le point d'intersection de la courbe (fig. 4) avec la bissectrice des axes, laquelle a pour équation

$$\cos\varphi_2 = \cos\varphi_1.$$

Cette construction est facile.

Supposons le problème résolu (fig. 6).

$MP_5 = A$ devient égal à $MN = R$; le triangle NMP_5 est donc isocèle. L'angle MO_5N étant droit, NO_5 est la bissectrice de l'angle au sommet et, en valeur absolue, $\varphi_1 = \varphi_2$.

Si dans l'équation fondamentale (2)

$$R\sin\varphi_1 - S = A\sin\varphi_2, \qquad (2)$$

on fait

$$A = R \quad \text{et} \quad \varphi_1 = -\varphi_2,$$

on a

$$R\sin\varphi_1 - S = -R\sin\varphi_1,$$

d'où

$$\sin\varphi_1 = \frac{S}{2R} = \frac{\frac{1}{2}S}{R}.$$

On en déduit immédiatement la construction de l'angle φ_1 (fig. 6).

Troisième règle, $\cos\varphi_2 = \cos\varphi_1$. — *Ayant décrit sur* MN (*fig. 6*) *comme diamètre la circonférence de diamètre R, on prend* N *comme centre d'une circonférence de rayon* $\frac{S}{2}$ *qui coupe la première en* O_5 *et on a* $NO_5 = O_5P_5$ *avec* $MP_5 = MN$. *La position* P_5O_5 *donne* $\varphi_1 = \varphi_2$. *Le point* O'_5 *ne convient pas* (*voir fig. 5, points* O_4, P_4).

On a

$$\sin NMO_5 = \frac{\frac{1}{2}S}{R}, \quad \text{d'où} \quad \cos\varphi_1 = \sqrt{1 - \frac{S^2}{4R^2}}$$

N'oublions pas que nous étudions le cas où $\frac{S}{R} < 1$; nous verrons plus loin le cas où $\cos\varphi_1$ serait imaginaire.

Déphasage initial en avant. — L'angle φ_1 étant parti de $\frac{\pi}{2}$ (point O en M) pour décroître jusqu'à o (point O en N) va maintenant devenir négatif (déphasage en avant) quand O décrira la demi-circonférence supérieure NO_4M (fig. 5).

Un point quelconque O_4 de cette demi-circonférence est caractérisé par le fait que φ_1 étant négatif, MO_4 étant toujours l'origine des phases, le nouveau triangle des intensités est MO_4N avec $MN = R$ et $NMO_4 = \varphi_1^4$. Le courant du moteur synchrone $NP_4 = S$ doit se

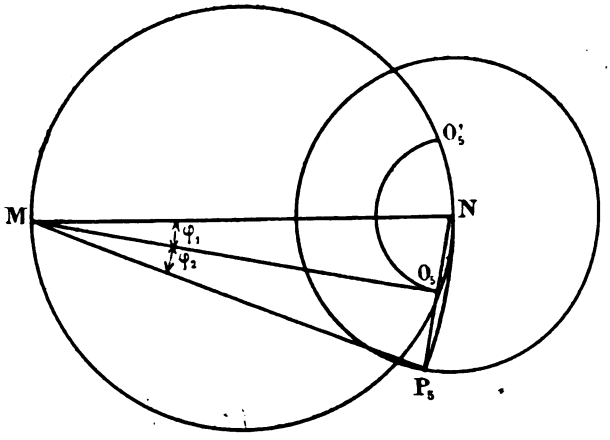


Fig. 6.

porter suivant NP_4, de sorte que le courant de l'alternateur après introduction du moteur synchrone est $MP_4 = A$.

On a pour tout point O_4 de la demi-circonférence $A > R$ et $\varphi_2^4 > \varphi_1^4$ en valeur absolue et également déphasé en avant.

Pour chacun de ces points O_4, on a $\cos\varphi_2 < \cos\varphi_1$ et quand O_4 vient en M, MO_4 devient tangente au cercle de diamètre $MN = R$. On a alors $\varphi_1 = -\frac{\pi}{2}$ et $\cos\varphi_1 = 0$; en même temps, NP_4 vient en NH dans le prolongement de MN; on a donc ainsi $\varphi_2 = -\frac{\pi}{2}$ et $\cos\varphi_2 = 0$.

Donc O décrivant la demi-circonférence supérieure NO_4M, le point figuratif décrit la partie inférieure (fig. 4) comprise entre le point de contact avec $\cos\varphi_1 = 1$ et l'origine.

B. — $\frac{S}{R} = 1$. — Nous emploierons la même méthode, étudiant les valeurs respectives de φ_1 et de φ_2 quand le point O part de M pour y revenir, après avoir décrit la circonférence de diamètre $MN = R$ en sens inverse de celui des aiguilles d'une montre.

Soit la figure 7, O étant en M, $\varphi_1 = \frac{\pi}{2}$, $\cos\varphi_1 = 0$ et NO se confond avec NM; il en résulte que $\varphi_2 = 0$, étant l'angle de OM et de MP, donc $\cos\varphi_2 = 1$.

Opérons comme précédemment, traçons encore la

Digitized by Google

circonférence de centre N et de rayon $NM = R = S$.

O étant en M, nous avons sur la figure 4, $\cos\varphi_1 = x = 0$ et $\cos\varphi_2 = y = 1$. La courbe est tangente à l'horizontale $\cos\varphi_2 = 1$ à son intersection avec l'axe des y.

O décrivant la demi-circonférence $MO_1\ O_2N$, P décrit le quart de cercle inférieur $MP_1\ P_2Q$ et on a constamment $\varphi_1 > 0$ avec $\varphi_2 < 0$, ce qui correspond à la partie supérieure de la courbe (fig. 4) comprise entre l'axe des y et la verticale $\cos\varphi_1 = 1$.

O arrivant en N, P vient en Q et $\varphi_1 = 0$, d'où $\cos\varphi_1 = 1$ et $\varphi_2 = \widehat{NMQ} = \frac{\pi}{4}$; ce qui détermine l'ordonnée du point de contact $\cos\varphi_2 = 0{,}707$ avec la verticale $\cos\varphi_1 = 1$.

O continue son mouvement pour décire la demi-circonférence supérieure NO_3M. P continue son mouvement et décrit l'autre quart de circonférence inférieur QP_3M'.

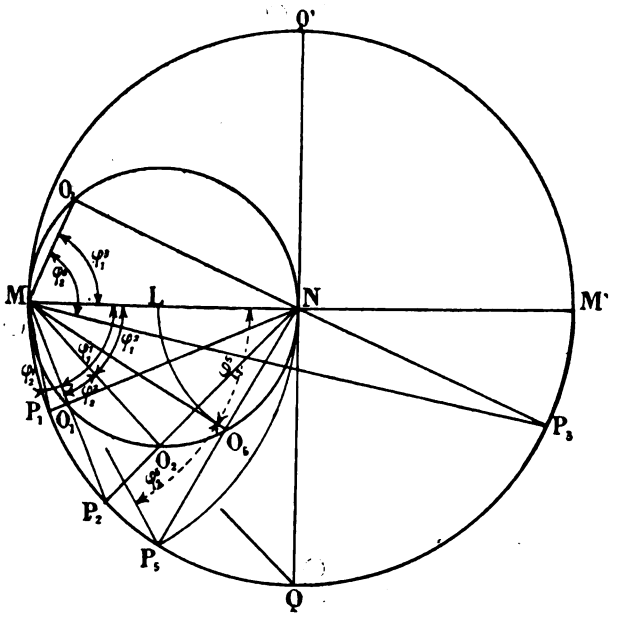


Fig. 7.

Pour toutes ces positions-là, on a $\varphi_1 < 0$ et $\varphi_2 < 0$. C'est la partie descendante de la courbe (fig. 4).

Enfin, O arrivant en M, on a $\varphi_1 = \frac{\pi}{2}$, d'où $\cos\varphi_1 = 0$ et comme P vient en M', l'angle φ_2 qui est l'angle de MO avec MP devient $\varphi_2 = -\frac{\pi}{2}$, d'où $\cos\varphi_2 = 0$: la courbe passe à l'origine.

On a ainsi l'explication de la forme singulière que prend la courbe pour $\frac{S}{R} = 1$.

L'examen de la figure 4 montre que cette courbe est un des stades de l'évolution entre les courbes $\frac{S}{R} < 1$ et $\frac{S}{R} > 1$.

Nous avons dit (§ VI) que l'axe des y fait partie de la courbe. En effet, pour $\frac{S}{R} = 1$ et $\cos\varphi_1 = 0$, l'introduction d'un courant S en quadrature en avant et égal à R en quadrature en arrière donne $R - S = A = 0$. Le courant étant nul après l'introduction du moteur synchrone, le $\cos\varphi_2$ est indéterminé; on peut adopter n'importe quelle valeur entre 0 et $\cos\varphi_2 = 1$, l'axe des y fait partie de la courbe.

O étant très voisin de M et tendant à se confondre avec lui, φ_1 tend vers $\frac{\pi}{2}$, $\cos\varphi_1$ tend vers zéro et NO vient se confondre avec NM; donc φ_2 tend vers zéro étant l'angle de OM et de MP, donc $\cos\varphi_2$ tend vers 1 et la courbe de la figure 4 est tangente à l'horizontale $\cos\varphi_2 = 1$ à son intersection avec l'axe des y.

Au cas de $\frac{S}{R} = 1$ s'appliquent également les trois règles énoncées pour le cas précédent :

Première règle. — *Cos* $\varphi_2 = 1$. — *Du point* M, *on mène une tangente à la circonférence décrite de* N *comme centre avec un rayon S. Comme* $S = R$, *la tangente en* M *commune aux deux cercles est la droite cherchée et l'angle* φ_1 *cherché tel que* $\varphi_2 = 0$, *est* $\varphi_1 = \frac{\pi}{2}$.

Deuxième règle. — *Cos* $\varphi_1 = 1$. — *On mène la tangente en* N *à la circonférence de diamètre* $R = S$; *on la prolonge jusqu'à son intersection* Q *avec la circonférence de rayon S : nous avons vu que* $\varphi_2 = -\frac{\pi}{4}$.

Troisième règle. — *Cos* $\varphi_1 = \cos\varphi_2$. — *De* N *comme centre on décrit la demi-circonférence de rayon* $NL = \frac{R}{2} = \frac{S}{2}$ *qui est coupée en* O_5 *par la circonférence ayant pour diamètre* $MN = R$, O_5 *est le point cherché; on a ici* $\sin\varphi_1 = \frac{1}{2}$, *d'où* $\cos\varphi_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}$ *et* $\varphi_1 = -\varphi_2 = \frac{\pi}{6}$ *résultat géométrique facile à vérifier sur le triangle rectangle* MO_5N *dans lequel un des côtés de l'angle droit est égal à la moitié de l'hypotènuse.*

C. — $\frac{S}{R} > 1$. — Traçons encore les deux circonférences ayant l'une pour diamètre $MN = R$, l'autre pour centre N et pour rayon S (fig. 8).

Le point O décrivant la circonférence de diamètre R toujours dans le même sens MO_1NO_3M, le point P décrit la demi-circonférence intérieure $M''P_1QP_3M'$.

O étant en M, NO se confond avec NM et $\varphi_1 = \frac{\pi}{2}$, $\cos\varphi_1 = 0$ et en même temps MP se confond avec MM'' donc $\varphi_2 = -\frac{\pi}{2}$. O étant en M, on a donc $\cos\varphi_1 = \cos\varphi_2 = 0$, la courbe de la figure 4 part de l'origine.

Pour O parcourant toute la demi-circonférence inférieure, on a $\varphi_1 > 0$ et $\varphi_2 < 0$.

Digitized by Google

φ_2 part de $-\frac{\pi}{2}$ et sa valeur absolue va en diminuant, passe par un minimum qui correspond au maximum de cos φ_2 (maximum que nous déterminerons plus loin) et croît ensuite.

O venant en N, MO se confond avec MN et $\varphi_1 = 0$ pendant que φ_2 devient égal à NMQ (application de la deuxième règle).

C'est le point de contact avec cos $\varphi_1 = 1$.

Le point O continuant à décrire la demi-circonfé-

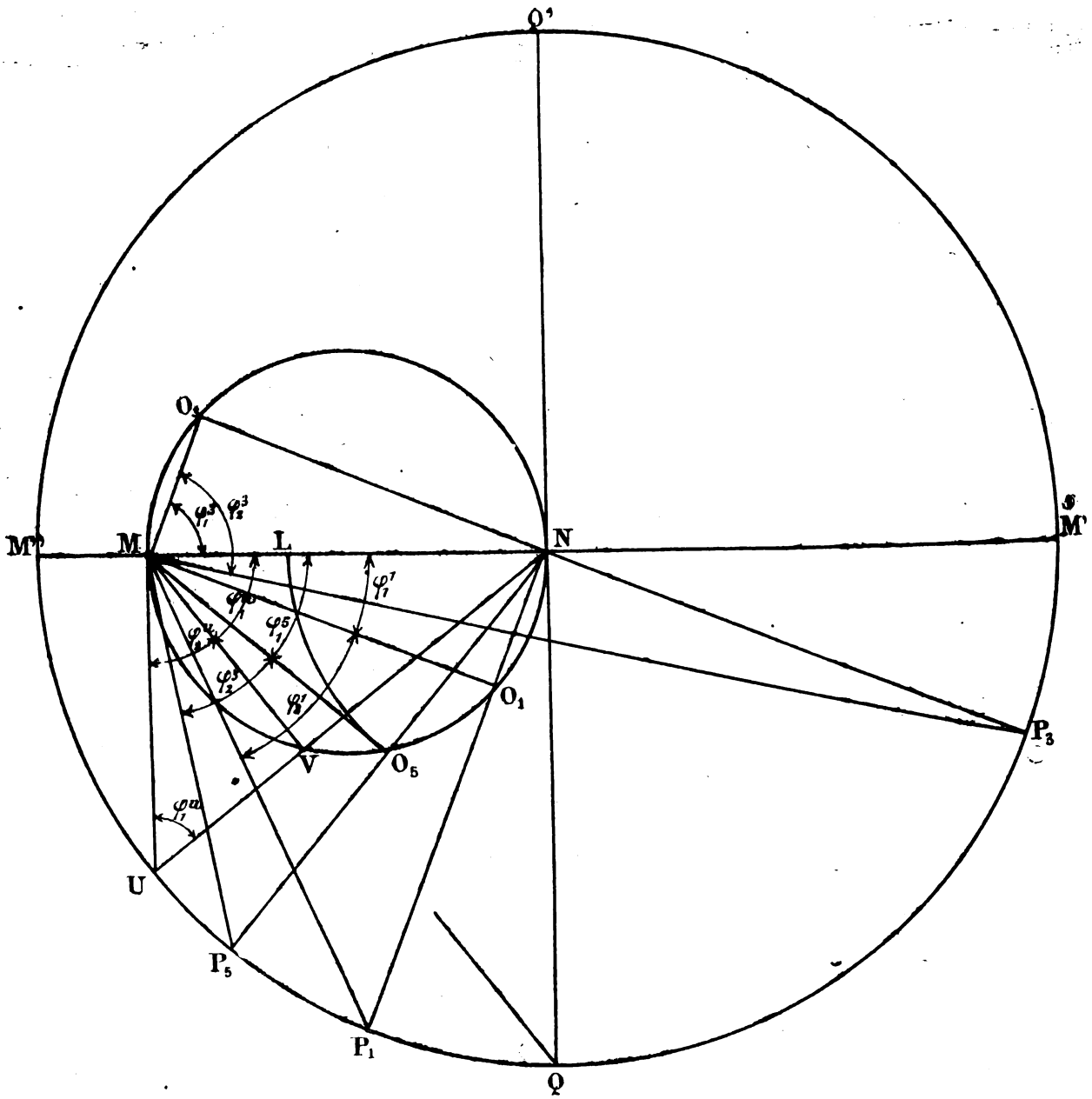


Fig. 8.

rence supérieure, NO_3 M vient dans une position conque O_3.

A ce moment-là $\varphi_1^3 < 0$ et le triangle à construire est MO_3P_3, qui donne $O_3MP_3 = \varphi_2^3 < 0$.

O_3 venant en M, $\varphi_1 = -\frac{\pi}{2}$ et cos $\varphi_1 = 0$ en même temps que P vient en M′ et que, par conséquent, $\varphi_2 = -\frac{\pi}{2}$ et cos $\varphi_2 = 0$ la courbe revient à l'origine après en être partie. C'est la branche descendante.

Application des trois règles. — 1° *Règle* cos $\varphi_2 = 1$,

Digitized by Google

— Du point M, on ne peut mener de tangente à la circonférence décrite de N comme centre avec S comme rayon, ce point M étant intérieur.

On ne pourra donc avoir $\cos\varphi_2 = 1$.

Nous avions vu (§ VII, 3e) que l'abscisse de la courbe (fig. 4) correspondante serait $\sqrt{1 - \frac{S^2}{R^2}}$; cette abscisse est donc imaginaire puisque, par hypothèses $S > R$.

2° *Règle* $\cos\varphi_1 = 1$. — On mène la tangente en N à la circonférence de diamètre R, on la prolonge jusqu'à son intersection en Q avec la circonférence de rayon S. On a $\varphi_2 = \text{NMQ}$ tel que $\operatorname{tg}\varphi_2 = \frac{S}{R}$.

3° *Règle* $\cos\varphi_1 = \cos\varphi_2$. — De N comme centre avec un rayon égal à $\text{NL} = \frac{S}{2}$ on décrit une circonférence qui est coupée en O_3 par la circonférence de diamètre MN.

On a

$$\sin\varphi_1^5 = \frac{S}{2R}.$$

Pour que les deux circonférences se coupent, il faut que $\frac{S}{2}$ soit inférieur à $\text{MN} = R$.

En effet si $\frac{S}{2} > R$, le rapport $\frac{S}{2R}$ est supérieur à 1 et ne peut représenter un sinus. Comme cas limite, si $\frac{S}{R} = 2$, les deux circonférences qui doivent se couper pour donner O_3 sont tangentes en M et $\text{NMO}_3 = -\frac{\pi}{2}$ d'où $\cos\varphi_2 = 0$. La courbe de niveau $\frac{S}{R} = 2$ est tangente à l'origine à la bissectrice des axes. Pour $\frac{S}{R} > 2$ les courbes de niveau ne coupent pas la bissectrice (Voir fig. 4).

Recherche de la tangente horizontale et de son point de contact. — Calcul et construction. — La tangente horizontale est déterminée par le maximum de $\cos\varphi_2$.

La figure 8 nous permet de le calculer.

Le triangle MO_1P_1 nous donne, en effet

$$\operatorname{tg}\varphi_2' = \frac{\text{O}_1\text{P}_1}{\text{O}_1\text{M}} = \frac{S - R\sin\varphi_1'}{R\cos\varphi_1'}.$$

Comme $\varphi_2' < \frac{\pi}{2}$, on peut chercher, au lieu de la valeur de φ_1' qui rend $\cos\varphi_2'$ maximum, celle qui rend $\operatorname{tg}\varphi_2'$ minimum.

Tous calculs faits, la dérivée de $\operatorname{tg}\varphi_2'$ a pour expression

$$\frac{S\sin\varphi_1' - R}{R\cos^2\varphi_1'},$$

et s'annule pour $\sin\varphi_1' = \frac{R}{S}$.

Pour toute valeur telle que $\sin\varphi_1 < \frac{R}{S}$, la dérivée de $\operatorname{tg}\varphi_2$ est négative, la tg décroît.

Pour toute valeur telle que $\sin\varphi_1 > \frac{R}{S}$ la dérivée est positive et $\operatorname{tg}\varphi_2$ croît.

La valeur $\sin\varphi_1 = \frac{R}{S}$ qui annule la dérivée correspond donc bien à un minimum de $\operatorname{tg}\varphi_2$, c'est-à-dire à un maximum de $\cos\varphi_2$.

De $\sin\varphi_1$ on déduit $\cos\varphi_1$ et l'équation (4) donne $\operatorname{tg}\varphi_2$, d'où $\cos\varphi_2$.

Cette valeur de φ_1 peut se trouver facilement au moyen de la construction graphique suivante :

Traçons les deux circonférences ayant respectivement pour diamètre R et pour rayon S (fig. 8).

Construisons le triangle rectangle NMU ayant $\text{MN} = R$ pour un des côtés de l'angle droit et $\text{NU} = S$ pour hypoténuse. L'angle MUN est tel que $\sin\text{MUN} = \frac{R}{S}$ et comme $\widehat{\text{NMV}} = \widehat{\text{MUN}}$; la construction est la suivante.

Pour avoir l'angle φ_1 correspondant au maximum de $\cos\varphi_2$ on mène MU tangente au cercle de diamètre R jusqu'à son intersection en U avec la circonférence de rayon S : $\widehat{\text{MUN}} = \widehat{\text{NMV}}$ est l'angle cherché.

La figure 8 montre immédiatement que dans ce cas-là φ_1 et φ_2 sont complémentaires ; donc $\sin\varphi_1 = \cos\varphi_2$ et l'équation de la tangente horizontale est $\cos\varphi_2 = \frac{R}{S}$.

Remarque sur les abscisses des points de contacts. — Pour $\frac{S}{R} \leq 1$, la courbe est tangente à l'horizontale $\cos\varphi_2 = 1$ en un point dont l'abscisse est $\cos\varphi_1 = \sqrt{1 - \frac{S^2}{R^2}}$ (§ VII, 3e).

Pour $\frac{S}{R} > 1$, la courbe a une tangente horizontale que nous venons d'apprendre à calculer, et l'abscisse du point de contact est $\cos\varphi_1 = \sqrt{1 - \frac{R^2}{S^2}}$.

Si on considère les deux courbes de niveau correspondant l'une à $\frac{S}{R} = K$ avec $K < 1$ et l'autre à $\frac{S}{R} = \frac{1}{K}$ le point de contact avec $\cos\varphi_2 = 1$ a pour abscisse $x = \cos\varphi_1 = \sqrt{1 - K^2}$ pour la première et pour la seconde le point de contact avec la tangente horizontale a pour abscisse $x' = \cos\varphi_1 = \sqrt{1 - K^2} = x$.

En d'autres termes, une parallèle à oy ayant pour équation $x = \sqrt{1 - K^2}$ rencontre sur leurs points de contact la tangente horizontale de la courbe $\frac{S}{R} = \frac{1}{K}$ et

Digitized by Google

la tangente horizontale de la courbe $\frac{S}{R} = K$, K étant un nombre quelconque inférieur à 1

C'est ainsi que pour $K = 0.50$, la droite

$$x = \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

rencontre

1° En $y = 1$ (tangente horizontale) la courbe de niveau $\frac{S}{R} = 0{,}50$;

2° En $y = \frac{R}{S} = \frac{1}{2}$ (tangente horizontale) la courbe de niveau $\frac{S}{R} = 2$.

IX. — **Réalisations pratiques et applications des diagrammes qui précèdent.** — Les diagrammes précédents trouvent leurs applications en tous points des réseaux électriques, ainsi que le montrent les exemples détaillés ci-après, et qui sont tous pris dans la réalité.

Toutefois, on pourrait énoncer que les cas où $\frac{S}{R} \leq 0{,}50$ s'appliquent plus particulièrement aux usines, les cas où $\frac{S}{R} > 0{,}50$ et $\frac{S}{R} = 2$ ou 3 s'appliquent aux nœuds de réseau.

A. — Usines. — On a, actuellement, toujours $\varphi_1 > 0$ (déphasé en arrière) et il ne semble pas jusqu'ici très désirable ni très économique d'établir des moteurs synchrones donnant un courant d'intensité S très voisine de l'intensité R du réseau.

La figure 4 montre d'ailleurs que pour $\cos \varphi_1 = 0{,}50$, valeur voisine du minimum réalisé par des réseaux fonctionnant dans de très mauvaises conditions, on peut avoir $\cos \varphi_2 = 0{,}55$ pour $\frac{S}{R} = 0{,}10$ et $\cos \varphi_2 = 0{,}80$, pour $\frac{S}{R} = 0{,}50$.

Avec un réseau ordinaire ayant $\cos \varphi_1 = 0{,}70$, on peut avoir $\cos \varphi_2 = 0{,}76$ pour $\frac{S}{R} = 0{,}10$ et $\cos \varphi_2 = 0{,}96$ pour $\frac{S}{R} = 0{,}50$

On peut donc admettre que, dans la plupart des cas, $\frac{S}{R}$ compris entre 0,10 et 0,40 donnera une valeur de $\cos \varphi_2$ comprise entre les limites dont la pratique nous a appris à nous contenter.

C'est dans ce cas que rentre la marche décrite au paragraphe XIII et représentée par la figure 9; dans ce montage, on avait $\frac{S}{R} = 0{,}25$ ce qui permettait d'élever le $\cos \varphi_2$ à l'usine A de 0,65 à 0,80, le câble reliant les usines A et B étant parcouru de C en B uniquement par du courant déphasé en avant sous un facteur de puissance égal à 0,10 environ. Une première composition des vecteurs d'intensité se faisait en C, une deuxième en A.

Il est bien entendu que l'adoption d'une telle disposition était due uniquement à des conditions locales, et que le moteur synchrone S eût été beaucoup mieux placé soit en C, soit en A, suivant l'importance relative et les facteurs de puissance respectifs des réseaux A et C.

L'épure se fait sans difficulté et je n'y insiste pas.

B. — Nœuds du réseau. — Les diagrammes et calculs relatifs à $\frac{S}{R} > 0{,}50$ s'appliquent avec intérêt à certains nœuds du réseau (sous-stations, centres de cou-

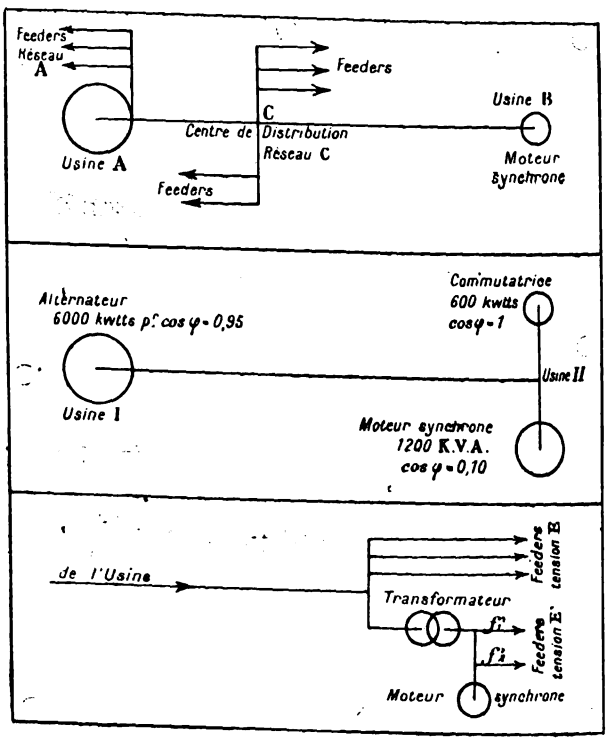


Fig. 9, 10 et 11.

pure, etc...) J'en donnerai deux exemples qui se sont trouvés réalisés dans la pratique. Je dis « se sont trouvés » parce qu'on a été un beau jour amené, de par les conditions de fonctionnement du réseau, à utiliser en moteurs synchrones surexcités à vide, des alternateurs qui n'avaient nullement été prévus pour ce rôle, et que l'on a employés tels quels, les mettant en marche là même où ils se trouvaient, afin d'apporter une amélioration dans les alternateurs mêmes de l'usine principale.

1° Exemple (fig. 10). — Une usine avait un alternateur construit pour fournir 6 000 kv-a sous $\cos \varphi_1 = 0{,}95$. Les circonstances ont obligé les exploitants à faire marcher cet alternateur seul sur un réseau ayant

Digitized by Google

cos $\varphi_1 = 0{,}65$. Le groupe ne pouvait donc fournir plus de 3000 kv-A. Pour avoir un cos φ_2 plus élevé, on a pris la combinaison suivante :

L'usine I s'est reliée par un câble à une autre usine II avec laquelle la marche en parallèle ne pouvait se faire, pour des raisons d'ordre non technique. Il a détaché de son propre réseau une sous-station (ou nœud de câbles) où se trouvaient déjà installés :

1° Une commutatrice fournissant une puissance moyenne de 600 kw sous cos $\varphi = 1$;

2° Une machine capable de marcher en moteur synchrone sous 1 200 kv-A et cos $\varphi = 0{,}10$ que nous supposerons cos $\varphi = 0$ ne cherchant pas à faire des calculs rigoureux.

Le câble qui relie l'usine I à la sous-station est parcouru par un courant que les courbes de la figure 4 nous permettent de déterminer.

Sur ce câble, nous avons en effet $\frac{S}{R} = \frac{1200}{600} = 2$ et cos $\varphi_1 = 1$. Donc cos φ_2 est donné par l'ordonnée 0,444 du point de contact de la courbe de niveau $\frac{S}{R} = 2$ avec la parallèle à oy cos $\varphi_1 = 1$.

Le câble est donc parcouru par un courant résultant correspondant à $\sqrt{\overline{600}^2 + \overline{1200}^2} = 1350$ kv-A si l'on néglige les pertes et du moteur synchrone et de la commutatrice avec son transformateur.

Ce courant est déphasé en avant avec cos $\varphi_2 = 0{,}44$. Ceci peut paraître anormal ; cette impression n'est due qu'à notre manque d'habitude,

Le régime est parfaitement stable et la commutatrice, qui alimente un réseau de traction, peut prendre sans aucun inconvénient ses surcharges habituelles de 100 pour 100.

2° Exemple. — a) *Cas simplifié.* — En un point du réseau, se trouve une sous-station de laquelle partent un certain nombre de feeders ayant pour facteur de puissance commun cos $\varphi = 0{,}65$ et absorbant un courant résultant R correspondant à 1 300 kv-A.

Si en ce point on met en marche un moteur synchrone produisant 1 000 kv-A en quadrature (et dont nous négligeons les pertes), ce moteur fournit la composante en quadrature toute entière (car pour cos $\varphi = 0{,}65$, sin $\varphi = 0{,}76$ et $1300 \times 0{,}76 = 988$ kv-A soit 1000 kv-A en chiffres ronds).

Le courant qui parcourt le câble, de l'usine à la sous-station, est donc égal à l'intensité de la composante active (ou wattée). Ce courant est minimum.

b) *Cas réel.* — Les choses ne sont pas aussi simples (fig. 11) ; à la sous-station sont branchés sur les barres :

1° Un certain nombre de feeders de départ alimentés à la tension E du réseau ;

2° 2 feeders f'_1 f'_2 alimentés à une tension E' différente de E (dans le cas particulier, $E' < E$ mais la grandeur relative n'intervient pas dans le raisonnement). Le moteur synchrone S est bobiné pour la tension E'.

Or f'_1 et f'_2 absorbent un courant résultant R correspondant à 1 000 kv-A sous cos $\varphi = 0{,}60$ et sin $\varphi = 0{,}80$.

La figure 4 montre que pour $\frac{S}{R} = 1$ et cos $\varphi_1 = 0{,}60$, on a cos $\varphi_2 = 0{,}955$ et $\varphi_2 < 0$.

La composition des vecteurs est celle indiquée sur la figure 12 pour $\frac{R}{S} = 1$.

Examinons quelle doit être la puissance en kilovolts-ampères du transformateur.

1° *Etude du courant dans le transformateur.* — Le courant parcourant le transformateur ou courant résultant est égal au courant que nous avions représenté par A (fig. 1).

Que se passe-t-il quand R varie ?

R peut varier de deux façons : soit à cos φ_1 constant, c'est le cas de l'arrêt d'un des deux feeders par exemple par suite d'avaries, soit avec variation concomitante de cos φ_1. Si par exemple R croît en variant peu et cos φ_1 augmente, c'est le cas de la pointe de lumière ; si R décroît en même temps que cos φ_1 diminue, c'est la marche de nuit avec peu de moteurs, presque pas d'éclairage et des transformateurs à vide.

2° *Pointe de lumière.* — R étant constant, cos φ_1 augmente.

Construisons encore notre circonférence de diamètre $R = MN$ et de N comme centre avec $MN = R = S$ comme

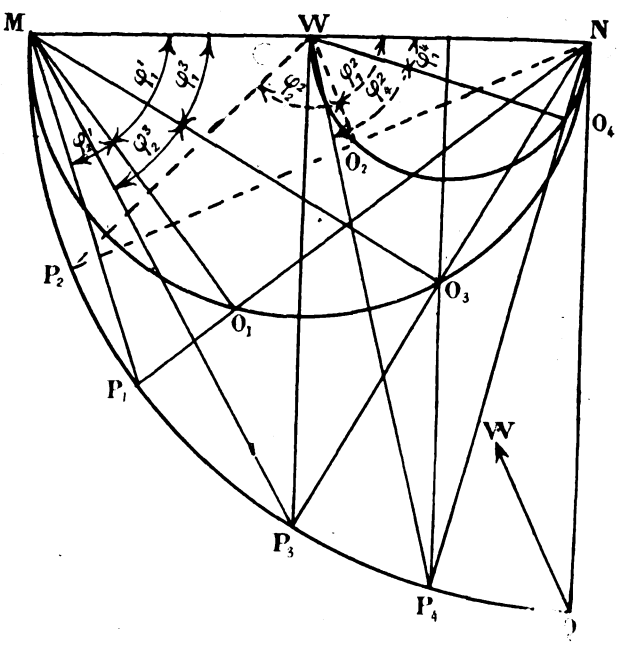


Fig. 12.

rayon, décrivons une circonférence qui est le lieu du point P, en employant les mêmes notations que précédemment (fig. 12).

Si on construit le triangle équilatéral MP_3N, le point P_3 est la position correspondant à $MN = MP_3 = NP_3$, c'est-à-dire $R = A = S$. Pour toute position P_1 à gauche de P_3 on a $A < R$ et $S = R$.

Digitized by Google

Pour toute position P_4 à droite de P_3 on a $A > R$ et comme A est le courant à fournir par le transformateur, ce transformateur devient insuffisant à partir de la position P_3 qui correspond à

$$\cos\varphi_1 = \cos NMO_3 = \cos\frac{\pi}{6} = 0{,}866.$$

C'est là une valeur rarement atteinte, mêmes aux heures d'éclairage, et par conséquent le transformateur reste suffisant.

3° *Diminution de la charge.* — Supposons que R devienne brusquement $\frac{R}{2}$ (cas où l'un des disjoncteurs vient à fonctionner, en supposant R également réparti sur les deux feeders et cos φ_1, le même sur ces deux feeders). Décrivons la demi-circonférence ayant pour diamètre $WN = \frac{R}{2}$. Si on construit le triangle isocèle WP_4N, le transformateur ne devient insuffisant qu'à partir du moment où P étant en P_4 et O en O_4 sur le cercle de diamètre WN, on a cos $\varphi_1 = \cos NWO_4 = 0{,}98$.

Si on avait cos $\varphi_1 = 1$, on aurait

$$WQ = A = \sqrt{\overline{WN}^2 + \overline{NQ}^2} = \sqrt{\frac{R^2}{4} + R^2} = \frac{R\sqrt{5}}{2} = 1{,}11\,R,$$

avec déphasage en avant

$$\cos\varphi_2 = \frac{WN}{WQ} = \frac{R}{2} \times \frac{1}{1{,}11\,R} = 0{,}45.$$

Donc, même dans le cas le plus défavorable où la charge devient $\frac{R}{2}$ avec cos $\varphi_1 = 1$, le courant dans le transformateur de puissance $R = T$ devient $A = 1{,}10\,T$, surcharge admissible pendant un temps suffisant pour faire les manœuvres rendues nécessaires par les nouvelles circonstances de fonctionnement (mise en service d'un nouveau transformateur ou remise en charge du câble dont le disjoncteur a fonctionné).

4° *Solution du cas général.* — Soit un réseau à la tension E qui alimente à une tension E', par un transformateur de rapport de transformation $\frac{E}{E'}$ et de puissance T kilovolt-ampères, un jeu de barres comportant :

1° Un certain nombre de feeders $f_1, f_2, \ldots f_n$ absorbant un courant dont la résultante est R sous le facteur de puissance cos φ_1 ;

2° Un moteur synchrone de puissance S kilovolt-ampères enroulé pour la tension E' (ou muni d'un transformateur de puissance S).

On fait la construction suivante :

On trace la demi-circonférence de diamètre MA = R (fig. 13).

De M comme centre avec un rayon MJ = T on trace une première circonférence.

De N comme centre avec un rayon NP = S on trace une deuxième circonférence coupant la précédente en J.

Pour tout point de cette deuxième circonférence, tel que P_1 à gauche de J, on a $A = MP_1 < MJ$, le transformateur T est suffisant ; pour tout point P à droite de J, il est insuffisant puisque $A = MP_2 > MJ$.

Si les deux circonférences ne se coupent pas, c'est-à-dire si MH $\leq$ NP ou $S \leq T$, on a le cas de la figure 14 et le transformateur est insuffisant, ou bien on a

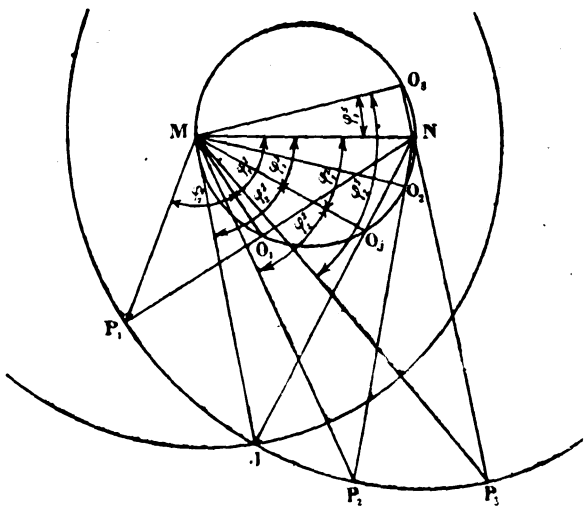


Fig. 13.

MK $\geq$ MN'', c'est-à-dire $T \geq R + S$ (fig. 15) et le transformateur est toujours suffisant, puisque T est toujours supérieur au courant résultant A, lequel courant A est représenté par un vecteur NP dont une extrémité est fixe en M et dont l'autre décrit la circonférence N'PN''N'$_1$,

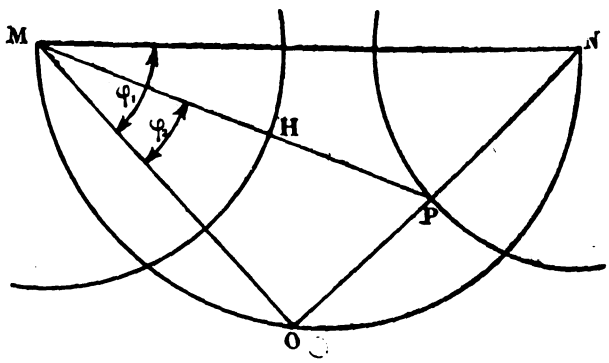


Fig. 14.

X. — **Réalisation pratique des moteurs synchrones.** — Pour réaliser un moteur synchrone, il n'est pas du tout nécessaire de faire construire des machines spéciales.

En cas de nécessité, l'un quelconque des alternateurs de l'usine peut très bien jouer ce rôle.

Dans ce cas, deux modes de démarrage peuvent s'employer.

Digitized by Google

Le premier consiste à laisser le groupe tel quel : l'alternateur démarre et est amené au synchronisme au moyen de la turbine qui le commande d'habitude. Le couplage se fait à la façon ordinaire, puis aussitôt l'alternateur couplé, on ferme la vanne d'arrivée de vapeur en ne laissant passer qu'un petit filet de vapeur permettant juste d'entretenir le vide dans le corps de la turbine, de manière à empêcher l'échauffement des aubages.

Bien entendu, il faut conserver en marche les machines auxiliaires de la condensation et prendre les précautions qui seraient nécessaires pour empêcher toute rentrée d'air par les paliers de la turbine et leurs boîtes étanches. Il est désirable que l'extraction de l'air et celle de l'eau soit assurée par des éjecteurs (air) ou des

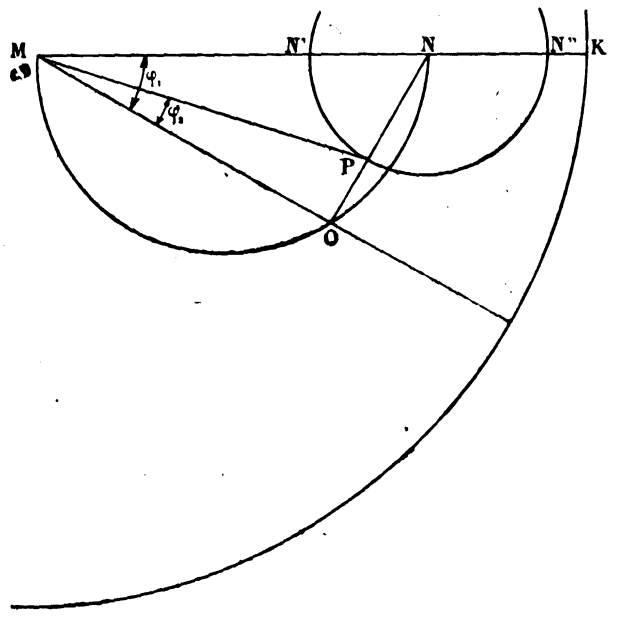


Fig. 15.

organes rotatifs (air, eau), car les anciennes pompes à piston extrayant à la fois l'air et l'eau fonctionnent assez mal dans ces conditions : elles cognent et leurs coussinets de tête et de pied de bielle sont rapidement détériorés.

Un groupe électrogène de puissance inférieure à 10000 kw ou 10000 kv-A et tournant à 1000 ou 1500 t: min absorbe ainsi environ 12 pour 100 de sa puissance nominale. C'est ainsi qu'un groupe de 3000 kv-A marchant en moteur synchrone absorbe environ 360 kw pour vaincre ses frottements mécaniques, actionner son excitatrice et ses auxiliaires du condenseur à surface (circulation, extraction d'eau, extraction d'air). Il marche donc sous un facteur de puissance égal à $\frac{360}{3000} = 0{,}12$, s'il fournit 3000 kv-A en quadrature.

Cette faible valeur du facteur de puissance ne modifie pas de manière intéressante les diagrammes établis pour un facteur de puissance rigoureusement nul et les théories précédentes s'appliquent complètement.

Le deuxième mode de démarrage consiste à découpler l'alternateur A de sa turbine A' et à le démarrer au moyen d'un autre alternateur B de l'usine, que l'on met en marche progressivement au moyen de sa turbine B' après avoir couplé les alternateurs borne à borne et leur avoir donné au moyen d'une source indépendante, le courant d'excitation correspondant à peu près à une tension à vide égale à celle du réseau.

Une fois l'ensemble amené au synchronisme à la manière ordinaire et couplé sur le réseau, on coupe le groupe qui a servi au démarrage B et on laisse le moteur synchrone A continuer sa marche. On peut alors lui rendre l'excitation de son excitatrice, s'il en a une.

Dans ces conditions, un alternateur absorbe en général moins de 5 pour 100 de sa puissance nominale pour vaincre ses frottements, entraîner son excitatrice, compenser ses pertes mécaniques et électriques.

Il y a, bien entendu, des précautions à prendre pour que le graissage se fasse d'une façon aussi sûre que si la turbine était en marche.

XI. — **Réglage de la tension.** — Dans la marche des moteurs synchrones, une précaution est à prendre : c'est le réglage de la tension. La tension a une tendance à monter dès que le courant en quadrature est fourni par le moteur synchrone.

C'est ainsi qu'un moteur synchrone donnant $\frac{S}{R} = 0{,}25$, introduit sur un réseau de $\cos \varphi_1 = 0{,}60$ à $0{,}65$, fait monter la tension de 15 à 10 pour 100 en élevant le $\cos \varphi_2$ à $0{,}75$ ou $0{,}80$.

XII. — **Excitation des moteurs synchrones.** — Il y a une précaution à prendre pour assurer d'une façon certaine et sans aléa l'excitation des moteurs synchrones. Si ces moteurs sont installés dans l'usine même près des alternateurs dont ils améliorent le facteur de puissance, on peut les exciter comme on juge bon et, s'il y a une source centrale d'excitation pour tous les alternateurs, les moteurs synchrones peuvent sans inconvénients être reliés à cette source.

Si, au contraire, ces moteurs synchrones sont installés en un point quelconque du réseau, il est indispensable que leur excitation soit assurée sans avoir aucune rupture ou aucun arrêt à craindre pour quelque cause que ce soit. C'est dire que l'excitatrice en bout d'arbre est la seule qui convienne à ces applications.

XIII. — **Marche des groupes électrogènes en moteurs synchrones.** — Quand on emploie la solution indiquée au paragraphe X, sans découpler la turbine, on peut adopter la marche suivante :

Pendant la journée, quand la demande du réseau est plus faible et le facteur de puissance plus bas, on fait marcher le groupe électrogène en moteur synchrone. Aux heures de pointe, quand le facteur de puissance

Digitized by Google

augmente du fait de l'augmentation de la charge des transformateurs et du fait de l'emploi d'un grand nombre de lampes à incandescence, on ouvre la vanne de vapeur et, l'alternateur se trouvant tout couplé, il n'y a plus qu'à agir sur le régulateur de la turbine pour faire débiter au groupe du courant watté.

Inversement de ce que nous disions au paragraphe précédent, il faut encore surveiller la tension qui aurait une tendance à descendre à mesure que le moteur synchrone devient alternateur.

C'est ainsi que, pendant l'hiver 1917-1918, les deux usines des figures 9 à 11, se sont porté secours de la manière suivante : l'usine A desservant un réseau R_A avec un cos $\varphi_1 = 0{,}65$, la mise en marche à l'usine B d'un turbo-alternateur marchant en moteur synchrone S et tel que $\frac{S}{R_A} = 0{,}25$ permettait d'obtenir à l'usine A un cos $\varphi_2 = 0{,}80$, l'usine B continuant d'alimenter son réseau R_B distinct de R_A et n'ayant avec lui aucun point commun. Aux heures de pointe, B ouvrait en grand la vanne d'arrivée de vapeur de S et agissait sur le régulateur pour faire marcher S en alternateur générateur, apportant ainsi un appoint de courant en phase et actif à l'heure où l'amélioration de cos φ_1 diminuait le courant en quadrature malgré l'augmentation de la charge active ou wattée.

XIV. — **Conclusions.** — Les quelques remarques énoncées ci-dessus permettent de se rendre compte des améliorations que peut introduire dans un réseau l'emploi de moteurs synchrones répartis suivant les nécessités du réseau, ou suivant telle loi déterminée.

Il ne faut toutefois pas perdre de vue que l'installation de pareils moteurs est une grosse dépense et que bien souvent l'exploitant pourra être amené après étude à installer non pas un moteur synchrone, mais un véritable groupe de rechange.

Par contre, c'est une utilisation très judicieuse des alternateurs au fur et à mesure que les progrès de la construction ou l'extension de l'usine amènent à réformer les turbines correspondantes pour vétusté ou trop forte consommation de vapeur.

Quoi qu'il en soit, il ne faut pas se dissimuler que l'obtention d'une amélioration un peu notable du facteur de puissance des alternateurs ne va pas sans l'emploi d'un moteur synchrone de puissance élevée proportionnellement à celle des alternateurs en service.

Il n'y a qu'à se rapporter aux diagrammes et notamment à la figure 4 pour s'en rendre un compte très net.

Paul RIEUNIER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Sur les grandes vitesses de l'eau dans les conduites

L'auteur a étudié l'écoulement de l'eau dans les tubes pour des vitesses considérables atteignant 80 m : sec ; il a montré que, pour ces vitesses, la loi de la perte de charge était rigoureusement la même que pour les faibles vitesses inférieures à 10 m : sec, qui seules avaient été envisagées jusqu'à maintenant.

Les hautes pressions actuellement utilisées dans l'industrie hydraulique peuvent donner à l'eau des vitesses considérables de l'ordre de 100 m : sec, par exemple ; jusqu'à présent, l'étude de ces vitesses a été, du moins à ma connaissance, complètement laissée de côté, les expériences signalées concernant toutes des vitesses inférieures à 10 m : sec. L'objet de cette note est d'indiquer les résultats que j'ai obtenus relativement aux pertes de charge dans les tubes pour des vitesses atteignant 80 m : sec.

La disposition adoptée est la suivante :

Un accumulateur de 1 000 litres de capacité et dont la pression est 150 kg : cm², équivalant par conséquent aux plus hautes chutes utilisées actuellement, est mis en communication avec le tube horizontal dans lequel l'eau s'écoule ; un robinet à pointeau, placé entre l'accumulateur et le tube, permet de faire varier la vitesse à [illegible] au.

Considérons un tube horizontal et supposons que la vitesse est partout parallèle à l'axe du tube et que le régime permanent est établi ; prenons l'axe du tube à partir de l'orifice d'entrée comme axe des x, oy horizontal et oz vertical, et appliquons les équations générales du mouvement des liquides pesants doués de viscosité. La vitesse se réduit à la composante u parallèle à ox, les deux autres composantes v et w sont nulles ; on en déduit facilement que $\frac{\partial p}{\partial y} = \frac{\partial p}{\partial z} = 0$, c'est-à-dire que la pression est uniforme dans toute la section du tube. L'équation de continuité donne $\frac{\partial u}{\partial x} = 0$, ce qui veut dire que la vitesse du fluide est la même en tous les points d'une même parallèle à l'axe du tube. Enfin, on trouve que $\frac{\partial p}{\partial x} =$ constante, c'est-à-dire que la pression varie uniformément d'une extrémité à l'autre du tube.

Etendons ces résultats au cas des grandes vitesses.

Nous mesurerons les pertes de charge en évaluant les pressions en divers points du tube ; il ne serait pas correct de mesurer la différence des pressions aux deux extrémités du tube, car la pression P'_0 qui règne dans la section du tube à l'orifice d'entrée diffère beaucoup de la pression P_0 dans le réservoir qui alimente le tube mesurée en un point où le liquide est immobile. La différence $P_0 - P'_0$ correspond à la chute de pression

Digitized by Google

nécessaire pour donner au liquide la force vive qu'il a à l'entrée du tube et pour vaincre les frottements des filets liquides les uns contre les autres, dans le réservoir qui alimente le tube. A la sortie, au contraire, l'examen du jet montre que la distribution des vitesses est la même que dans l'intérieur du tube; on peut en conclure qu'il en est de même pour les pressions. Il n'y aurait donc pas de difficulté pour l'extrémité aval du tube, mais en revanche l'évaluation de la différence $P_0 - P'_0$ à l'entrée serait bien incertaine. Il faut remarquer en outre que la contraction de la veine, qui se produit dans la partie antérieure du tube, rend complètement inexacte pour cette région l'hypothèse du parallélisme des filets liquides à l'axe du tube; par exemple, dans un tube de 3 mm de diamètre et de 0,20 m de longueur, traversé par de l'eau ayant à la sortie une vitesse de 80 m : sec, la contraction de la veine est telle qu'à 5 cm de l'entrée la pression y devient sensiblement égale à la pression atmosphérique et que le tube peut être ouvert en ce point sans qu'il y ait écoulement de l'eau à l'extérieur.

Il en résulte qu'il faut mesurer les pressions à une certaine distance, 12 cm au moins, de l'orifice d'entrée et employer des tubes de 0,50 de longueur au minimum. Les manomètres étaient des appareils Bourdon, étalonnés, avant et après l'essai, par un manomètre Marcey (piston chargé de poids) alimenté par une pompe Decauville du modèle de celles qui servent à essayer les obus.

Les tubes étudiés avaient un diamètre intérieur de 3 mm environ, qui était mesuré au moyen d'un microscope à réticule, muni d'un chariot micrométrique. Les expériences ont porté sur 3 tubes, un de cuivre rouge, les deux autres de laiton. Voici quelques résultats correspondant à un tube de laiton :

Diamètre intérieur : 0,0029 m, longueur : 0,483 m.

Dans la première colonne du tableau ci-joint, J désigne la quantité $-\frac{\partial p}{\partial x}$, évaluée en mètres d'eau par mètre de longueur; la première colonne donne les valeurs correspondantes de la vitesse moyenne U égale au quotient du débit par la section, évaluée en mètres par seconde.

NUMÉROS	U	J	log U	log J
1	79,9	2 060	1,90	3,31
2	79,9	2 000	1,90	3,30
3	74,1	1 690	1,87	3,23
4	66,0	1 400	1,82	3,14
5	55,6	930	1,75	2,97
6	46,7	642*	1,67	2,81
7	45,0	626	1,65	2,80
8	37,9	452	1,58	2,65
9	30,9	312	1,49	2,49
10	22,9	176	1,36	2,25
11	7,82	24,7	0,89	1,39
12	3,84	6,78	0,58	0,83
13	3,70	6,10	0,57	0,79
14	3,45	5,52	0,54	0,74
15	2,27	2,77	0,36	0,44
16	1,84	1,89	0,26	0,28
17	1,37	1,11	0,14	0,047
18	1,10	0,74	0,041	—0,133
19	0,71	0,302	—0,15	—0,52
20	0,493	0,244	—0,31	—0,61
21	0,197	0,076	—0,70	—1,12
22	0,093	0,040	—1,03	—1,40

Si l'on construit la courbe (fig. 1) ayant comme abscisse log U et comme ordonnée log $\left(-\frac{\partial p}{\partial x}\right)$, les points correspondant aux vitesses inférieures à

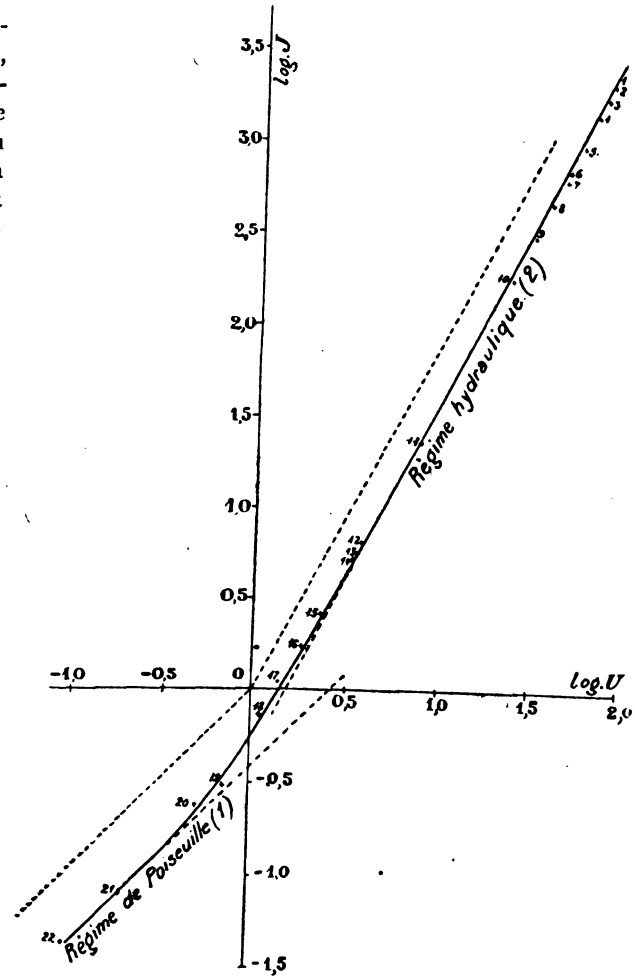


Fig. 1.

0,50 m : sec se placent sur une droite ayant pour équation

$$\log J = \log U - 0{,}395, \qquad (1)$$

cette droite représente le *régime de Poiseuille*. Les points correspondant à des vitesses supérieures à 2,50 m : sec se placent sur une droite

$$\log J = 1{,}93 \log U - 0{,}36, \qquad (2)$$

qui représente *le régime hydraulique*. Tout ceci est con-

Digitized by Google

augmente du fait de l'augmentation de la charge des transformateurs et du fait de l'emploi d'un grand nombre de lampes à incandescence, on ouvre la vanne de vapeur et, l'alternateur se trouvant tout couplé, il n'y a plus qu'à agir sur le régulateur de la turbine pour faire débiter au groupe du courant watté.

Inversement de ce que nous disions au paragraphe précédent, il faut encore surveiller la tension qui aurait une tendance à descendre à mesure que le moteur synchrone devient alternateur.

C'est ainsi que, pendant l'hiver 1917-1918, les deux usines des figures 9 à 11, se sont porté secours de la manière suivante : l'usine A desservant un réseau R_A avec un cos $\varphi_1 = 0{,}65$, la mise en marche à l'usine B d'un turbo-alternateur marchant en moteur synchrone S et tel que $\frac{S}{R_A} = 0{,}25$ permettait d'obtenir à l'usine A un cos $\varphi_2 = 0{,}80$, l'usine B continuant d'alimenter son réseau R_B distinct de R_A et n'ayant avec lui aucun point commun. Aux heures de pointe, B ouvrait en grand la vanne d'arrivée de vapeur de S et agissait sur le régulateur pour faire marcher S en alternateur générateur, apportant ainsi un appoint de courant en phase et actif à l'heure où l'amélioration de cos φ_1 diminuait le courant en quadrature malgré l'augmentation de la charge active ou wattée.

XIV. — **Conclusions.** — Les quelques remarques énoncées ci-dessus permettent de se rendre compte des améliorations que peut introduire dans un réseau l'emploi de moteurs synchrones répartis suivant les nécessités du réseau, ou suivant telle loi déterminée.

Il ne faut toutefois pas perdre de vue que l'installation de pareils moteurs est une grosse dépense et que bien souvent l'exploitant pourra être amené après étude à installer non pas un moteur synchrone, mais un véritable groupe de rechange.

Par contre, c'est une utilisation très judicieuse des alternateurs au fur et à mesure que les progrès de la construction ou l'extension de l'usine amènent à réformer les turbines correspondantes pour vétusté ou trop forte consommation de vapeur.

Quoi qu'il en soit, il ne faut pas se dissimuler que l'obtention d'une amélioration un peu notable du facteur de puissance des alternateurs ne va pas sans l'emploi d'un moteur synchrone de puissance élevée proportionnellement à celle des alternateurs en service.

Il n'y a qu'à se rapporter aux diagrammes et notamment à la figure 4 pour s'en rendre un compte très net.

Paul Rieunier,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Sur les grandes vitesses de l'eau dans les conduites

L'auteur a étudié l'écoulement de l'eau dans les tubes pour des vitesses considérables atteignant 80 m : sec ; il a montré que, pour ces vitesses, la loi de la perte de charge était rigoureusement la même que pour les faibles vitesses inférieures à 10 m : sec, qui seules avaient été envisagées jusqu'à maintenant.

Les hautes pressions actuellement utilisées dans l'industrie hydraulique peuvent donner à l'eau des vitesses considérables de l'ordre de 100 m : sec, par exemple ; jusqu'à présent, l'étude de ces vitesses a été, du moins à ma connaissance, complètement laissée de côté, les expériences signalées concernant toutes des vitesses inférieures à 10 m : sec. L'objet de cette note est d'indiquer les résultats que j'ai obtenus relativement aux pertes de charge dans les tubes pour des vitesses atteignant 80 m : sec.

La disposition adoptée est la suivante :

Un accumulateur de 1 000 litres de capacité et dont la pression est 150 kg : cm², équivalant par conséquent aux plus hautes chutes utilisées actuellement, est mis en communication avec le tube horizontal dans lequel l'eau s'écoule ; un robinet à pointeau, placé entre l'accumulateur et le tube, permet de faire varier la vitesse à [illegible] au.

Considérons un tube horizontal et supposons que la vitesse est partout parallèle à l'axe du tube et que le régime permanent est établi ; prenons l'axe du tube à partir de l'orifice d'entrée comme axe des x, oy horizontal et oz vertical, et appliquons les équations générales du mouvement des liquides pesants doués de viscosité. La vitesse se réduit à la composante u parallèle à ox, les deux autres composantes v et w sont nulles ; on en déduit facilement que $\frac{\partial p}{\partial y} = \frac{\partial p}{\partial z} = 0$, c'est-à-dire que la pression est uniforme dans toute la section du tube. L'équation de continuité donne $\frac{\partial u}{\partial x} = 0$, ce qui veut dire que la vitesse du fluide est la même en tous les points d'une même parallèle à l'axe du tube. Enfin, on trouve que $\frac{\partial p}{\partial x} =$ constante, c'est-à-dire que la pression varie uniformément d'une extrémité à l'autre du tube.

Etendons ces résultats au cas des grandes vitesses.

Nous mesurerons les pertes de charge en évaluant les pressions en divers points du tube ; il ne serait pas correct de mesurer la différence des pressions aux deux extrémités du tube, car la pression P'_0 qui règne dans la section du tube à l'orifice d'entrée diffère beaucoup de la pression P_0 dans le réservoir qui alimente le tube mesurée en un point où le liquide est immobile. La différence $P_0 - P'_0$ correspond à la chute de pression

Digitized by Google

nécessaire pour donner au liquide la force vive qu'il a à l'entrée du tube et pour vaincre les frottements des filets liquides les uns contre les autres, dans le réservoir qui alimente le tube. A la sortie, au contraire, l'examen du jet montre que la distribution des vitesses est la même que dans l'intérieur du tube; on peut en conclure qu'il en est de même pour les pressions. Il n'y aurait donc pas de difficulté pour l'extrémité aval du tube, mais en revanche l'évaluation de la différence $P_0 - P'_0$ à l'entrée serait bien incertaine. Il faut remarquer en outre que la contraction de la veine, qui se produit dans la partie antérieure du tube, rend complètement inexacte pour cette région l'hypothèse du parallélisme des filets liquides à l'axe du tube; par exemple, dans un tube de 3 mm de diamètre et de 0,20 m de longueur, traversé par de l'eau ayant à la sortie une vitesse de 80 m:sec, la contraction de la veine est telle qu'à 5 cm de l'entrée la pression y devient sensiblement égale à la pression atmosphérique et que le tube peut être ouvert en ce point sans qu'il y ait écoulement de l'eau à l'extérieur.

Il en résulte qu'il faut mesurer les pressions à une certaine distance, 12 cm au moins, de l'orifice d'entrée et employer des tubes de 0,50 de longueur au minimum. Les manomètres étaient des appareils Bourdon, étalonnés, avant et après l'essai, par un manomètre Mareex (piston chargé de poids) alimenté par une pompe Decauville du modèle de celles qui servent à essayer les obus.

Les tubes étudiés avaient un diamètre intérieur de 3 mm environ, qui était mesuré au moyen d'un microscope à réticule, muni d'un chariot micrométrique. Les expériences ont porté sur 3 tubes, un de cuivre rouge, les deux autres de laiton. Voici quelques résultats correspondant à un tube de laiton :

Diamètre intérieur: 0,0029 m, longueur : 0,183 m.

Dans la première colonne du tableau ci-joint, J désigne la quantité $-\frac{\partial p}{\partial x}$, évaluée en mètres d'eau par mètre de longueur; la première colonne donne les valeurs correspondantes de la vitesse moyenne U égale au quotient du débit par la section, évaluée en mètres par seconde.

NUMÉROS	U	J	log U	log J
1	79,9	2 060	1,90	3,31
2	79,9	2 000	1,90	3,30
3	74,1	1 690	1,87	3,23
4	66,0	1 400	1,82	3,14
5	55,6	930	1,75	2,97
6	46,7	642	1,67	2,81
7	45,0	626	1,65	2,80
8	37,9	452	1,58	2,65
9	30,9	312	1,49	2,49
10	22,9	176	1,36	2,25
11	7,82	24,7	0,89	1,39
12	3,84	6,78	0,58	0,83
13	3,70	6,10	0,57	0,79
14	3,45	5,52	0,54	0,74
15	2,27	2,77	0,36	0,44
16	1,84	1,89	0,26	0,28
17	1,37	1,11	0,14	0,047
18	1,10	0,74	0,041	—0,133
19	0,71	0,302	—0,15	—0,52
20	0,493	0,244	—0,31	—0,61
21	0,197	0,076	—0,70	—1,12
22	0,093	0,040	—1,03	—1,40

Si l'on construit la courbe (fig. 1) ayant comme abscisse log U et comme ordonnée log $\left(-\frac{\partial p}{\partial x}\right)$, les points correspondant aux vitesses inférieures à

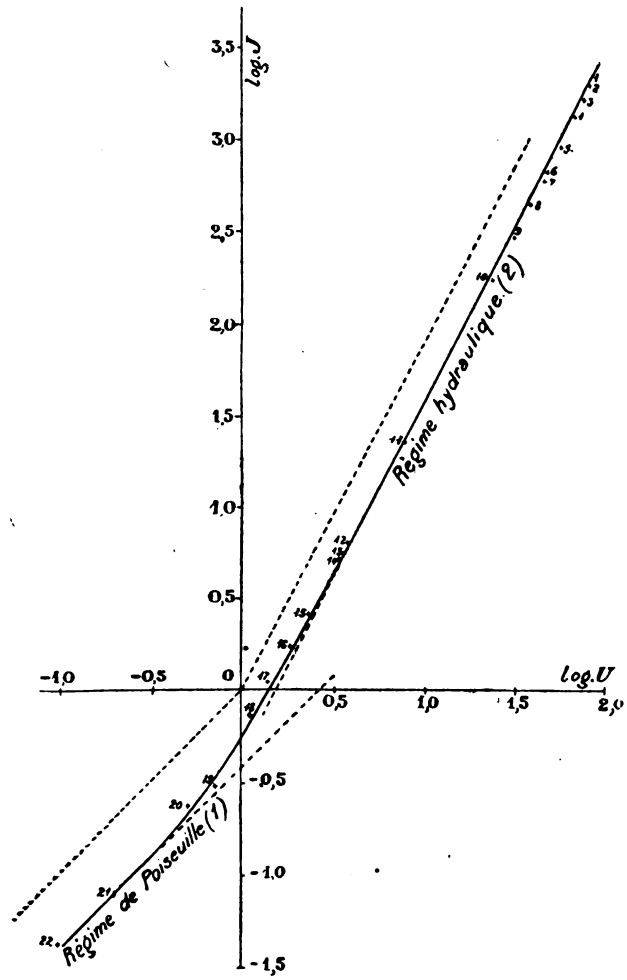


Fig. 1.

0,50 m : sec se placent sur une droite ayant pour équation

$$\log J = \log U - 0{,}395, \qquad (1)$$

cette droite représente le *régime de Poiseuille*. Les points correspondant à des vitesses supérieures à 2,50 m : sec se placent sur une droite

$$\log J = 1{,}93 \log U - 0{,}36, \qquad (2)$$

qui représente *le régime hydraulique*. Tout ceci est con-

Digitized by Google

forme aux recherches de M. Couette et de M. Osborne Reynolds; le coefficient 1,93 trouvé differe très peu de celui qui résulte des expériences de Darcy et qui est égal à 1,92; mais le résultat qui n'avait pas été indiqué jusqu'à present et qui constitue l'objet de cette note est le

80 m : sec; les points obtenus expérimentalement se placent sur cette droite avec une telle précision qu'il est vraisemblable que la même relation s'applique pour des vitesses encore plus élevées.

Il résulte donc avec la plus grande netteté des expériences que la loi de variation de la perte de charge en fonction de la vitesse est la même pour les faibles vitesses ordinairement employées dans l'industrie et pour les grandes vitesses, par exemple 80 m : sec, que les hautes chutes permettent de produire.

Ce résultat peut dès maintenant être utilisé par les ingénieurs.

[illegible] présentent des difficultés provenant des puissances considérables qu'elles nécessitent et des précautions qu'elles exigent.

C. CAMICHEL,
Directeur de l'Institut électrotechnique de Toulouse.

Capacité d'une antenne horizontale

Dans la note ci-dessous l'auteur établit la formule de Pedersen, relative à la capacité d'une antenne horizontale, en utilisant les propriétés des fonctions conjuguées.

La formule que je me propose de démontrer est celle de Pedersen; la démonstration ci-après reposant, comme la sienne, sur les propriétés des fonctions conjuguées n'en est pas essentiellement distincte; les différences sont pourtant assez notables pour m'engager à publier ce calcul.

L'antenne considérée est, en réalité, remplacée par une nappe horizontale constituée par une infinité de fils parallèles de petit diamètre et ce qu'on cherche, c'est la capacité par unité de longueur.

Considérons tout d'abord un seul fil, portant une charge q par unité de longueur. A la distance r, le potentiel, si le milieu isolant a pour constante diélectrique ε, a pour valeur

$$\frac{2q}{\varepsilon} \log \frac{1}{r} + c,$$

c étant une constante arbitraire. En somme, on peut, au lieu de considérer le système lui-même, se borner à envisager les traces des fils sur un plan de section droite. Les charges des fils par unité de longueur étant toutes égales à q, on a affaire à un problème plan de potentiel logarithmique (fig. 1).

Je vais former le potentiel dû à tous les fils et à leurs images dans le sol, je disposerai des constantes pour avoir des séries convergentes. Je montrerai qu'[illegible] a ainsi la solution cherchée.

Le plan de section droite, je le prends comme plan de la variable imaginaire. Je prends aussi pour axe des y la ligne de terre, pour axe des x, la verticale qui passe par une trace A_0 qui sera la trace centrale.

Soit z l'affixe du point M, où je cherche le potentiel; je pose

$$z = x + y\sqrt{-1}.$$

Soient, $A_1, A_2 \ldots A_k \ldots$ les traces des fils du système d'un côté du fil central A_0 et $A_{-1}, A_{-2} \ldots A_{-k}$ les traces

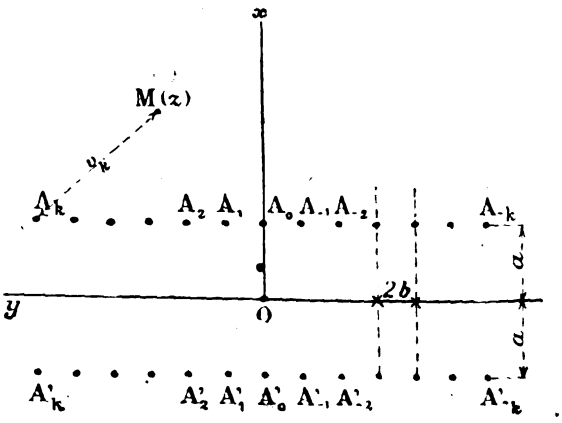


Fig. 1.

des fils de l'autre côté. Soit $2b$ l'équidistance des fils, et a leur hauteur au-dessus du sol.

Appelons par la même lettre accentuée les traces des images, par rapport à Oy.

Les quantités imaginaires a_k, a_{-k}, a'_k, a'_{-k} dont A_k, A_{-k}, A'_k, A'_{-k} sont les affixes, sont (k étant un entier

Digitized by Google

positif quelconque) données par les formules évidentes

$$a_k = a + 2bk\sqrt{-1},$$
$$a_{-k} = a - 2bk\sqrt{-1},$$
$$a'_k = -a + 2bk\sqrt{-1},$$
$$a'_{-k} = -a - 2bk\sqrt{-1}.$$

J'appelle r_k, r_{-k}, r'_k, r'_{-k} les modules des vecteurs MA_k, MA_{-k}, MA'_k, MA'_{-k}.

Le potentiel logarithmique dû aux quatre points de rang k sera

$$\frac{2q}{\varepsilon}\log\frac{r'_k r'_{-k}}{r_k r_{-k}}.$$

Or on a, le produit des modules étant égal au module du produit

$$r_k r_{-k} = \operatorname{mod}\left(z-a-2bk\sqrt{-1}\right)\left(z-a+2bk\sqrt{-1}\right),$$

ou

$$r_k r_{-k} = \operatorname{mod}\left[1-\left(\frac{z-a}{2bk\sqrt{-1}}\right)^2\right]4b^2k^2,$$

et

$$r'_k r'_{-k} = \operatorname{mod}\left[1-\left(\frac{z+a}{2bk\sqrt{-1}}\right)^2\right]4b^2k^2.$$

D'où, pour ledit potentiel logarithmique

$$\frac{2q}{\varepsilon}\log\operatorname{mod}\frac{1-\left(\frac{z+a}{2bk\sqrt{-1}}\right)^2}{1-\left(\frac{z-a}{2bk\sqrt{-1}}\right)^2} = \text{partie réelle de}\ \frac{2q}{\varepsilon}\log\frac{1-\frac{u'^2}{k^2\pi^2}}{1-\frac{u^2}{k^2\pi^2}},$$

en posant

$$\frac{u}{\pi}=\frac{z-a}{2bk\sqrt{-1}}\qquad \frac{u'}{\pi}=\frac{z+a}{2bk\sqrt{-1}}.$$

Soient r et r'_0 les distances de M aux traces centrales A_0 et A'_0, on aura de même

$$\frac{2q}{\varepsilon}\log\frac{r'_0}{r_0} = \text{partie réelle}\ \frac{2q}{\varepsilon}\log\frac{u'}{u}.$$

Et, par suite, le potentiel logarithmique cherché sera la partie réelle de

$$\frac{2q}{\varepsilon}\log\frac{u'\left(1-\frac{u'^2}{u^2}\right)\cdots\left(1-\frac{u'^2}{k^2\pi^2}\right)\cdots}{u\left(1-\frac{u^2}{\pi^2}\right)\cdots\left(1-\frac{u^2}{k^2\pi^2}\right)\cdots} \equiv \frac{2q}{\varepsilon}\log\frac{\sin u'}{\sin u},$$

d'après la formule bien connue du développement du sinus en un produit infini, formule que Jordan démontre au moyen de la formule suivante, en faisant m infini

$$\sin\pi z = m\sin\frac{\pi z}{m}\prod_{1}^{\frac{m-1}{2}}\left(1-\frac{\sin^2\frac{\pi z}{m}}{\sin^2\frac{\pi n}{n}}\right),$$

et que Cauchy a obtenue d'une façon toute différente, reproduite dans le cours de Humbert, au moyen de la théorie des résidus.

Si donc le potentiel cherché est P et que Q soit la fonction conjuguée de P, j'aurai

$$P+Q\sqrt{-1}=\frac{2q}{\varepsilon}\log\frac{\sin u'}{\sin u}.$$

Les courbes $P=$ const. sont les courbes équipotentielles et les courbes $Q=$ const. sont les courbes que suit le flux d'induction électrostatique.

Je dis maintenant que le champ se trouve partagé en champs partiels identiques les uns aux autres par des plans verticaux parallèles à la nappe et passant au milieu de l'intervalle qui sépare deux fils consécutifs.

Si le flux avait une composante normale à un tel plan, ce flux devrait changer de signe quand on fait tourner le système de 180° autour d'une verticale de ce plan, mais le système est alors restitué, donc la composante normale est nulle comme égale à la quantité opposée.

Par conséquent, la capacité de la nappe sera, pour n fils, n fois la capacité du système partiel $A_0A'_0$, toutes les lignes de flux électrostatique émanées de A_0 venant se réunir en A'_0.

C'est donc cette capacité qu'il nous faut calculer.

Je pose

$$z = a + re^{\alpha\sqrt{-1}},$$

en appelant r le rayon du fil A_0, rayon que nous considérerons comme infiniment petit. On a alors

$$z+a = z-a+2a = 2a, \text{ sensiblement.}$$

Le point M, affixe de z, sera sur le pourtour de la trace A_0 du fil central. J'aurai

$$P+Q\sqrt{-1} = -\frac{2q}{\varepsilon}\log\left(\sin\frac{\pi re^{\alpha\sqrt{-1}}}{2b\sqrt{-1}} : \sin\frac{a\pi}{b\sqrt{-1}}\right).$$

Mais, comme r est infiniment petit, par hypothèse, on peut, au numérateur, remplacer le sinus par l'arc, et écrire

$$\log\sin\frac{\pi re^{\alpha\sqrt{-1}}}{2b\sqrt{-1}} = \log\frac{\pi re^{\alpha\sqrt{-1}}}{2b\sqrt{-1}},$$

le module de la quantité sous le signe logarithmique est $\frac{\pi r}{2b}$.

Digitized by Google

On a, d'autre part,

$$\sqrt{-1}\,\sin\frac{a\pi}{b\sqrt{-1}} = \operatorname{sh}\frac{a\pi}{b},$$

ce qui montre que le module de $\sin\frac{a\pi}{b\sqrt{-1}}$ est $\operatorname{sh}\frac{a\pi}{b}$.

Il vient donc pour le potentiel P_0 en un point M de la surface du fil A_0.

$$P_0 = \frac{2q}{\varepsilon}\left(\log\operatorname{sh}\frac{a\pi}{b} - \log\frac{\pi r}{2b}\right).$$

Le potentiel en A'_0 serait $-P_0$. La différence de potentiel entre A_0 et A'_0 est $2P_0$. La capacité du système formé par les deux fils dont les traces sont A_0 et A'_0 chargés par unité de longueur des quantités $+q$ et $-q$ est donc

$$c = \frac{q}{2P_0} = \frac{\varepsilon}{4} \times \frac{1}{\log\operatorname{sh}\frac{a\pi}{b} - \log\frac{\pi r}{2b}}.$$

Si nous considérons l'espace au-dessus du sol, notre fonction potentielle est infinie comme $\frac{2q}{\varepsilon}\log\frac{1}{r}$ au voisinage de chacun des fils; de plus, elle change de signe quand on intervertit u et u' et quand u devient égal à u' elle s'annule; ainsi le potentiel est nul sur l'axe des y, c'est-à-dire qu'on satisfait bien à la condition que le potentiel du sol soit nul.

La formule précédente, qui concorde avec celle de Pedersen, donne donc la capacité par fil et par unité de longueur de la nappe tendue au-dessus du sol.

Si le nombre n des fils est fini, la formule a besoin d'une correction. C'est sur les bords surtout que la distribution du potentiel se trouve modifiée, des deux côtés de la nappe. Pour en tenir compte, on peut considérer le système comme comprenant $n-1$ champs comme celui de $A_0A'_0$ qui vient d'être étudié et un n[ième] et dernier champ constitué par un fil unique en présence du sol. De cette manière, on réunit en quelque sorte en un seul champ les champs extérieurs des deux fils extrêmes à droite et à gauche. Ce n'est qu'une approximation, faute de mieux. Ce dernier champ est bien connu.

J.-B. POMEY,
Ingénieur en chef des Télégraphes.

Revues, analyses et informations

Une marée électrique dans le sol, dérivée de la marée océanique (1).

L'auteur expose les résultats des observations qu'il a faites d'octobre 1917 à août 1918, à l'observatoire Saint-Louis à Jersey. Il a constaté que les deux réseaux de tubes de fer souterrains qui amènent les gaz et l'eau à l'observatoire, branchés sur un galvanomètre sensible, témoignent de l'existence dans le sol d'une force électromotrice de 0,1 v dont l'auteur a enregistré les variations. Le courant subit manifestement une action de la lune non directement, mais par dérivation de la marée océanique. En effet :

1° Deux fois par jour la tension prend une valeur maximum et deux fois une valeur minimum; les deux oscillations sont à peu près égales, comme les deux oscillations du niveau de la mer.

2° La variation entière est achevée en 25 heures environ de temps solaire; les maxima et les minima pour un jour donné sont enregistrés 50 minutes plus tard que la veille. C'est le retard quotidien des passages de la lune au méridien; c'est le retard quotidien de la marée;

3° Si c'est réellement le mouvement des eaux de la mer qui est à l'origine du courant électrique observé, on ne doit pas s'attendre à trouver le maximum de tension en corcordance avec la pleine mer, il semble plutôt lié avec la basse mer qu'avec la pleine mer et devance de 2 heures la basse mer.

4° Le maximum d'attraction sur les eaux de la part du soleil et de la lune agissant de concert a lieu à la nouvelle lune équinoxiale. A Jersey, la plus haute mer, qui en est la conséquence, n'est produite qu'après un intervalle moyen de 40 heures 30 minutes. Il se trouve que la plus grande variation de la force électromotrice, à cette même époque, s'enregistre comme un minimum de t[illegible] 28 heures 30 minutes environ après la nouvelle lune ou 3 heures avant la plus grande marée de l'année.

5° L'établissement du Port à Jersey est de 6 heures 18 minutes. C'est l'intervalle qui sépare le moment de la pleine mer de l'heure du passage de la lune au méridien le premier jour de la lunaison. La phase du courant électrique la plus rapprochée de ce passage comme de la pleine mer est le minimum de l'après-midi ce jour-là; il est enregistré à 16 heures c'est-à-dire 2 heures 18 minutes; avant la pleine mer.

6° A Jersey, pendant le développement de la marée, la mer monte pendant 5 heures 40 minutes et descend pendant 6 heures 40 minutes. Avec le courant électrique, les intervalles de temps les plus en accord avec ceux de la marée sont 5 heures 15 minutes pour la diminution de tension et 7 heures 18 minutes pour son accroissement. Donc, de toutes manières, il convient de chercher les causes qui créent la force électromotrice observée dans les mouvements de la mer qui produisent ou accompagnent sa dépression.

7° La théorie des marées prévoit une inégalité semi-mensuelle dans les retards quotidiens de la pleine mer sur la lune. A Jersey le retard augmente aux syzygies et diminue aux quadratures, respectivement de + 66 minutes à la pleine lune et — 54 minutes au premier quartier. Une même inégalité affecte les retards du minimum du courant correspondant, respectivement + 58 minutes à la pleine lune et — 66 minutes au dernier quartier.

8° Les amplitudes moyennes de la double oscillation diurne de la marée et du courant électrique sont ensemble les plus grandes deux ou trois jours après les syzygies et les plus petites deux ou trois jours après les quadratures.

M. Marc Dechevrens résume dans un tableau les particularités essentielles de la marée électrique et conclut ses observations en supposant qu'il doit exister, au moins sur tous les rivages du globe, une marée électrique souterraine dérivée de la marée océanique et qui en reproduit les particularités essentielles.

(1) Marc DECHEVRENS. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 14 octobre 1918, t. CLXVII, p. 552-554 600 mots.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Etude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice (*Suite*)

Continuant son étude sur l'utilisation des marées, l'auteur consacre les pages qui suivent à l'examen du dispositif à bassin de marée unique à fonctionnement intermittent et en étudie l'application d'abord à la région de Saint-Malo et ensuite à celle de La Rochelle.

IV. — Dispositif à bassin de marée unique à fonctionnement intermittent.

1° Région de Saint-Malo

Bassin unique sans refoulement d'eau. — MARÉES DE MORTES EAUX. — La dénivellation minimum admise en morte eau est, comme nous l'avons dit, de 4 m pour la région de Saint-Malo.

Le fonctionnement du bassin serait alors le suivant: un quart d'heure avant et un quart d'heure après le plein, c'est-à-dire pendant l'étale, l'eau de mer serait introduite dans le bassin pour achever son remplissage (fig. 13). On attendrait ensuite 2 h 15′ que la mer ait baissé d'une hauteur égale au tiers de l'amplitude, soit de $\frac{4{,}00}{3} = 1{,}33$ m avant de mettre les turbines en marche. Ces dernières fonctionneraient alors jusqu'à un quart d'heure avant la basse mer, soit pendant 4 h 10′ sous la chute à peu près constante de 1,33 m. en écoulant l'eau du réservoir dans la mer.

Le bassin serait alors vidé en une demi-heure pendant l'étale de basse mer. On attendrait ensuite 2 h 10′ après l'heure du bas d'eau, que la mer ait monté de 1,33 m pour remettre les turbines en marche pendant 3 h 25′ en introduisant l'eau de mer dans le bassin jusqu'à un quart d'heure avant la pleine mer, moment où les turbines seraient de nouveau arrêtées; le bassin serait alors rempli en une demi-heure pendant l'étale de haute mer, et le même cycle recommencerait.

Pendant la marche des turbines en jusant, le plan d'eau du réservoir s'abaisserait de 2,66 m en 4 h 10′, soit de 0,638 m par heure. Le débit moyen des turbines par seconde serait donc pour le bassin de 100 hectares pris comme type de

$$\frac{1\,000\,000 \times 2{,}66}{15\,000} = 177{,}333 \text{ m}^3 : \text{sec.}$$

La puissance théorique développée pendant 4 h 10′ serait, la densité de l'eau de mer étant 1,026, de

$$\frac{177\,333 \times 1{,}026 \text{ kg} \times 1{,}33 \text{ m}}{75 \text{ kgm}} = 3\,227 \text{ ch.}$$

Et, en réalité, de $3\,227 \times 0{,}80 = \mathbf{2581}$ ch qui pourraient être produits par quatre turbines de 645 ch par exemple.

Lors du flot, le plan d'eau du réservoir s'élèverait, pendant la marche des turbines, de 2,66 m en 3 h 25′ soit de 0,778 m en moyenne par heure.

Le débit moyen des turbines serait de

$$\frac{1\,000\,000 \times 2{,}66}{12\,300} = 216{,}260 \text{ m}^3 : \text{sec,}$$

c'est-à-dire $\frac{216\,260}{177\,233} = 1{,}22$ fois plus qu'en jusant.

La puissance réelle développée pendant 3 h 25′ serait de

$$\frac{216\,260 \times 1{,}026 \times 1{,}33 \times 0{,}80}{75 \text{ kgm}} = 3\,148 \text{ ch.}$$

Pour recueillir le travail produit en flot pendant les 3 h 25′ de marche avec des turbines d'un type déterminé, il faudrait en employer $4 \times 1{,}22$, soit 5 turbines qui devraient développer chacune 630 ch, chiffre très rapproché des 645 prévus pour le jusant.

Les turbines marcheraient donc 4 h 10′ + 3 h 25′ = 7 h 35′ sur les 12 h 45′ d'une marée complète, soit à très peu près pendant les 60 centièmes du temps.

Le travail théorique que pourrait produire une marée de 12 h 45′ serait de

$$\left(1\,000\,000 \times 4 \times 1026 \times \frac{4}{2}\right) \times 2 = 16\,416\,000\,000 \text{ kgm.}$$

Digitized by Google

Or, le travail réel qui pourrait être recueilli en flot et en jusant pendant 7 h 35′ serait de

$(1\,000\,000 \times 2{,}66 \times 1026 \times 1{,}33) \times 2 \times 0{,}80 = 5\,807\,652\,480$ kgm.

Le coefficient d'utilisation serait donc, dans ce cas, de

$$\frac{5\,807\,652\,480}{16\,416\,000\,000} = 0{,}3538 \text{ seulement.}$$

Marées de vives eaux. — Pour une marée de vives eaux d'une amplitude de 13 m (fig. 14), il faudrait attendre 1 h 25′ après le plein pour que la mer ait baissé de 1,33 m. Les turbines seraient alors mises en marche jusqu'à un quart d'heure avant la basse mer, soit pendant 5 h 10′. Dans cet intervalle de temps, le plan d'eau du réservoir s'abaisserait de 11,67 m, soit de 2,258 m par heure.

Le débit moyen des turbines serait, pour le bassin de 100 hectares, de

$$\frac{1\,000\,000 \times 11{,}67}{18\,609} = 627{,}419 \text{ m}^3 : \text{sec.}$$

La force motrice réelle développée par seconde pendant 5 h 10′ sous la chute de 1,33 m serait de

$$\frac{627\,419 \times 1{,}026 \times 1{,}33 \times 0{,}80}{75} = 9\,133 \text{ ch,}$$

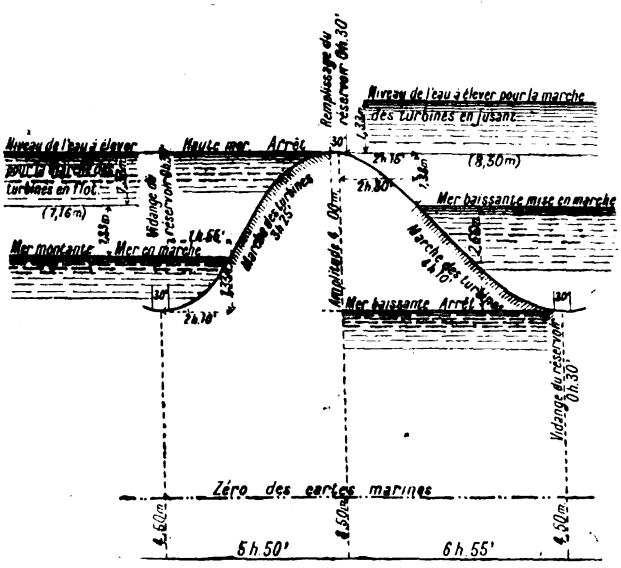


Fig. 13. — Marée de morte eau.

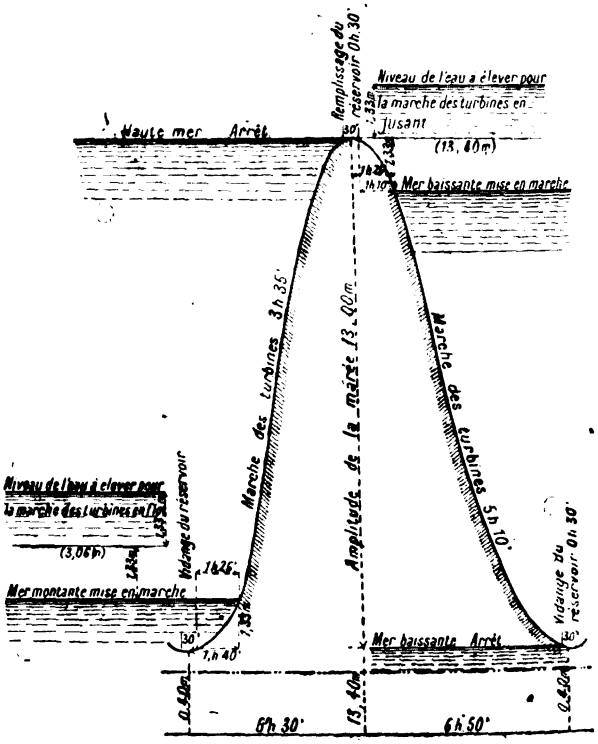


Fig. 14. — Marée d'équinoxe.

qui pourraient être produits par 14 turbines de 652 ch par exemple. Lors du flot, il faudrait attendre 1 h 40′ pour remettre les turbines en marche; le plan d'eau du réservoir s'élèverait alors de 11,67 m en 3 h 35′, soit de

$$\frac{11{,}67}{3\text{ h }35'} = 3{,}257 \text{ m en moyenne par heure.}$$

Le débit moyen des turbines serait de

$$\frac{1\,000\,000 \times 11{,}67}{12\,900} = 904{,}651 \text{ m}^3 : \text{sec.}$$

La force motrice réelle développée par seconde pendant 3 h 35′, sous la chute de 1,33 m, serait égale à

$$\frac{904{,}651 \times 1{,}026 \times 1{,}33}{75} \times 0{,}80 = 13\,168 \text{ ch,}$$

qui pourraient être fournis par 20 turbines de 658 ch.

L'équipement de l'usine exigerait donc, pour pouvoir recueillir l'énergie de toutes les marées, quelle que soit leur amplitude, 20 turbines, de 630 à 660 ch. Sur ce nombre, 4 fonctionneraient à mer baissante en mortes eaux et 5 au flot. Puis, au fur et à mesure que l'amplitude de la marée augmenterait, des turbines supplémentaires seraient mises en marche, et, enfin, lors du flot des grandes marées, les 20 turbines fonctionneraient ensemble.

En morte eau, la durée totale du fonctionnement des turbines serait, pour 24 heures, de $7\text{ h }35' \times \frac{3{,}87}{2} = 14\text{ h }40'$ et en vives eaux, de $8\text{ h }45' \times \frac{3{,}87}{2} = 16\text{ h }55'$. En

Digitized by Google

moyenne, cette durée de fonctionnement serait de 16 heures, soit 2/3 de jour.

La vidange et le remplissage du réservoir devant se faire en 30 minutes, le volume d'eau à écouler pendant ce temps serait de

$0{,}00\,0 \times 1{,}33 = 1\,330\,000$ m³, soit par seconde, $\frac{1\,330\,000}{1\,800} = 739$ m³, volume qui exigerait des pertuis ayant la section considérable de 200 m² au moins, en raison de la vitesse relativement faible du courant.

Le travail recueilli par marée varierait donc dans des proportions très notables et ne pourrait guère être utilisé, en raison de son intermittence et de sa variation, qu'à charger des accumulateurs, élever de l'eau pour irriguer des terrains ou autres opérations analogues.

Bassin de marée unique avec réservoir de refoulement d'eau. — Mais il semblerait bien préférable d'utiliser une partie de la force motrice développée par les turbines à refouler de l'eau dans un réservoir supérieur annexe, afin de produire du travail pendant la période de pleine mer et celle du bas d'eau, ce qui permettrait d'obtenir une force motrice continue et constante.

Les pompes rendant 80 pour 100 et l'eau élevée en passant dans les turbines donnant 80 pour 100 du travail théorique, le rendement réel en travail serait de 64 pour 100.

Marées de mortes eaux. — Nous admettrons, comme puissance continue et constante, 1 300 ch, valeur qui conviendrait pour le mort d'eau.

L'interruption de la marche des turbines lors de la pleine mer de morte eau étant de $0\text{h}\,15' + 2\text{h}\,15' = 2\text{h}\,30'$ il faudrait refouler dans un bassin supérieur, pour avoir une chute de 1,33 m pendant la période du plein, un volume d'eau dont le plan supérieur devrait se trouver à 1,33 m au moins au-dessus du niveau de la pleine mer (fig. 13). La quantité d'eau à élever par heure, pour obtenir 1 300 ch, serait égale à

$$\frac{270\,000 \times 1\,300}{1\,026 \times 1{,}33 \times 0{,}80} = 321\,530 \text{ m}^3,$$

et pour 2 h 30′, de $321\,530 \times 2\text{ h}\,30' = 803\,825$ m³.

Le bassin auxiliaire devrait donc avoir une superficie au moins égale à $\frac{803\,825}{1{,}33} = 60{,}44$ hectares, pour assurer la marche des turbines lors du plein; le centre de gravité de la masse d'eau serait à 0,67 m au-dessus du niveau de la pleine mer.

Comme l'eau à élever pourrait être prise partie en flot, au niveau moyen de la mer ayant déjà 1,33 m de montée, l'eau devrait être refoulée à une hauteur égale à $0{,}67 + 1{,}33 = 2{,}00$ m, plus 0,50 m environ pour pertes de charge, soit 2,50 m, chiffre qu'on peut considérer comme une moyenne, car il y a compensation entre l'élévation successive du niveau de la mer en s'approchant des syzygies et la diminution de hauteur du plein lorsqu'on tend vers les mortes eaux.

Pour le fonctionnement des turbines pendant la période de $0\text{ h}\,15' + 1\text{ h}\,55' = 2\text{ h}\,10'$ de début du flot, il y a lieu de remarquer que l'eau devrait être élevée à $1{,}33 + 1{,}33 + 0{,}67 = 3{,}33$ m au-dessus de la basse mer (fig. 13). Le plan supérieur de cette eau serait alors à la cote 8,50, c'est-à-dire au niveau de la pleine mer Il ne serait donc pas nécessaire de l'élever mecaniquement, à condition toutefois que le réservoir auxiliaire soit divisé en deux parties de 60,44 hectares, au moins chacune, afin que le cycle d'abaissement et de relèvement du plan d'eau puisse se reproduire périodiquement; en effet, l'eau accumulée pour la marche des turbines au début du jusant s'abaisserait jusqu'au niveau de la pleine mer; pendant le bas d'eau, le niveau de ce bassin s'abaisserait encore de 2,33 m. Si donc le bassin ne comprenait pas une deuxième partie restant remplie jusqu'au niveau de la pleine mer, les turbines devraient élever pendant leur marche en flot un volume double de celui nécessaire à leur fonctionnement au début du jusant, ce qui absorberait inutilement un travail considérable.

Le réservoir auxiliaire devrait donc, en définitive, avoir son fond à la cote $(8{,}50 - 1{,}34) = (7{,}16)$.

Afin d'obtenir une force motrice continue et constante aussi élevée que possible, on aurait avantage à refouler une partie de l'eau nécessaire à la marche des turbines au début du jusant pendant la mer perdante, alors que toute la force motrice produite est disponible, et le surplus pendant le flot. La hauteur d'élévation serait alors, en jusant, de $1{,}33 + 1{,}33 + 0{,}25$ m plus 0,89 m pour pertes de charge, soit 3,80 m.

La puissance disponible en flot pendant 3 h 25′, pour élever l'eau serait de $3\,148 - 1\,300 = 1\,848$ ch.

Le volume d'eau qui serait refoulé pendant les 3 h 25′, serait de

$$\frac{1\,848 \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 2{,}50} \times 3\text{ h}\,25' = 531\,755 \text{ m}^3.$$

Pendant le jusant, la puissance disponible pour élever l'eau serait de $2\,681 - 1\,300 = 1\,381$ ch.

Le volume d'eau qui serait refoulé à 3,80 m serait de :

$$\frac{1\,381 \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 3{,}80} \times 4\text{ h}\,10' = 318\,710 \text{ m}^3.$$

Le volume total d'eau élevé pendant la marée serait donc de $531\,755 + 318\,710 = 850\,465$ m³, soit $850\,465 - 803\,025 = 46\,640$ m³ en plus du volume nécessaire, qui serviraient à compenser les pertes.

Donc, en résumé, on obtiendrait par le moyen que nous indiquons, une puissance continue et constante de 1 300 ch en mort d'eau pendant toute la durée de la marée de 12 h 45′ et par suite, durant les 24 heures d'une journée.

Le travail que pourrait théoriquement produire une marée étant de 16 416 000 kgm, le coefficient réel d'utilisation serait de

$$\frac{270\,000 \times 1\,300 \times 12\text{ h}\,45'}{16\,416\,000\,000} = 0{,}2726$$

Digitized by Google

et correspondrait au passage du volume entier d'eau du bassin de marée dans les turbines.

On voit ainsi que la transformation du travail intermittent d'une marée, en travail continu, ferait baisser le rendement de 0,3538 — 0,2726 = 0,0812 ; mais malgré cette perte, il serait bien préférable de disposer d'une force motrice continue et constante.

L'équipement de l'usine pourrait alors comprendre deux turbines de 650 ch et trois turbines développant de 616 à 690 ch. Ces 5 turbines fonctionneraient au flot, et 4 seulement pendant le jusant. Leur débit moyen varierait de 38 093 m³ : sec à 40 160 m³ : sec.

MARÉES DE VIVES EAUX. — Lors des grandes marées, la transformation du travail intermittent en travail continu permettrait d'obtenir *3 500 ch*.

L'interruption de la marche des turbines lors de la pleine mer étant de 1 h 40', il faudrait refouler dans le bassin auxiliaire, pour avoir une chute de 1,33 m pendant la période du plein, un volume d'eau dont le plan supérieur devrait se trouver à 1,33 m au moins au-dessus du niveau de la pleine mer (fig. 14).

La hauteur d'élévation serait de

$$\frac{13{,}00 - 1{,}33}{2} + 0{,}67 = 6{,}50 \text{ m}$$

plus 1,70 m pour pertes de charge, soit 8,20 m de hauteur moyenne.

La quantité d'eau à élever par heure pour obtenir 3 500 ch serait de

$$\frac{270\,000 \times 3\,500}{1\,026 \times 1{,}33 \times 0{,}80} = 865{,}652 \text{ m}^3,$$

et pour 1 h 40' elle serait de 865 652 × 1 h 40' = 1 442 750 m³.

Le réservoir auxiliaire devrait donc avoir pour les vives eaux une superficie de $\frac{1\,442\,750}{1{,}33}$ = 108,48 hectares, soit 108,48 — 60,44 = 48,04 hectares, de plus que la superficie nécessaire en mortes eaux, mais cette superficie devrait être doublée pour les raisons indiquées ci-dessus. Chaque partie de bassin devrait être divisée par des levées en plusieurs étendues, l'une de 60,44 hectares pour le mort d'eau, et les autres de 6 hectares par exemple, pour pouvoir régler à volonté l'écoulement des eaux du réservoir selon l'amplitude de chaque marée.

Cette superficie pourrait être réduite en donnant à la masse d'eau une épaisseur supérieure à 1,33 m, mais alors la puissance à dépenser pour refouler l'eau serait un peu plus grande.

Pour le fonctionnement des turbines pendant les 1 h 40' de début du flot, l'eau devrait être élevée à 2,66 + 0,67 = 3,33 m au-dessus de la basse mer (fig. 14) ; cette cote étant très inférieure au niveau de la marée, le réservoir annexe dont le fond est à 7,16 en se remplissant, contiendrait toute l'eau nécessaire à la marche des turbines, mais il faudrait ici encore, que le réservoir supérieur soit divisé en deux parties de 108,48 hectares afin qu'en flot les turbines n'aient pas à élever un volume double de celui nécessaire.

Une partie des 1 442 750 m³ d'eau seraient alors refoulés en jusant ; la hauteur d'élévation serait de

$$13{,}00 + 0{,}25 - \frac{11{,}67}{2} = 7{,}41 \text{ m plus 2,89 pour pertes de}$$

charge, soit 9,30 m.

La puissance disponible en flot pendant 3 h 35' pour élever l'eau serait de 13 160 — 3 500 = 9 668 ch.

Le volume d'eau qui serait refoulé pendant ces 3 h 35' serait de

$$\frac{9\,668 \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 8{,}20} \times 3 \text{ h } 35' = 889\,355 \text{ m}^3.$$

Pendant le jusant, une puissance de 9 133 — 3 500 = 5 632 ch serait disponible pendant 5 h 10' pour élever l'eau.

Le volume refoulé à 9,30 m serait de

$$\frac{5\,633 \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 9{,}30} \times 5 \text{ h } 10' = 658\,965 \text{ m}^3.$$

Le volume total d'eau élevé pendant la marée serait donc de 889 355 + 658 965 = 1 548 320 m³, soit 1548 320 — 1 442 750 = 105 570 m³ en plus du volume nécessaire, qui permettraient de compenser les pertes.

On obtiendrait donc, avec les dispositions proposées, une puissance continue et constante de 3 500 ch en vives eaux, pendant toute la durée d'une marée de 12 h 20' et, par suite, pendant les vingt-quatre heures d'une journée.

Le travail que pourrait théoriquement produire une marée de vives eaux étant de 173 394 000 000 kgm, le coefficient de rendement serait de

$$\frac{3\,500 \times 270\,000 \times 12 \text{ h } 20'}{173\,394\,000\,000} = 0{,}0672$$

seulement, et correspond au passage du volume entier de l'eau du bassin de marée dans les turbines.

Or, la quantité d'énergie intermittente totale qui pourrait être recueillie par marée serait de

En flot.....	13 168 × 3 h 35' =	47 181 ch-h.
En jusant....	9 133 × 5 h 10' =	47 190 ch-h.
	Total.....	94 371 ch-h.

Le rendement par rapport au travail théorique serait de

$$\frac{94\,371 \times 270\,000 \times 12 \text{ h } 20'}{173\,394\,000\,000} = 0{,}1469,$$

c'est-à-dire très inférieur à celui donné par les marées de mortes eaux.

La transformation du travail intermittent d'une marée de vives eaux, en travail continu, ferait donc baisser le rendement de 0,1469 — 0,0672 = 0,0797.

Digitized by Google

Équipement de l'usine. — L'équipement de l'usine pourrait se composer, tant pour les mortes eaux que pour les vives eaux, de deux turbines de 650 ch, et trois turbines pouvant développer de 690 à 730 ch, donnant d'une part la puissance constante de 1 300 ch en mort d'eau et de 3500 ch en vives eaux.

La puissance restante en jusant, soit 9 133-3500 = 5633 ch, et celle de 13 168 — 3500 = 9668 ch en équinoxe, pourraient être développées par 14 turbines de 690 à 700 ch, dont 8 marcheraient en jusant, et 14 en flot, pour élever l'eau.

Le débit moyen des turbines varierait de 34 546 à 40 654 m³: sec.

Résumé des résultats des deux solutions. — En résumé, une installation à bassin de marée unique, dans la région de Saint-Malo, permettrait d'obtenir, par 100 hectares de superficie de bassin :

En mort d'eau :

1° Pendant 3 h 25′ en flot, une puissance de 3 148 ch;

2° En jusant et pendant 4 h 10′, une puissance de 2681 ch.

La marche des turbines serait suspendue pendant 12 h 45′ — 7 h 35′ = 5 h 10′ par marée.

En marée d'équinoxe :

3° Une puissance de 13 168 ch pendant 3 h 35′ de flot;

4° En jusant 9 133 ch pendant 5 h 10′.

Le fonctionnement des turbines serait suspendu pendant : 12 h 20′ — 8 h 45′ = 3 h 35′.

En adjoignant à ce bassin de marée un réservoir auxiliaire comprenant deux parties de 108, 48 ha ayant chacune leur fond à la cote 7,16 m, on pourrait accumuler un volume d'eau suffisant pour obtenir une puissance continue de 1 300 ch en mort d'eau et de 3 500 ch en vives eaux, c'est-à-dire une puissance continue et constante de 1 300 ch pour toutes les marées, pour les besoins extérieurs de l'usine, et d'autre part, une puissance continue, variant de 0 à 3500 — 1 300 = 2200 ch, croissant et décroissant tous les sept jours et demi environ, qui servirait à des fabrications accessoires.

Autre solution possible. — On pourrait enfin régulariser davantage la production de la force motrice en procédant à l'accumulation de l'eau sur une plus vaste échelle que nous l'avons indiqué, afin d'obtenir une puissance continue et constante pour toutes les marées, mais avec un seul bassin, et le fonctionnement admis, il n'y aurait pas grand intérêt à réaliser cette régularisation. Néanmoins, comme il pourrait se présenter des cas où cette solution devrait être adoptée, nous allons l'examiner sommairement en nous basant sur les résultats de la régularisation de puissance déjà étudiée.

En mort d'eau, on a obtenu, comme puissance constante, 1 300 ch et en vives eaux, 3500 ch.

Nous admettrons comme puissance constante à obtenir pour toutes les marées, 2500 ch. Cette puissance correspond à celle développée par une marée de 8,50 m d'amplitude, ainsi qu'on le verra plus loin (fig. 26).

Dans les sept jours et demi qui séparent les marées de mortes et de vives eaux, il y a quatorze marées, dont six et demie sont inférieures à 8,50 m et sept et demie plus fortes (fig, 3).

La force motrice disponible pour élever de l'eau en vue de parfaire à 2500 ch la puissance des petites marées, serait au total d'environ

$$\frac{3\,500 - 2\,500}{2} \times 7{,}5 \times 24\text{ h} = 90\,000\text{ ch-h.}$$

Quant au déficit présenté par les petites marées, il serait de

$$\frac{2\,500 - 1\,300}{2} \times 6{,}5 \times 24 = 93\,600\text{ ch-h.}$$

L'eau à refouler serait accumulée sur 1,33 m à la cote moyenne de

$$\frac{13{,}40 + 10{,}70}{2} + \frac{1{,}33}{2} = (12{,}72),$$

comme elle serait prise à mi-marée, soit à la cote moyenne

$$\frac{(0{,}40 + 6{,}50 + 2{,}20 + 4{,}25}{2} = (6{,}67).$$

la hauteur moyenne d'élévation serait 12,72 — 6,67 = 6,05 m, plus 1,75 pour pertes de charge, ce qui donne 7,80 m.

Le volume d'eau que les 90 000 ch-h permettraient d'élever serait de

$$\frac{90\,000 \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 7{,}80} = 2\,429\,150\text{ m}^3.$$

Cette masse d'eau serait utilisée sous la chute de 1,33 m déjà admise; elle développerait

$$\frac{2\,429\,150 \times 1\,026 \times 1{,}33 \times 0{,}80}{270\,000} = 9\,820\text{ ch-h.}$$

seulement en chiffres ronds; le rendement serait ainsi très médiocre.

L'eau emmagasinée dans le réservoir auxiliaire devrait donc fournir une énergie de 93600 — 9820 = 83780 ch-h.

Cette masse d'eau aurait sa surface supérieure à la cote (13,40) et son plan inférieur à (5,83). Elle serait utilisée à partir de la cote (10,70), correspondant à la marée de (8,50) d'amplitude, jusqu'à la cote (5,83) pour l'écouler complètement.

La hauteur moyenne de la chute serait alors de

$$\frac{(13{,}40 - 10{,}70) + 1{,}33}{2} = 2\text{ m en chiffres ronds.}$$

Digitized by Google

Le volume à emmagasiner pour obtenir les 83 780 ch-h, serait de

$$\frac{83\,780 \times 270\,000}{1\,026 \times 2{,}00 \times 0{,}80} = 13\,779\,650 \text{ m}^3$$

qui seraient contenus dans un réservoir de

$$\frac{13\,779\,650}{(13{,}40 - 5{,}83)} = 182{,}03 \text{ hectares.}$$

Le système serait donc ainsi convenablement équilibré, mais le rendement moyen ne serait que de

$$\frac{2\,500 \text{ ch}}{24\,400 \text{ ch}} = 0{,}1025,$$

ainsi qu'on le verra plus loin (fig. 26).

Il est évident qu'on pourrait adopter pour l'écoulement des eaux du bassin, toute autre chute que celle de 1,33 m prise comme exemple; on pourrait ainsi recueillir une plus grande puissance, mais il serait plus difficile d'utiliser la force motrice importante ainsi développée en peu de temps. Pour chaque application envisagée, il y aurait donc lieu de déterminer le meilleur régime d'écoulement à adopter.

Exemple. — A titre d'exemple, nous allons calculer le rendement en admettant que les eaux du bassin seraient complètement écoulées en une heure au bas d'eau, et que le bassin serait rempli en une heure lors de la pleine mer.

En mort d'eau, on obtiendrait une énergie totale, par marée, de

$$\frac{2 \times 1\,000\,000 \times 1\,026 \times 4{,}00 \times \frac{3{,}90}{2} \text{ environ} \times 0{,}80}{270\,000} = 47\,424 \text{ ch-h.}$$

Le rendement serait alors de

$$\frac{47\,424 \times 270\,000}{1\,000\,000 \times 4{,}00 \times 1\,026 \times 2 \times 2{,}00} = 0{,}7800.$$

En vives eaux, on aurait de même

$$\frac{1\,000\,000 \times 13{,}00 \times 2 \times 1\,026 \times \frac{12{,}80}{2} \text{ environ} \times 0{,}80}{270\,000} = 505\,860 \text{ ch-h.}$$

Et un rendement de

$$\frac{505\,860 \times 270\,000}{26\,000\,000 \times 13{,}00 \times 1\,026 \times 6{,}50} = 0{,}7877.$$

Ces chiffres sont des maxima.

Le rendement est élevé, mais il serait bien difficile, en pratique, de recueillir et d'utiliser convenablement en deux heures en tout par marée, ou 3 h 50, par jour, une énergie variant quatorze fois en sept jours et demi de 47 424 à 505 860 ch-h. Il semble donc que le système d'écoulement étudié sous la chute de 1,33 m, bien que donnant un rendement peu élevé, serait encore une des meilleures dispositions à adopter.

Il y a lieu de remarquer en effet, que si on voulait employer la puissance développée pour l'accumulation hydraulique, on serait, en jusant, dans de très mauvaises conditions, puisqu'il faudrait puiser cette eau au niveau de la basse mer pendant la marche des turbines; la hauteur d'élévation serait ainsi au moins égale à l'amplitude. En flot, la mer étant haute lors du fonctionnement des turbines, l'eau pourrait être puisée presque au niveau de la pleine mer; la hauteur *moyenne* d'élévation serait bien la moitié au moins de l'amplitude, comme dans l'exemple étudié, sous chute de 1,33 m, mais la variation de hauteur du flot au jusant serait de 13,00 — 4,00 = 9 m, ce qui est considérable.

Malgré la difficulté d'utiliser en deux heures par marée les 47 524 et 505 860 ch développés en mortes et en vives eaux, par les turbines, nous allons néanmoins déterminer la force motrice continue et constante qu'il serait possible de recueillir en régularisant la puissance pour toutes les marées.

A cet effet, nous admettrons que le réservoir auxiliaire aurait sur 100 hectares son fond à la cote (4,60), soit à 0,10 m au-dessus du niveau des basses mers de mortes eaux, et le surplus à la cote (13,40), et qu'il serait divisé en deux parties égales.

Le fonctionnement de ces réservoirs serait alors le suivant pour la région de Saint-Malo : les deux sections de 100 hectares étant préalablement remplies par une marée de vive eau jusqu'à la cote (13,40), on refoulerait de l'eau dans la première section ayant son fond à (13,40) sur 4 m de hauteur jusqu'à la cote (17,40), pendant les quatorze marées du cycle lunaire de sept jours et demi.

Cette masse d'eau serait ensuite utilisée pour les quatorze marées du cycle suivant, pendant lequel on refoulerait de l'eau jusqu'à la cote (17,40) dans la seconde partie du réservoir annexe creusée à (13,40).

La première masse d'eau servirait du mort d'eau à la vive eau, et la seconde de la vive eau au mort d'eau. Le cycle serait ainsi périodique, mais la chute varierait dans d'assez grandes proportions.

Nous prendrons, comme puissance continue et constante à obtenir, *11 000 ch.*

L'énergie disponible pour élever de l'eau, afin de produire cette même puissance pendant les

$$\left(\frac{12\text{ h }45' + 12\text{ h }20'}{2} - 2\text{ h}\right) = 10\text{ h }30' \text{ en chiffres ronds,}$$

d'arrêts causés par la marée, serait de (fig. 26)

Marée de 4 m	47 424 — 11 000 × 2..		25 424 ch-h,
5 m	74 000 — 22 000		52 000
6 m	107 000 — 22 000		85 000
7 m	145 000 — 22 000		123 000
8 m	189 000 — 22 000		167 000
9 m	239 000 — 22 000		217 000
10 m	295 000 — 22 000		273 000
11 m	359 000 — 22 000		337 000
12 m	430 000 — 22 000		408 000
13 m	505 860 — 22 000		483 860
			2 171 284 ch-h.

Digitized by Google

soit en moyenne, par marée,

$$\frac{2\ 171\ 284}{10} = 217\ 128 \text{ ch-h.}$$

Cette énergie permettrait d'élever sur 4 m de hauteur au-dessus de la cote 13,40 m un volume d'eau de

$$V = \frac{217\ 128 \times 270\ 000 \times 0{,}80}{1\ 026 \times h},$$

où h a, pour toutes les marées, la valeur de

$$\frac{13{,}40+8{,}50}{1} + \frac{4}{2} - \frac{13+4}{2\times 2} + 2{,}30 \text{ pour pertes de charge} = 11 \text{ m.}$$

On obtient pour V, 4 155 560 m³ qui seraient contenus dans un réservoir de

$$\frac{4\ 155\ 560 \times 14}{4{,}00} = 1\ 454\ 45 \text{ hectares.}$$

Par heure de marche des turbines, on aurait

$$\frac{4\ 155\ 560}{10\text{ h }30'} = 395\ 768 \text{ m}^3.$$

Ce volume d'eau serait à utiliser, le bassin étant plein, sous une chute moyenne en haute mer de

$$\frac{(13{,}40 + 2{,}00 - 8{,}50) + (15{,}40 - 13{,}40)}{2} = 4{,}45 \text{ m.}$$

Et en basse mer de

$$\frac{(15{,}40 - 0{,}40 + 0.20) + (15{,}40 - 4{,}50 + 0{,}10)}{2} = 12{,}70 \text{ m.}$$

La moyenne générale serait de

$$\frac{4{,}45 + 12{,}70}{2} = 8{,}57 \text{ m,}$$

La puissance réelle que pourraient dès lors produire les 395 768 m³ d'eau refoulés serait de

$$\frac{395\ 768 \times 1\ 026 \times 8{,}57 \times 0{,}80}{270\ 000} = 10\ 311 \text{ ch.}$$

Mais, à ce chiffre, il convient d'ajouter la force motrice que pourrait donner l'eau emmaganisée par la marée dans le réservoir de 100 hectares entre les cotes (4,60) et (13,40), soit

$$1000\ 000 \text{ m}^2 \times 8{,}80 = 8\ 800\ 000 \text{ m}^3.$$

Cette masse d'eau serait utilisée en quatorze marées, sous une chute moyenne de

$$\frac{\frac{(13{,}40-8{,}50)+(13{,}40-13{,}30)}{2} + \frac{(13{,}40-0{,}60)+(13{,}40-4{,}60)}{2}}{3} +$$

$$+ \frac{\frac{(4{,}60-0{,}60)+(4{,}60-4{,}60)}{2}}{3} = 5{,}90 \text{ m.}$$

La puissance développée sera donc de

$$\frac{8\ 800\ 000 \times 1\ 026 \times 5{,}90 \times 0{,}80}{14 \times 10\text{ h }30 \times 270\ 000} = 1\ 073 \text{ ch.}$$

La puissance développée par l'eau emmaganisée et refoulée serait au total de 10 311 + 1 073 = 11 384 ch, supérieure de 384 ch à la puissance continue et constante adoptée. Ce supplément de puissance servirait à compenser les pertes de toute nature.

Le système serait ainsi bien équilibré, et en définitive on pourrait obtenir dans la région de Saint-Malo, avec un bassin de marée de 100 hectares, creusé au niveau des plus basses mers, écoulant ses eaux en deux heures par marée au bas d'eau, et l'adjonction de deux réservoirs auxiliaires de 1 454 45 hectares, creusés à (13,40) présentant deux parties de 100 hectares creusées à (4,60), dans lesquels l'eau serait refoulée sur 4 m de hauteur au-dessus de la cote (13,40), une puissance continue et constante de *11 000 ch.* Le rendement serait de $\frac{11\,000}{24\,400} = 0{,}4508$.

Dans le cas où le fond du réservoir annexe serait entièrement à la cote (13,40), niveau des hautes mers de vives eaux, et qu'on utiliserait l'eau refoulée seulement, la puissance constante qu'on pourrait obtenir serait de *10 500 ch.*

Résumé des diverses solutions. — La puissance continue et constante de 2500 ch obtenue avec la chute de 1,33 m et une durée moyenne d'écoulement des eaux du bassin de

$$\frac{3\text{h }25' + 4\text{ h }10' + 5\text{ h }10' + 3\text{ h }35'}{2} = 8\text{ h }10'$$

par marée, et celle de 11 000 ch obtenue avec une durée d'écoulement de deux heures constituent les cas extrêmes pouvant être envisagés. L'un et l'autre peuvent être sujets à diverses objections, et il semblerait plus naturel d'adopter la moyenne entre ces résultats, soit 6 000 ch en chiffres ronds pour une durée d'écoulement de cinq heures des eaux du bassin de marée, soit en moyenne deux heures et demie par flot ou jusant.

L'énorme puissance à développer pendant peu de temps, en vives eaux surtout, sous une chute peu élevée, exigerait des turbines d'un débit qui pourrait atteindre en moyenne

$$\frac{13\ 000\ 000 + 62\ 290 \text{ m}^3}{3\ 600} = 3\ 628 \text{ m}^3 : \text{sec.}$$

Pour ne pas avoir des turbines de trop grandes dimensions, on serait obligé d'employer un nombre assez élevé de ces appareils.

2° Région de La Rochelle.

Bassin unique sans refoulement d'eau. — MARÉES DE MORTES EAUX. — La dénivellation minimum admise en mort d'eau, est de 2 m, soit la moitié de l'amplitude à Saint-Malo.

Digitized by Google

Le volume à emmagasiner pour obtenir les 83 780 ch-h, serait de

$$\frac{83\,780 \times 270\,000}{1\,026 \times 2{,}00 \times 0{,}80} = 13\,779\,650 \text{ m}^3$$

qui seraient contenus dans un réservoir de

$$\frac{13\,779\,650}{(13{,}40 - 5{,}83)} = 182{,}03 \text{ hectares.}$$

Le système serait donc ainsi convenablement équilibré, mais le rendement moyen ne serait que de

$$\frac{2\,500 \text{ ch}}{24\,400 \text{ ch}} = 0{,}1025,$$

ainsi qu'on le verra plus loin (fig. 26).

Il est évident qu'on pourrait adopter pour l'écoulement des eaux du bassin, toute autre chute que celle de 1,33 m prise comme exemple; on pourrait ainsi recueillir une plus grande puissance, mais il serait plus difficile d'utiliser la force motrice importante ainsi développée en peu de temps. Pour chaque application envisagée, il y aurait donc lieu de déterminer le meilleur régime d'écoulement à adopter.

Exemple. — A titre d'exemple, nous allons calculer le rendement en admettant que les eaux du bassin seraient complètement écoulées en une heure au bas d'eau, et que le bassin serait rempli en une heure lors de la pleine mer.

En mort d'eau, on obtiendrait une énergie totale, par marée, de

$$\frac{2 \times 1\,000\,000 \times 1\,026 \times 4{,}00 \times \frac{3{,}90}{2} \text{ environ} \times 0{,}80}{270\,000} = 47\,424 \text{ ch-h.}$$

Le rendement serait alors de

$$\frac{47\,424 \times 270\,000}{1\,000\,000 \times 4{,}00 \times 1\,026 \times 2 \times 2{,}00} = 0{,}7800.$$

En vives eaux, on aurait de même

$$\frac{1\,000\,000 \times 13{,}00 \times 2 \times 1\,026 \times \frac{12{,}80}{3} \text{ environ} \times 0{,}80}{270\,000} = 505\,860 \text{ ch-h.}$$

Et un rendement de

$$\frac{505\,860 \times 270\,000}{26\,000\,000 \times 13{,}00 \times 1\,026 \times 6{,}50} = 0{,}7877.$$

Ces chiffres sont des maxima.

Le rendement est élevé, mais il serait bien difficile, en pratique, de recueillir et d'utiliser convenablement en deux heures en tout par marée, ou 3 h 50, par jour, une énergie variant quatorze fois en sept jours et demi de 47 424 à 505 860 ch-h. Il semble donc que le système d'écoulement étudié sous la chute de 1,33 m, bien que donnant un rendement peu élevé, serait encore une des meilleures dispositions à adopter.

Il y a lieu de remarquer en effet, que si on voulait employer la puissance développée pour l'accumulation hydraulique, on serait, en jusant, dans de très mauvaises conditions, puisqu'il faudrait puiser cette eau au niveau de la basse mer pendant la marche des turbines; la hauteur d'élévation serait ainsi au moins égale à l'amplitude. En flot, la mer étant haute lors du fonctionnement des turbines, l'eau pourrait être puisée presque au niveau de la pleine mer; la hauteur *moyenne* d'élévation serait bien la moitié au moins de l'amplitude, comme dans l'exemple étudié, sous chute de 1,33 m, mais la variation de hauteur du flot au jusant serait de 13,00 — 4,00 = 9 m, ce qui est considérable.

Malgré la difficulté d'utiliser en deux heures par marée les 47 524 et 505 860 ch développés en mortes et en vives eaux, par les turbines, nous allons néanmoins déterminer la force motrice continue et constante qu'il serait possible de recueillir en régularisant la puissance pour toutes les marées.

A cet effet, nous admettrons que le réservoir auxiliaire aurait sur 100 hectares son fond à la cote (4,60), soit à 0,10 m au-dessus du niveau des basses mers de mortes eaux, et le surplus à la cote (13,40), et qu'il serait divisé en deux parties égales.

Le fonctionnement de ces réservoirs serait alors le suivant pour la région de Saint-Malo : les deux sections de 100 hectares étant préalablement remplies par une marée de vive eau jusqu'à la cote (13,40), on refoulerait de l'eau dans la première section ayant son fond à (13,40) sur 4 m de hauteur jusqu'à la cote (17,40), pendant les quatorze marées du cycle lunaire de sept jours et demi.

Cette masse d'eau serait ensuite utilisée pour les quatorze marées du cycle suivant, pendant lequel on refoulerait de l'eau jusqu'à la cote (17,40) dans la seconde partie du réservoir annexe creusée à (13,40).

La première masse d'eau servirait du mort d'eau à la vive eau, et la seconde de la vive eau au mort d'eau. Le cycle serait ainsi périodique, mais la chute varierait dans d'assez grandes proportions.

Nous prendrons, comme puissance continue et constante à obtenir, *11 000 ch.*

L'énergie disponible pour élever de l'eau, afin de produire cette même puissance pendant les

$$\left(\frac{12\text{ h }45' + 12\text{ h }20'}{2} - 2\text{ h}\right) = 10\text{ h }30' \text{ en chiffres ronds,}$$

d'arrêts causés par la marée, serait de (fig. 26)

Marée de 4 m	47 424 — 11 000 × 2..	25 424 ch-h,
5 m	74 000 — 22 000	52 000
6 m	107 000 — 22 000	85 000
7 m	145 000 — 22 000	123 000
8 m	189 000 — 22 000	167 000
9 m	239 000 — 22 000	217 000
10 m	295 000 — 22 000	273 000
11 m	359 000 — 22 000	337 000
12 m	430 000 — 22 000	408 000
13 m	505 860 — 22 000	483 860
		2 171 284 ch-h.

Digitized by Google

soit en moyenne, par marée,

$$\frac{2\ 171\ 284}{10} = 217\ 128 \text{ ch-h.}$$

Cette énergie permettrait d'élever sur 4 m de hauteur au-dessus de la cote 13,40 m un volume d'eau de

$$V = \frac{217\ 128 \times 270\ 000 \times 0{,}80}{1\ 026 \times h},$$

où h a, pour toutes les marées, la valeur de

$$\frac{13{,}40+8{,}50}{1} + \frac{4}{2} - \frac{13+4}{2\times 2} + 2{,}30 \text{ pour pertes de charge} = 11 \text{ m.}$$

On obtient pour V, 4 155 560 m³ qui seraient contenus dans un réservoir de

$$\frac{4\ 155\ 560 \times 14}{4{,}00} = 1\ 454\ 45 \text{ hectares.}$$

Par heure de marche des turbines, on aurait

$$\frac{4\ 155\ 560}{10\text{ h }30'} = 395\ 768 \text{ m}^3.$$

Ce volume d'eau serait à utiliser, le bassin étant plein, sous une chute moyenne en haute mer de

$$\frac{(13{,}40 + 2{,}00 - 8{,}50) + (15{,}40 - 13{,}40)}{2} = 4{,}45 \text{ m.}$$

Et en basse mer de

$$\frac{(15{,}40 - 0{,}40 + 0{,}20) + (15{,}40 - 4{,}50 + 0{,}10)}{2} = 12{,}70 \text{ m.}$$

La moyenne générale serait de

$$\frac{4{,}45 + 12{,}70}{2} = 8{,}57 \text{ m,}$$

La puissance réelle que pourraient dès lors produire les 395 768 m³ d'eau refoulés serait de

$$\frac{395\ 768 \times 1\ 026 \times 8{,}57 \times 0{,}80}{270\ 000} = 10\ 311 \text{ ch.}$$

Mais, à ce chiffre, il convient d'ajouter la force motrice que pourrait donner l'eau emmaganisée par la marée dans le réservoir de 100 hectares entre les cotes (4,60) et (13,40), soit

$$1000\ 000 \text{ m}^2 \times 8{,}80 = 8\ 800\ 000 \text{ m}^3.$$

Cette masse d'eau serait utilisée en quatorze marées, sous une chute moyenne de

$$\frac{\frac{(13{,}40-8{,}50)+(13{,}40-13{,}30)}{2} + \frac{(13{,}40-0{,}60)+(13{,}40-4{,}60)}{2}}{3} =$$

$$= \frac{+\ \frac{(4{,}60-0{,}60)+(4{,}60-4{,}60)}{2}}{3} = 5{,}90 \text{ m.}$$

La puissance développée sera donc de

$$\frac{8\ 800\ 000 \times 1\ 026 \times 5{,}90 \times 0{,}80}{14 \times 10\text{ h }30 \times 270\ 000} = 1\ 073 \text{ ch.}$$

La puissance développée par l'eau emmaganisée et refoulée serait au total de 10 311 + 1 073 = 11 384 ch, supérieure de 384 ch à la puissance continue et constante adoptée. Ce supplément de puissance servirait à compenser les pertes de toute nature.

Le système serait ainsi bien équilibré, et en définitive on pourrait obtenir dans la région de Saint-Malo, avec un bassin de marée de 100 hectares, creusé au niveau des plus basses mers, écoulant ses eaux en deux heures par marée au bas d'eau, et l'adjonction de deux réservoirs auxiliaires de 1 454 45 hectares, creusés à (13,40) présentant deux parties de 100 hectares creusées à (4,60), dans lesquels l'eau serait refoulée sur 4 m de hauteur au-dessus de la cote (13,40), une puissance continue et constante de *11000 ch*. Le rendement serait de $\frac{11\,000}{24\,400} = 0{,}4508$.

Dans le cas où le fond du réservoir annexe serait entièrement à la cote (13,40), niveau des hautes mers de vives eaux, et qu'on utiliserait l'eau refoulée seulement, la puissance constante qu'on pourrait obtenir serait de *10500 ch*.

Résumé des diverses solutions. — La puissance continue et constante de 2500 ch obtenue avec la chute de 1,33 m et une durée moyenne d'écoulement des eaux du bassin de

$$\frac{3\text{h }25' + 4\text{ h }10' + 5\text{ h }10' + 3\text{ h }35'}{2} = 8\text{ h }10'$$

par marée, et celle de 11 000 ch obtenue avec une durée d'écoulement de deux heures constituent les cas extrêmes pouvant être envisagés. L'un et l'autre peuvent être sujets à diverses objections, et il semblerait plus naturel d'adopter la moyenne entre ces résultats, soit 6 000 ch en chiffres ronds pour une durée d'écoulement de cinq heures des eaux du bassin de marée, soit en moyenne deux heures et demie par flot ou jusant.

L'énorme puissance à développer pendant peu de temps, en vives eaux surtout, sous une chute peu élevée, exigerait des turbines d'un débit qui pourrait atteindre en moyenne

$$\frac{13\ 000\ 000 + 62\ 290 \text{ m}^3}{3\ 600} = 3\ 628 \text{ m}^3 : \text{sec.}$$

Pour ne pas avoir des turbines de trop grandes dimensions, on serait obligé d'employer un nombre assez élevé de ces appareils.

2° Région de La Rochelle.

Bassin unique sans refoulement d'eau. — MARÉES DE MORTES EAUX. — La dénivellation minimum admise en mort d'eau, est de 2 m, soit la moitié de l'amplitude à Saint-Malo.

Digitized by Google

Le fonctionnement du bassin serait réglé ainsi : un quart d'heure avant et un quart d'heure après le plein, en étale, la mer achèverait le remplissage du bassin (fig. 15). On attendrait encore 2 h 55′ que la mer ait baissé d'une hauteur égale au tiers de l'amplitude, soit $\frac{2}{3} = 0{,}67$ m avant de mettre les turbines en marche; elles fonctionneraient alors jusqu'à un quart d'heure avant la basse mer, soit pendant 3 h 30′ sous la chute à peu près constante de 0,67 m, en écoulant l'eau du réservoir dans la mer. Le bassin serait alors vidé en une demi-heure pendant l'étale de basse mer ; on attendrait ensuite 2 h 15′ après le bas d'eau que la mer ait monté de 0,67 m pour remettre les turbines en marche pendant 3 h 20′ en introduisant l'eau de mer dans le bassin jusqu'à un quart d'heure avant la pleine mer, moment où les turbines seraient encore arrêtées; le bassin serait ensuite rempli pendant l'étale de haute mer. En jusant, le débit moyen des turbines par seconde serait, pour le bassin de 100 hectares pris comme type, de

$$\frac{1\,000\,000 \times 1{,}33}{12\,600} = 105{,}556 \text{ m}^3 : \text{sec.}$$

La puissance réelle développée pendant 3 h 30′ serait de

$$\frac{105{,}556 \times 1\,026 \times 0{,}67 \times 0{,}80}{75} = 774 \text{ ch.}$$

Lors du flot, le débit moyen des turbines serait de

$$\frac{1\,000\,000 \times 1{,}33}{12\,000} = 110{,}833 \text{ m}^3,$$

et la puissance réelle développée pendant 3 h 20, de

$$\frac{110{,}833 \times 1\,026 \times 0{,}67 \times 0{,}80}{75} = 813 \text{ ch.}$$

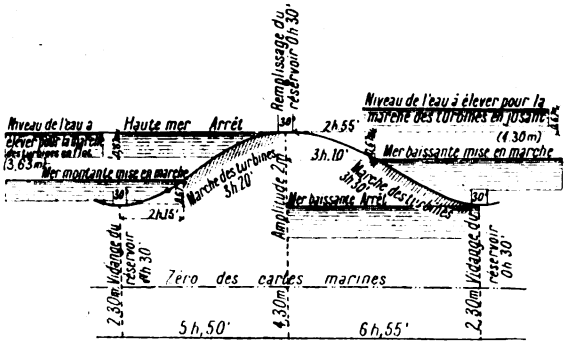


Fig. 15. — Marée de morte eau.

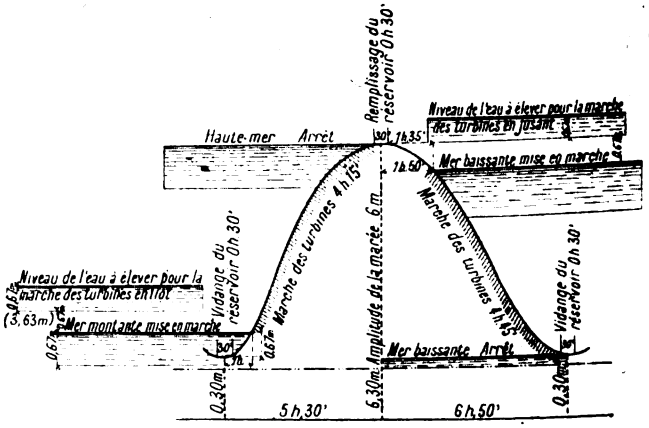


Fig. 16. — Marée d'équinoxe.

Les turbines marcheraient ainsi 3 h 30′ + 3 h 20′ = 6 h 50′ sur 12 h 45′ soit un peu plus de la moitié du temps.

Le travail théorique que pourrait produire une marée de 12 h 45′, serait de

$$\left(1\,000\,000 \times 2 \times 1\,026 \times \frac{2}{2}\right) \times 2 = 4\,104\,000\,000 \text{ kgm.}$$

Or, le travail réel qui pourrait être recueilli en flot et en jusant pendant 6 h 50′ de

$$1\,000\,000 \times 1{,}33 \times 1026 \times 0{,}67 \times 0{,}80 = 1\,462\,829\,760 \text{ kgm.}$$

Le rendement serait par suite de

$$\frac{1\,462\,829\,760}{4\,104\,000\,000} = 0{,}3574.$$

Marées de vives eaux. — Pour une marée de vive eau, d'une amplitude de 6 m (fig. 16) il faudrait attendre 1 h 50′ après le plein pour que la mer ait baissé de 0,67 m. Les turbines marcheraient alors en jusant pendant 4 h 45′.

Le débit moyen des turbines serait de

$$\frac{1\,000\,000 \times 5{,}33}{17\,100} = 311{,}696 \text{ m}^3 : \text{sec,}$$

et la puissance réelle développée, de

$$\frac{311{,}696 \times 1\,026 \times 0{,}77 \times 0{,}80}{75} = \mathbf{2\,286} \text{ ch.}$$

Lors du flot, il faudrait attendre une heure pour remettre les turbines en marche pendant 4 h 15′. Le débit moyen des turbines serait de

$$\frac{1\,000\,000 \times 5{,}33}{15\,300} = 348{,}366 \text{ m}^3 : \text{sec,}$$

La puissance réellement développée pendant 4 h 15′ serait de

$$\frac{348{,}366 \times 1\,026 \times 0{,}67 \times 0{,}80}{75} = 2\,555 \text{ ch.}$$

Le rendement serait de

$$\frac{1\,000\,000 \times 5{,}33 \times 1\,026 \times 0{,}67 \times 2 \times 0{,}80}{1\,000\,000 \times 6{,}00 \times 1\,026 \times 3{,}00 \times 2} = 0{,}1587.$$

L'équipement de l'usine pourrait comprendre pour les

Digitized by Google

mortes eaux deux turbines de 420 à 430 ch et en plus, pour les vives eaux, trois turbines de 475 à 570 ch.

La vidange et le remplissage du réservoir devant se faire en 30 minutes, le volume d'eau à écouler serait par seconde de

$$\frac{1\,000\,000 \times 0{,}67}{1\,800} = 372{,}333 \text{ m}^3.$$

Bassin unique avec refoulement d'eau dans un réservoir. — Au lieu d'une force motrice intermittente, on pourrait élever de l'eau dans un réservoir spécial, afin de produire du travail pendant la période de pleine mer et du bas d'eau.

Nous admettrons comme puissance continue et constante, celle de *260 ch* qui conviendrait pour le mort d'eau.

L'interruption de la marche des turbines à la pleine mer étant de 3 h 10', il faudrait refouler dans un bassin supérieur, pour avoir une chute de 0,67 m pendant la durée du plein, un volume d'eau dont le plan supérieur devrait être à 0,67 m au-dessus du niveau de la pleine mer (fig. 15).

La quantité d'eau à refouler par heure pour obtenir 260 ch, serait de

$$\frac{270\,000 \times 260}{1\,026 \times 0{,}67 \times 0{,}80} = 126\,670 \text{ m}^3,$$

et pour 3 h 10' :

$$126\,670 \times 3 \text{ h } 10' = 401\,164 \text{ m}^3.$$

Le bassin auxiliaire devrait donc avoir

$$\frac{401\,164 \text{ m}^3}{0{,}67} = 59{,}95 \text{ hectares.}$$

L'eau prise partie en flot, serait à élever à

$$\frac{1{,}33}{2} + \frac{0{,}67}{2} + 0{,}30 \text{ pour pertes de charges} = 1{,}30 \text{ m.}$$

Pour la période de 1 h de début du flot, l'eau devrait être élevée à $0{,}67 + 0{,}67 + \frac{0{,}67}{2} = 1{,}68$ m au-dessus de la basse mer (fig. 15) ; le plan supérieur de cette eau serait alors à $2{,}30 + 2 = (4{,}30)$ c'est-à-dire au niveau de la pleine mer. Il ne serait donc pas nécessaire d'élever cette eau mécaniquement, à condition de diviser le réservoir annexe, comme nous l'avons dit, en deux parties. Le fond du réservoir auxiliaire devrait être à $4{,}30 - 0{,}67 = (3{,}63)$ du zéro des cartes marines.

Afin d'obtenir une puissance continue et constante aussi élevée que possible, les 401 164 m³ seraient refoulés, partie en flot à 1,30 m de hauteur, et partie en jusant, à $0{,}67 + 0{,}67 + \frac{0{,}67}{2} + 0{,}17$ pour pertes de charge, soit à 2,15 m de hauteur.

La force motrice disponible en flot pendant 3 h 20' permettrait de refouler un volume d'eau de

$$\frac{(813 - 260) \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 1{,}30} \times 3 \text{ h } 20' = 298\,485 \text{ m}^3.$$

Et en jusant, un volume d'eau de

$$\frac{(774 - 260) \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 2{,}15} \times 3 \text{ h } 30 = 176\,156 \text{ m}^3.$$

Le volume total d'eau élevée pendant la marée serait donc de 298 485 + 176 156 = 474 641 m³ ; supérieur de 73 477 m³ au volume réel nécessaire, afin de compenser les pertes de toute nature.

Le rendement en puissance continue et constante serait de

$$\frac{270\,000 \times 260 \times 12 \text{ h } 45'}{4\,104\,000\,000} = \mathbf{0{,}2189}.$$

En vives eaux, le volume à élever pendant 1 h serait, pour la puissance continue de *800 ch* admise, de

$$\frac{270\,000 \times 800}{1\,026 \times 0{,}67 \times 0{,}80} = 392\,773 \text{ m}^3,$$

et pour 1 h 50' :

$$392\,773 \times 1 \text{ h } 50' = 719\,953 \text{ m}^3.$$

La hauteur d'élévation en flot, serait de

$$\frac{6{,}00 - 0{,}67}{2} + \frac{0{,}67}{2} + 0{,}80 \text{ pour pertes de charge,}$$

soit 3,80 m, hauteur moyenne.

Le réservoir auxiliaire devrait donc avoir, pour les vives eaux, une superficie de

$$\frac{719\,953}{0{,}67} = 107{,}46 \text{ hectares,}$$

soit 107,46 — 59,95 = 47,51 hectares de plus que pour le mort d'eau.

Comme une partie des 719 953 m³ devraient être élevés en flot, la hauteur de refoulement serait de

$$6{,}00 + 0{,}25 - \frac{6{,}00 - 0{,}67}{2} + 1{,}01 \text{ pour pertes} = 4{,}60 \text{ m.}$$

Le volume d'eau refoulée en jusant pendant 4 h 15' serait de

$$\frac{(2\,286 - 800) \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 3{,}80} \times 4 \text{ h } 15' = 391\,048 \text{ m}^3,$$

et en flot, de

$$\frac{(2\,555 - 800) \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 4{,}60} \times 4 \text{ h } 15' = 344\,964 \text{ m}^3.$$

Digitized by Google

Le volume total d'eau élevée par marée serait donc de $391\,048 + 344\,964 = 736\,012$ m³, en excédent de 16059 m³ sur le volume nécessaire, ce qui permettrait de compenser les pertes.

Le rendement serait de

$$\frac{800 \times 270\,000 \times 12\,\text{h}\,20'}{1\,000\,000 \times 6{,}00 \times 1\,026 \times 3{,}00 \times 2} = \mathbf{0{,}0722},$$

Résumé. — En résumé, une installation à bassin de marée unique, dans la région de La Rochelle, permettrait d'obtenir, pour 100 hectares de superficie du bassin,

En mort d'eau :

1° Pendant 3 h 30' en jusant, une puissance de 774 ch ;

2° En flot, pendant 3 h 30' une puissance de 813 ch.

La marche des turbines serait suspendue pendant 12 h 45' — 6 h 50' = 5 h 55' par marée.

En marée d'équinoxe :

3° En jusant pendant 4 h 45' une puissance de 2 286 ch ;

4° En flot, pendant 4 h 15' une puissance de 2555 ch.

La marche des turbines serait suspendue pendant 12 h 20' — 9 h = 3 h 20'.

En adjoignant au bassin de marée un réservoir comportant deux parties de 107,46 hectares, ayant leur fond à la cote (3,63), on pourrait accumuler de l'eau et obtenir, en mortes eaux, une puissance continue et constante de *260 ch*, et en vives eaux, de *800 ch*, soit 260 ch pour toutes les marées, et une puissance supplémentaire croissant de zéro à 540 ch en 7 jours et demi et décroissant de même.

Les marées à Saint-Malo ont une amplitude moyenne de 8 m et à La Rochelle de 4 m, soit moitié moins.

Or, l'énergie totale pouvant être recueillie par marée de morte eau à Saint-Malo est de

2 581 × 4 h 10, =	10 755 ch-h
2 148 × 3 h 25, =	10 757 ch-h
Total....	21 512 ch-h.

A La Rochelle, cette énergie totale est de

774 × 3 h 30, =	2 709 ch-h
813 × 3 h 20, =	2 709 ch-h
Total....	5 418 ch-h.

Le rapport de ces énergies motrices pour des amplitudes moyennes de 4 m et 8 m, est de

$$\frac{5\,418}{21\,512} = 0{,}2519.$$

En vives eaux, la force motrice totale recueillie à Saint-Malo est de 94 371 ch, et à La Rochelle, de 21 717 ch. Le rapport est de

$$\frac{21\,717}{94\,371} = 0{,}2301.$$

En ce qui concerne les rapports des puissances continues et constantes en mortes et en vives eaux, ils sont de

$$\frac{260}{1\,300} = 0{,}200 \quad \text{et} \quad \frac{800}{3\,500} = 0{,}2286.$$

Les deux derniers rapports sont à peu près les mêmes que celui du carré des amplitudes, $\frac{6^2}{13^2} = 0{,}2130$.

Comme pour la région de Saint-Malo, on pourrait régulariser la puissance développée pour toutes les marées, d'une part, en refoulant de l'eau au moyen de l'excès de puissance des fortes marées sur la limite adoptée, et, d'autre part, en emmagasinant de l'eau de mer jusqu'à la cote 6,30 m dans un réservoir annexe. Mais avec la chute de 0,67 m adoptée, la puissance constante ainsi recueillie ne serait que le quart environ des 2500 ch obtenus dans la région de Saint-Malo, soit *600 ch* seulement.

Enfin, on pourrait adopter pour l'écoulement des eaux du bassin, une chute plus grande que celle de 0,67 m, à condition de faire travailler les turbines moins de temps à chaque marée.

Si on écoulait les eaux du bassin de marée en deux heures au bas d'eau, comme il a été étudié pour la région de Saint-Malo, la puissance maximum continue et constante qu'on obtiendrait pour toutes les marées serait d'environ $\frac{6^2}{13^2} \times 11\,000 = 2300$ ch en chiffres ronds.

La puissance moyenne pour un écoulement de durée intermédiaire entre

$$\frac{5\,\text{h}\,30' + 3\,\text{h}\,20' + 4\,\text{h}\,45' + 4\,\text{h}\,15'}{2} = 8\,\text{h}\,56 \text{ et } 2\,\text{h},$$

soit pendant 5 h 25 environ, serait de

$$\frac{600 + 2300}{2} = 1400\,ch \text{ en chiffres ronds.}$$

(*A suivre.*)

E. MAYNARD,
Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment Ingénieur du Service maritime à La Rochelle et à Saint-Nazaire.

Digitized by Google

Les alternateurs à haute fréquence

Les besoins de la télégraphie sans fil ont poussé les constructeurs à chercher à produire directement le courant alternatif à haute fréquence au moyen d'alternateurs spéciaux. L'auteur donne les principes de certains de ces appareils et en particulier de ceux de MM. Marius Latour, Alexanderson et de la Société Française Radio-électrique, ce dernier construit par la Société Alsacienne de Constructions mécaniques.

Le premier alternateur à haute fréquence construit en France et ayant donné, à notre connaissance, une puissance relativement grande, fut mis en exécution en 1915 dans les ateliers de la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour le compte de la Société française Radio-Electrique. Disons immédiatement que c'est une machine d'essai, par conséquent de petites dimensions, devant en tout premier lieu éprouver le système adopté qui, dans la suite, s'est révélé des plus avantageux. De plus, nous n'envisagerons que les côtés librement abordables de la question et déjà plus ou moins connus de chacun.

La disposition des organes actifs d'une telle machine devenait plutôt secondaire. Par exemple, il importait peu que l'entrefer soit radial ou cylindrique, puisqu'il n'est pas nécessaire d'avoir recours à des vitesses périphériques inaccoutumées pour obtenir la fréquence de 30 000 p : sec. Il suffisait, pour pouvoir juger à coup sûr du rendement électrique, d'obtenir une construction parfaite rendue difficile par l'étroitesse des pôles. Cet inconvénient, d'autant plus grand que le rotor tourne moins vite pour une fréquence donnée, entraîne avec lui celui d'un entrefer très petit.

En choisissant donc 150 m : sec comme vitesse périphérique minimum admissible pour le rotor d'une telle machine, on se rendra compte de prime abord que les difficultés de bobinage et d'isolement des enroulements sont encore fort sérieuses. Les dimensions des conducteurs elles-mêmes seraient réduites d'une façon exagérée.

Il est toutefois très aisé de faciliter la construction et

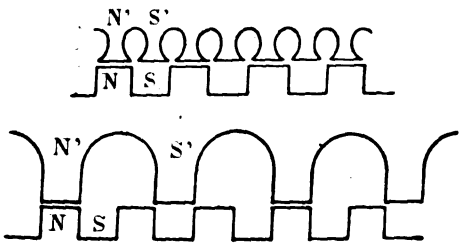


Fig. 1 et 2.

de lui donner par conséquent plus de sûreté. Il suffit de remarquer que la fréquence de la force électromotrice induite ne dépend pas du nombre de pôles du stator, mais uniquement de celui du rotor. En effet, si, dans un alternateur normal (fig. 1), on supprime deux pôles consécutifs de l'induit sur trois (fig. 2), en conservant le même rotor, rien n'est changé quant à la variation de flux résultante. Ceci permet donc de construire un rotor prévu pour la fréquence voulue, soit 30 000 p : sec et d'admettre un stator prévu pour une fréquence réduite des deux tiers, soit 10 000 p : sec seulement. On obtient ainsi tout l'espace désirable pour avoir un bon isolement des conducteurs et pour pouvoir leur donner une section amplement suffisante.

En principe, on pourrait supprimer au stator $2n$ pôles consécutifs sur $2n + 1$, mais on le ferait au détriment du rendement de l'alternateur. La comparaison des figures 1 et 2 montre du reste qu'il est inutile de choisir n plus grand que l'unité, la largeur des entailles pouvant de ce fait être quadruplée. Cet artifice de construction (fig. 2), indiqué par l'auteur en août 1915, se présente immédiatement à l'esprit. Mais il faut remarquer tout de suite qu'il ne peut être avantageux que lorsqu'il est matériellement impossible d'augmenter la vitesse périphérique du rotor.

A la même époque, M. Latour proposait de son côté une solution équivalente en principe, indiquée par la figure 3 ci-contre. Vis-à-vis d'un pôle du stator se trouvent toujours trois pôles du rotor, dont deux alternati-

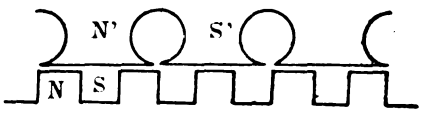


Fig. 3.

vement de même signe, de sorte que les variations de flux dans l'induit sont encore les mêmes que dans un alternateur normal.

Enfin, M. Alexanderson avait, peu auparavant, exactement la même idée que M. Latour, et prenait aux Etats-Unis, en juin 1915, un brevet relatif entre autres à la disposition de la figure 3. Du reste, le fait d'avoir un stator construit pour une fréquence plus faible que celle relative au rotor est peut être beaucoup moins récent qu'on pourrait le supposer. En tout cas, comme nous l'avons appris plus tard, il existe déjà nettement dans un brevet antérieur de M. Alexanderson demandé en octobre 1911, concernant un alternateur dont l'induit n'a que les deux tiers du nombre de pôles de l'inducteur (1).

Evidemment, dans ces conditions, et par la nature

(1) Voir *E. T. Z.*, 1912, p. 659.

Digitized by Google

même du problème, on ne peut avoir plus d'un conducteur par cannelure et l'enroulement sera en général monophasé, tout au plus diphasé si la fréquence requise n'est pas trop élevée.

Pour différentes raisons très évidentes, et en particulier, parce que la puissance magnétisante, par conséquent aussi l'échauffement de l'alternateur dans ses éléments actifs, peuvent être réduits à leur minimum, la machine homopolaire est très probablement la seule susceptible d'un bon rendement électrique. En tout cas, nous l'avons envisagée dès la première heure comme des plus avantageuses pour la haute fréquence, et c'est sans contredit la plus facile à construire. Le rotor se réduit en effet à un « fer tournant », massif ou feuilleté, avantage énorme à cause du grand nombre de pôles, et de la possibilité d'admettre des vitesses périphériques élevées tout en conservant les mêmes coefficients de sécurité.

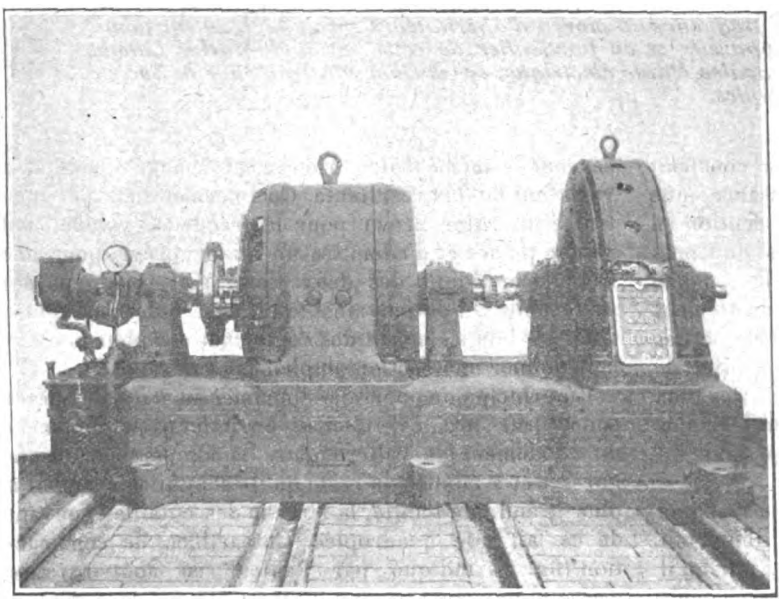


Fig. 4.

Pour l'instant, nous ne pouvons guère qu'indiquer les résultats obtenus dont on se rendra compte par les données suivantes. Avec un alésage de 478 mm et une largeur de fer de 36 mm seulement, la puissance de la machine d'essai, dont il est fait mention au début de la présente note, est de 5 kw sur rhéostat en régime normal, à 30 000 p : sec. Pour une vitesse angulaire de 6 000 t : min, la vitesse périphérique est donc de 150 m : sec, ce qui est relativement très peu pour une machine donnant directement une aussi haute fréquence. Toujours à 30 000 p : sec, l'alternateur est susceptible d'une surcharge de 40 pour 100, ce qui porte sa puissance à 7 kw. L'entraînement se fait par un turbo-moteur à courant continu avec accouplement direct. Les fusées dans les paliers sont lubrifiées simplement par des bagues.

Ces résultats, obtenus en 1916, établissaient suffisamment l'efficacité du système adopté, puisque l'échauffement de l'induit seul limite la puissance de l'alternateur dont la surcharge possible est considérable. Il était dès lors possible d'envisager la construction de machines analogues de toutes puissances et de toutes fréquences.

La figure 4 représente un premier type de groupe convertisseur à haute fréquence de la Société française Radio-Électrique, construit par la Société alsacienne de Constructions mécaniques, prévu pour une puissance de 10 kw à 32 400 p : sec. A quelques modifications près, l'alternateur a les mêmes caractéristiques que celles indiquées plus haut (fig. 2) : la largeur du fer actif a seule été doublée. Toutefois, certaines améliorations ont déjà permis d'obtenir des résultats encore plus heureux. Aussi ces machines sont-elles susceptibles d'une surcharge importante allant jusqu'à 80 pour 100, soit 18 kw utiles, débités sur résistance ohmique. La durée d'un tel régime est évidemment limitée par les échauffements qui en résultent. Les caractéristiques à vide et en court-circuit sont représentées par la figure 5. Le refroidissement est assuré par une ventilation énergique doublée, à volonté, d'une circulation d'huile. En surcharge, on trouve donc que l'alternateur donne une puissance utile de 18 w environ par centimètre carré du fer actif, ce qui est fort appréciable pour une si haute fréquence (324 paires de pôles) eu égard à la faible vitesse périphérique du rotor. Un turbo-moteur à courant continu, 6000 t : min, prévu pour 25 kw absorbés, et de même susceptible d'une grande surcharge, sert également à l'entraînement de l'alternateur, directement accouplé par manchon semi-rigide, permettant ainsi la suppression de tout

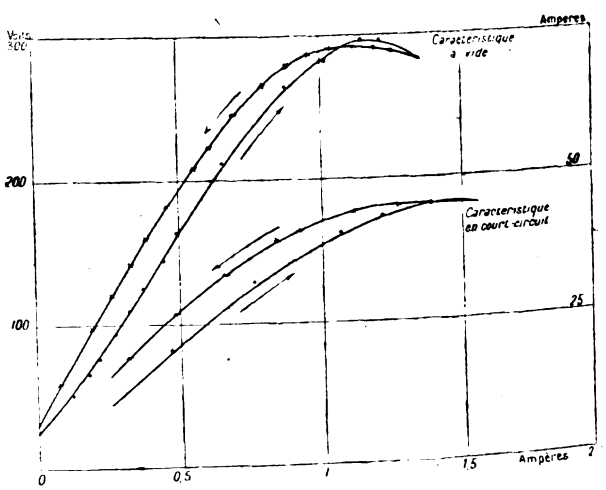


Fig. 5.

Digitized by Google

multiplicateur de vitesse par engrenages. Le graissage des paliers se fait par huile sous pression provenant d'une pompe en bout d'arbre du moteur avec réservoir adapté au socle. Un limiteur de vitesse empêche tout emballement supérieur à 10 pour 100 de la vitesse normale. On peut donc obtenir 35 000 p : sec en régime continu à 6500 t : min. En charge normale, le rendement global de tout le groupe, y compris celui du moteur et la puissance nécessaire pour la circulation d'huile ainsi que l'excitation de l'alternateur est supérieur à 40 pour 100. Ce rendement global s'améliore avec l'énergie utile débitée, à cause de l'importance des pertes fixes du groupe vis-à-vis de sa faible puissance, et peut être considérablement augmenté. Pour des installations de grande puissance, il n'est alors plus du tout comparable au chiffre indiqué ci-dessus, surtout si l'on prend les dispositions convenables pour réduire au minimum les pertes fixes et pour refroidir très énergiquement le fer actif.

Les petits groupes dont il est question sont surtout intéressants à cause de leur simplicité extrême et de leurs faibles dimensions ; puis aussi à cause de la grande sécurité garantie tant au point de vue mécanique qu'au point de vue électrique. De plus, ils montrent de la façon la plus plausible la possibilité de réaliser des alternateurs à haute fréquence de très grande puissance jusqu'à 50 000 p : sec et de moyenne puissance jusqu'à 100 000 p : sec. Ces machines pourront évidemment être considérées à tous les points de vue au même titre que les alternateurs industriels à basse fréquence, offrant les mêmes garanties de bon fonctionnement et de sécurité.

D'autre part, le dernier mot est loin d'être dit dans ce domaine qui apparaît encore comme nouveau pour les grandes puissances, et différentes modifications de construction et même de principe pourront certainement conduire à des perfectionnements importants. Un rendement global d'environ 60 pour 100 y compris celui du moteur doit probablement être atteint. Pour n'importe quel système, ce chiffre dépend évidemment avant tout de la puissance et de la fréquence de l'alternateur, de la vitesse périphérique du rotor, ainsi que de la qualité des tôles utilisées pour feuilleter l'induit.

O. Billieux,
Ingénieur à la Société Alsacienne.

Contribution à la détermination du régime hydraulique du Cher

Dans cette note, l'auteur indique comment, par des observations poursuivies pendant sept à huit années, il est parvenu à une évaluation du débit du Cher aux diverses époques de l'année et à une évaluation de la capacité des réservoirs qu'il conviendrait de créer pour rendre ce débit constant.

Dans le Massif central, l'utilisation de la houille blanche se présente dans des conditions très différentes de celles des grands massifs montagneux. Cette région est une sorte de plateau, d'altitude peu élevée en somme, entre 450 et 800 m, pour le bassin du Haut-Cher ; plateau creusé de profondes rainures par l'action des cours d'eau. Le régime de ceux-ci est fort irrégulier à cause de la faible perméabilité du sous-sol ; leur pente est généralement assez faible (3 à 5 m : km pour les principaux). Ils ne se prêtent par conséquent pas à la formation de hautes chutes par courte dérivation à flanc de vallée. Toutefois, la topographie, due à la structure du sous-sol, se prête remarquablement bien à la création de barrages-réservoirs de grande capacité qui donnent à la fois des chutes de hauteur avantageuse et des réserves d'eau propres à atténuer l'irrégularité du débit en même temps que les inconvénients dus aux variations de la consommation dans un réseau électrique.

Etant donné un cours d'eau de cette région, on peut se demander de quelle capacité de réservoirs il faudrait disposer pour obtenir, en régime moyen des pluies, un débit à peu près constant en un point déterminé. C'est la question que je me suis posée pour le Cher, il y a de longues années, quand j'ai entrevu l'utilisation possible de la puissance de cette rivière.

Un système de postes pluviométriques que j'ai institué dans le haut bassin, à partir de 1907, m'a fourni une première série d'indications. D'autre part, la Société « l'Energie électrique de la Loire et du Centre », propriétaire de l'usine hydro-électrique de Rochebut (Teillet) m'a fourni les éléments nécessaires au calcul des débits journaliers au barrage depuis la mise en marche de l'usine (1909).

Les résultats de huit et sept années d'observations permettent ainsi de calculer les éléments d'un régime moyen suffisamment approché de celui qu'on déduirait d'un grand nombre d'années. Ce régime moyen est représenté par le graphique ci-joint. Dans ce graphique, les grandes bandes verticales représentent les hauteurs moyennes journalières de pluie tombées dans le bassin pendant les divers mois (amplification de 1 à 20). Pour comparer utilement les quantités d'eau tombée sur le bassin et les quantités écoulées par la rivière pendant les mêmes mois, nous avons traduit ces dernières en hauteurs de pluie équivalentes répandues sur les 1 500 km² du bassin versant. Les débits moyens ont été calculés : 1° en tenant compte de l'année 1910, qui fut exceptionnellement pluvieuse ; 2° en écartant cette année : traits interrompus, hachures. Ce sont les débits de cette seconde série qu'il convient d'envisager pour avoir

Digitized by Google

une idée assez juste du régime moyen vrai de la rivière.

Tous calculs faits, on peut dire « grosso modo » que, pendant la période considérée, le bassin a reçu annuel-

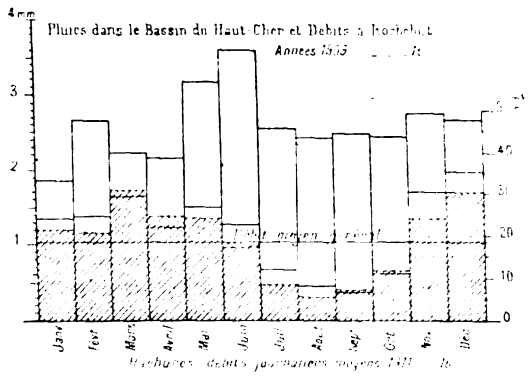


Fig. 1.

lement une moyenne de 1 400 millions de mètres cubes d'eau et que la rivière en a écoulé 590 millions dans le même temps, soit 42 pour 100 environ des précipitations atmosphériques ; le reste, soit 58 pour 100 fut évaporé. La quantité d'eau qui s'écoule en moyenne par jour est de 1 615 000 m³, ce qui correspond à un débit de 18,7 m³ : sec.

On voit que cinq mois sont déficitaires : juin, juillet, août, septembre, octobre. Le premier l'est assez peu 1/10.

La somme des insuffisances, pendant la période déficitaire, ou la somme des excédents pendant l'autre période, représente environ *115 millions de mètres cubes*. C'est donc à ce chiffre qu'il faudrait porter la capacité des réservoirs régulateurs pour donner un débit constant à Rochebut. Si l'on ajoute les 25 millions de mètres cubes du réservoir actuel, qui est intervenu déjà comme régulateur dans les débits observés, on trouve environ 140 millions de mètres cubes pour la capacité totale des réservoirs régulateurs nécessaires dans les 1 500 km² du bassin du Haut-Cher. Cette capacité représente *23 pour 100 du débit annuel moyen*.

Une fraction de ce genre pourrait servir à caractériser le régime d'un cours d'eau. Si l'on considère que l'alimentation du Cher, pauvre en sources, est une des moins régulières du Massif Central, on peut considérer la fraction précédente comme un maximum, d'ailleurs réalisable topographiquement et géologiquement.

P. Morin,
Agrégé de l'Université,
Professeur de physique au lycée de Montluçon.

Revues, analyses et informations

Dureté comparée du fer doux et du cuivre (1).

Les expériences décrites dans cet article ont eu pour but de déterminer quelle limite inférieure pouvait atteindre la dureté d'un fer de haute pureté après un recuit convenable, et de comparer la dureté atteinte à celle du cuivre. Les fers expérimentés ont été pris chez deux constructeurs américains ; leurs compositions sont indiquées dans l'article. Les essais furent tous effectués par la méthode de Brinnell, la charge appliquée étant toujours 500 kg, le diamètre de la bille étant 10 mm.

Les fers furent soumis aux huit traitements suivants : 1° l'échantillon, non recuit, fut d'abord essayé tel quel ; 2° on imposa un recuit ordinaire à un second échantillon, à la température de 765-775° maintenue pendant huit heures dans une enceinte close ; 3° cet échantillon, après avoir été essayé, fut recuit dans l'hydrogène à 900-950° pendant trois heures ; 4° d'autres échantillons furent recuits dans l'hydrogène à 900-950° pendant trois heures sans recuit ordinaire préalable ; 5° le fer fut soumis à un traitement dans le vide à 1 000° pendant deux heures ; 6° des échantillons furent enfermés dans un tube de cuivre bouché à chaque extrémité par un bouchon de cuivre de façon à rendre le tube imperméable à l'air ; le tube fut placé dans un four électrique tubulaire fermé et soumis à 950° pendant trois heures et demie ; 7° un échantillon recuit dans l'hydrogène selon la méthode du n° 4 fut laminé de 0,8 cm à 0,53 cm ; 8° on soumit un échantillon reçu tel quel au traitement du n° 7.

Les résultats des deux séries d'essais de dureté Brinnell sont donnés dans une table pour les huit traitements mentionnés ci-dessus. Il peut être intéressant de savoir que le fer soumis aux traitements 4 et 5 peut être taillé avec un couteau aussi facilement que le cuivre commercial. — Quant au cuivre, il fut soumis aux quatre traitements suivants : 1° échantillon essayé tel quel sans traitement préalable ; 2° échantillon de 1,6 cm d'épaisseur martelé à froid et réduit à 2/3 de son épaisseur originale ; 3° un échantillon de 1,9 cm d'épaisseur fut recuit dans un four à gaz industriel à environ 600° ; 4° un échantillon fut, après recuit ordinaire, laminé à 2/3 de son épaisseur originale. — Une table donne les résultats des essais Brinnell pour les deux séries de barres employées (de 1,9 cm et de 1,6 cm d'épaisseur).

Voici les conclusions qu'on peut tirer de ces expériences : le fer soumis à un recuit dans l'hydrogène a une dureté d'environ 20 points supérieure à celle du cuivre doux ; le recuit dans le vide est presque équivalent au recuit dans l'hydrogène. Si on lamine du cuivre et du fer recuits jusqu'à réduire leur épaisseur d'un tiers, la dureté du cuivre augmente de 100 pour 100 de sa valeur originale, tandis que celle du fer n'augmente que de 60 pour 100. L'échelle des duretés entre le cuivre doux et le cuivre commercial va de 40 à 80, tandis que l'échelle entre le fer recuit dans l'hydrogène et le fer commercial s'étend de 60 à 95. — Du fer soigneusement et convenablement recuit pourrait être employé dans beaucoup de cas à la place du cuivre au point de vue de la dureté. — La figure de l'article original représente deux dessins du même petit four vertical à vide, du type Arsem.

P. V.

(1) F.-C. Kelley. *General Electric Review*, octobre 1918, t. XXI, p. 672-673, 1 200 mots, 1 fig., 2 tab.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Revues, analyses et informations

L'avenir de l'industrie française.

I. — Comment l'industrie française, qui sous l'aiguillon des nécessités de la défense nationale s'est si remarquablement développée pendant les années de guerre, se comportera-t-elle lorsque la paix sera signée ?

Suivant les uns, la reconstitution des stocks, la reconstruction des régions dévastées par l'ennemi, la mise à l'index des produits allemands sur les marchés français ne peuvent manquer d'assurer à notre industrie une prospérité très grande : la fabrication ne couvrira pas les besoins et toutes les usines trouveront un écoulement facile à leur production.

D'autres, au contraire, estiment que les nouvelles usines créées pendant la guerre dans tous les pays belligérants ou neutres ne peuvent manquer d'amener une surproduction et, par suite, un avilissement rapide des cours : il s'en suivra une crise industrielle, de longue durée, qui ne saurait être atténuée par une consommation civile qui, si importante fût-elle, n'égalera pas les besoins de guerre. Et, comme il est certain que les Allemands chercheront avec âpreté à reprendre les marchés qu'ils ont perdus, il faut s'attendre à une guerre économique des plus graves.

Les arguments présentés en faveur de l'une et en faveur de l'autre thèse paraissent à première vue également bons. Pour en estimer la valeur exacte, il faudrait connaître d'une façon précise les possibilités actuelles de production dans le monde entier et les besoins de la consommation après la signature de la paix. Les données manquent pour établir ce bilan.

Pour n'être pas pris au dépourvu, le mieux est donc de se placer dans le camp de ceux qui craignent une crise économique et de chercher quelles mesures pourraient conjurer cette crise. C'est dans cette hypothèse que s'est placé M. R. Duchemin, vice-président du Syndicat général des Produits chimiques, qui vient de publier dans « Chimie et Industrie » un fort intéressant article (1) où, après avoir énoncé les raisons qui lui font redouter une crise économique, il montre que la création de comptoirs internationaux constituerait un remède efficace et expose un programme d'application de cette solution.

II. — 1. Parmi les raisons qui font craindre à M. Duchemin une crise de l'industrie française se place en premier lieu la lutte de prix qui ne peut manquer de se produire sur les marchés de l'exportation où les marchandises françaises ont été peu à peu remplacées par des marques étrangères.

Les industriels français, obligés de faire face aux besoins de l'armée, ont dû abandonner presque entièrement les ventes en Sud-Amérique et en Extrême-Orient. Leurs places ont été prises, tout d'abord par les négociants anglais, puis par les industriels des États-Unis et du Japon. Comment, ajoute M. Duchemin, pourront-ils reconquérir ces marchés avec une marine squelettique et dont la reconstitution rapide paraît encore bien problématique ?

Ce sera d'autant plus difficile que, dans tous les pays, les gouvernants cherchent les moyens qui leur permettront d'écouler leur production intensive d'après-guerre. « Le Royaume-Uni, malgré ses doctrines libre-échangistes, envisage favorablement les doctrines les plus impérialistes ; les États-Unis, bien préparés par leur régime des trusts aux luttes en ordre concentré, songent au contrôle économique des Républiques sud-américaines, tandis que le Japon, nouveau venu qui progresse à pas de géant, rêve de conquérir le marché d'Asie. Quant à l'Italie, grâce à une législation fiscale très prévoyante, elle consacre à la création d'usines de produits chimiques, outillées à la moderne, une importante partie des bénéfices de guerre de ses industriels. De son côté, l'Allemagne prépare la guerre commerciale comme elle a préparé le conflit qui ensanglante l'Europe. Non seulement elle vient de décréter un syndicalisme obligatoire qui achève l'effort de concentration de ses industriels, non seulement elle cherche à contrôler l'industrie de son alliée l'Autriche-Hongrie, mais elle pousse la politique du dumping à l'extrême en exonérant, dit-on, de l'impôt sur les bénéfices de guerre les stocks de marchandises non utilisables pour la guerre existant dans les usines allemandes. Ces stocks seraient portés pour zéro au bilan des sociétés allemandes, sous l'unique condition d'être exportés dès la fin des hostilités ! C'est là une arme de guerre à laquelle aucune protection douanière, si solide soit-elle, ne saurait résister puisqu'elle fausse le jeu de la concurrence honnête ».

2. La solution serait de réglementer la production des Alliés de telle sorte qu'une lutte économique sans merci ne succède pas à la guerre, risquant ainsi de provoquer de nouveaux conflits armés. Cette réglementation serait opérée par des comptoirs internationaux, comme ceux qui ont été créés avant 1914 à la suite d'une crise grave de surproduction.

Mais la création de comptoirs internationaux exige tout d'abord la création de comptoirs nationaux des producteurs d'un même pays, comptoirs capables de contrôler la production de chaque pays afin de pouvoir faire respecter les décisions internationales prises d'accord entre eux.

3. Mais cette nécessité d'union sera-t-elle comprise par tous les intéressés ? M. Duchemin en doute. Comment dès lors réaliser la création des comptoirs ? M. Duchemin repousse l'idée d'une affiliation obligatoire comme il est pratiqué en Allemagne car elle conduirait bien vite à un caporalisme opposé au génie de notre race. Il préfère vaincre les réticences des indépendants en accordant des avantages aux industriels faisant partie des comptoirs.

(1) R. DUCHEMIN. *Chimie et Industrie*, octobre 1918, t. 1, p. 549-552.

Digitized by Google

Ces avantages pourraient être d'ordre fiscal. On pourrait, par exemple, prévoir une détaxe partielle de l'impôt cédulaire. Pour l'Etat, le sacrifice ne serait que momentané, puisque le but du groupement étant d'accroître l'activité industrielle, il trouverait rapidement une compensation dans la taxation des bénéfices supérieurs. S'il restait des industriels récalcitrants, ils ne pourraient manquer de disparaître à moins qu'ils n'adoptent les conditions de vente du comptoir ou n'améliorent leurs fabrications au point de pouvoir lui faire concurrence, ce qui constituerait un progrès.

Mais la création de comptoirs entraînera nécessairement un droit de regard de l'Etat sur la gestion de ceux-ci, ne serait-ce que pour éviter à leurs gérants la tentation d'élever leurs prix d'une façon exagérée. M. Duchemin estime que c'est un sacrifice bien faible à consentir, si l'on envisage les avantages correspondants. Il pourrait d'ailleurs être limité, comme l'a proposé le député Dior, au choix des commissaires des comptes des comptoirs; le contrôle de ces commissaires donnerait toute garantie à l'Etat dans le cas d'une hausse anormale des cours, en même temps que toute sécurité aux industriels qui seraient assurés de conserver la complète liberté de gestion de leurs entreprises.

M. Duchemin ajoute :

« Qu'on nous comprenne bien cependant; nous croyons que, livré à lui-même, le monde industriel trouverait les remèdes à la crise que nous prévoyons, mais ce ne serait qu'après de nombreux tâtonnements, de nombreuses ruines dont souffriraient tous les pays.

» Et c'est ce qui justifie à nos yeux le droit de regard sur les comptoirs, droit limité au temps nécessaire pour le rétablissement de l'équilibre rompu le 1er août 1914. On reviendrait ensuite à la complète liberté; mais qui sait si cet essai de coopération, auquel se seraient pliés les industriels, n'aurait pas comme conséquence de prouver, à l'usage, les bienfaits de l'union et sa supériorité sur l'individualisme jaloux dont notre industrie a tant souffert?

» Ce ne serait pas le moindre avantage d'une formule dont nous ne nous dissimulons ni les inconvénients, ni les difficultés d'application ».

Assemblées générales

Compagnie des Forges et Aciéries électriques Paul Girod.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 11 JUIN 1918.

La Compagnie des Forges et Aciéries électriques Paul Girod et la Société anonyme électrométallurgique procédés Paul Girod ne forment plus qu'une seule Compagnie, l'actif de cette dernière étant incorporé avec effet rétroactif au 1er janvier 1917.

L'activité des usines s'est consacrée exclusivement aux livraisons de courant et aux fabrications intéressant la Défense nationale. La production intensive amène nécessairement une usure anormale de l'outillage donnant lieu à de grosses réparations et à des renouvellements de matériel.

Les stations ont été développées : à Ugine une petite station annexe a été installée, des travaux importants sont en cours pour aménager la chute des Roëngers d'une puissance de 5 000 kw; actuellement l'aménagement complet des réserves et chutes dépendant du lac de la Girotte, dans la vallée d'Hauteluce, est commencé; la Compagnie a l'intention de faire progressivement de même pour toutes ses chutes non aménagées.

Les résultats de l'exercice 1917 ont été satisfaisants, les bénéfices se sont élevés à 5 067 995,42 fr, plus le reliquat 1916, 626 909,84 fr.

Sur ce solde, 10 pour 100 sont prélevés pour la réserve statutaire, 5 pour 100 pour le capital actions, 10 pour 100 pour le Conseil; un superdividende de 15 pour 100 est versé aux actionnaires et 1 750 000 fr sont portés au compte « réserve pour éventualités diverses ».

Le solde à nouveau est de 56 986,14 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Terrains, bâtiments, chutes, installations, matériel et outillage	5 405 401,60
Matières de fabrication et d'entretien	7 218 164,27
Produits fabriqués ou en cours de fabrication	21 900 483,99
Débiteurs divers	29 111 528,41
Caisses, banquiers, titres de la Défense nationale et titres divers	19 107 634,17
Opérations de change garanties	6 887 500 »
Rachat de droits statutaires	9 000 000 »
	98 630 712,44

Passif.

	fr
Fonds social 30 000 actions de 500 fr	15 000 000 »
Réserve statutaire	4 217 820,88
Réserve pour éventualités diverses	6 300 000 »
Réserve pour liquidation d'anciens travaux	103 598,45
Réserve pour impôt de guerre	28 305 103,37
Obligataires	4 624 500 »
Créanciers divers	24 786 096,09
Avances sur travaux en cours	907 829,60
Factures à liquider	1 164 853,55
Salaires, saisies-arrêts, caisse de secours, retraites ouvrières	512 558,19
Coupons à payer, obligations à rembourser	125 947,05
Opérations de change garanties	6 887 500 »
Reliquat exercice 1916	626 909,84
Bénéfices exercice 1917	5 067 995,42
	98 630 712,44

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF : Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. — TOME IV. — N° 22. — 30 NOVEMBRE 1918.

AVIS. — *La nécessité de restreindre la consommation du papier nous met dans l'obligation de limiter au strict nécessaire le tirage de nos exemplaires. Nous prions donc instamment ceux de nos abonnés dont l'abonnement expire au 31 décembre (et pour l'instant nous nous adressons particulièrement à nos abonnés de l'Etranger) de nous envoyer le montant de leur renouvellement avant cette date, s'ils veulent éviter une interruption dans l'envoi des numéros et le risque de ne pouvoir se procurer ensuite les numéros non envoyés. Il est rappelé que les lecteurs qui reçoivent leurs numéros par l'intermédiaire des Syndicats de l'Electricité doivent s'adresser directement au Syndicat dont ils font partie et non à nos bureaux.*

Chronique. — Biographie : Maurice Leblanc. — Les travaux du Service des Grandes Forces hydrauliques du Sud-Ouest. — Les forces motrices disponibles sur les cours d'eau du domaine public. — Académie des Sciences, p. 809-812.

Section scientifique et technique. — De la puissance moyenne et du facteur de puissance dans un circuit à courants alternatifs non sinusoïdaux, par H. PÉCHEUX, p. 813. — Formules et abaques relatifs au fonctionnement en charge des transformateurs industriels, par L. DUBAR, p. 817. — Revues, analyses et informations : Lumière et vision : la physiologie de la rétine, p. 821 ; Quelques caractéristiques du pyrhéliomètre de Marvin, p. 822 ; Note sur le champ moléculaire de Weiss dans les substances ferromagnétiques, p. 822.

Section industrielle. — Etude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice (*suite*), par E. MAYNARD, p. 823. — La tourbe et l'industrie électrique, par Pierre GIEU, p. 843. — Revues, analyses et informations : Engrenages magnétiques. Applications à l'horlogerie électrique, p. 852 ; Un nouvel arc pour projecteurs électriques, p. 852.

Section de Législation. — Notes sur l'application pratique de la loi du 15 juin 1906 et des règlements annexes, par A. MONMERQUÉ, p. 853. — Législation, jurisprudence, réglementation : Documents de jurisprudence, p. 855.

Errata, p. 856.

Biographie : Maurice Leblanc. — Au moment de mettre sous presse, nous apprenons que, dans sa dernière séance l'Académie des Sciences a élu M. Maurice Leblanc membre de la Section des Sciences appliquées, récemment créée en vue d'établir un lien nouveau entre la Science et l'Industrie.

Qu'on nous permette à cette occasion de retracer la carrière industrielle du nouvel académicien et de compléter ainsi les renseignements biographiques que nous donnions il y a un an, à pareille époque, sur ses travaux scientifiques [1].

Maurice Leblanc, né à Paris le 2 mars 1857, entra en 1876 à l'École polytechnique après avoir fait ses études au lycée Louis-le-Grand. A sa sortie de l'École, il passa au service de la Traction de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est qui, ayant reconnu son peu de goût pour les fonctions administratives, le chargea des travaux techniques les plus variés. En particulier, elle lui confia le wagon dynamomètre qu'elle avait construit sur les indications de Marcel Deprez et avec lequel il fit de nombreuses expériences sur les locomotives à grande vitesse de cette Compagnie, ainsi que sur celles de la Compagnie du Nord et de la Compagnie d'Orléans. Il en déduisit des règles précises pour la détermination des éléments de ces machines.

En 1886, il quitta la Compagnie de l'Est pour entrer dans une Société industrielle où il ne fit qu'un court séjour, n'ayant pas plus de goût pour les affaires que pour l'administration et se fit délibérément inventeur. Comme l'électricité était à l'ordre du jour, il débuta comme électricien.

Il s'adonna spécialement à l'étude des courants alternatifs, dont il fit avancer la théorie, en même temps qu'il résolvait la plupart des problèmes relatifs à leur emploi. Son nom fut bientôt connu des électriciens et, en 1897, la General Electric Company lui proposa d'entrer à son service, en Amérique, comme ingénieur en chef. Ses engagements avec ses associés d'alors l'empêchèrent d'accepter. Après l'Exposition de 1900, qui avait été un grand succès pour lui, l'Allgemeine Elektricitaets Gesellschaft lui offrit de le prendre comme

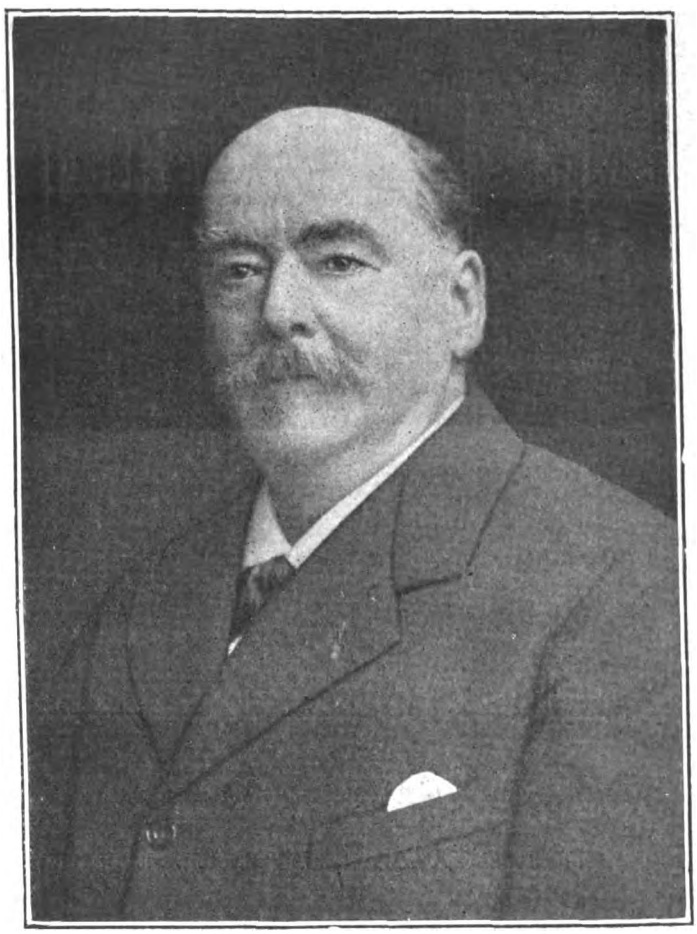
[1] Les travaux scientifiques de Maurice Leblanc ; *R. G. E.*, 22 décembre 1917, t. II, p. 961-963.

Digitized by Google

chef électricien, à des conditions très avantageuses. Il ne donna pas suite à cette proposition et l'on comprend combien il s'en est réjoui depuis. Enfin, en 1901, M. Georges Westinghouse acheta, à ses associés, ses brevets pour le compte des Compagnies américaines Westinghouse Electric and Manufacturing Company et General Electric Company et le fit, en même temps, ingénieur-conseil de la Société anonyme Westinghouse qu'il venait de fonder en France. Il est, depuis, demeuré attaché à elle.

Il eut, à ce moment, une déconvenue singulière : étant allé en Amérique pour faire valoir les avantages de ses dernières machines électriques, on lui répondit qu'on les connaissait, mais que si on avait acheté ses brevets et s'était assuré son concours, c'était précisément pour ne pas avoir à le suivre, ce qu'on aurait été obligé de faire si ses procédés avaient été adoptés par une autre grande firme. Cela aurait, en effet, obligé les Compagnies américaines à refaire tout un matériel nouveau, alors que les frais d'établissement de l'ancien étaient loin d'être amortis. On lui proposa alors de s'occuper d'affaires, ce à quoi il se refusa énergiquement.

Un accord se fit entre lui et M. Georges Westinghouse qui lui assura son concours, à la condition que les nouveaux procédés qu'il imaginerait ne feraient pas concurrence à ceux déjà exploités par les Compagnies américaines.



M. MAURICE LEBLANC

Il renonça donc à l'électricité pour la mécanique et se proposa de résoudre le problème suivant : « Faire un frigorifère domestique, pour les pays chauds, capable de rafraîchir et de sécher l'air des habitations. » Cet appareil devait rendre les mêmes services, dans ces pays, que le calorifère dans les pays froids.

Mais cela nécessitait la solution préalable de très nombreux problèmes particuliers qu'il a dû aborder successivement. Nous citerons, par exemple : faire un condenseur produisant le vide dit théorique ; cet appareil a reçu les plus nombreuses applications dans le monde entier. Ensuite, étudier très complètement l'éjecteur à vapeur.

Ces problèmes résolus, M. Maurice Leblanc put réaliser une machine frigorifique à vapeur d'eau n'employant aucun corps chimique, ni aucun fluide sous pression, comme il convenait pour un appareil domestique. Elle a été bien accueillie, surtout dans la marine ; la plupart des cuirassés s'en servent pour refroidir leurs soutes à munitions ; enfin plusieurs grands paquebots, ayant à traverser la mer Rouge, l'ont adoptée pour maintenir à 10° leurs magasins de vivres.

Mais cette machine, extrêmement simple, avait le défaut d'exiger beaucoup plus d'eau de condensation que les machines à compresseur et une enquête montra que ce défaut, sans importance à bord d'un navire, serait grave, notamment dans les pays de l'Afrique du Nord, pour un frigorifère domestique.

L'inventeur se remit à l'œuvre. On pouvait remplacer l'éjecteur par un compresseur rotatif, mais il fallait que les roues de celui-ci aient une vitesse tangentielle énorme : 1 800km à l'heure environ. Cela nécessitait l'adoption de vitesses de rotation atteignant 30 000 t : min.

De nouveaux problèmes se présentaient dès lors en foule et il fallait que la machine remplissant ces conditions fût d'une simplicité absolue et capable d'être confiée à une vieille négresse. D'autre part, il fallait faire tourner ces compresseurs et, pour cela, réaliser des machines électriques susceptibles de prendre les mêmes vitesses de rotation en utilisant les courants usuels (1).

Maurice Leblanc a été ainsi conduit à l'étude d'une technique nouvelle, celle des machines à très gran-

(1) Les travaux de Maurice Leblanc sur les machines à très grande vitesse de rotation ont fait l'objet de plusieurs articles de T. Pausert publiés dans *La Revue électrique*, 17 janvier et 7 février 1913, t. XIX, p. 87-94 et 142-149; 3 et 17 octobre 1913, t. XX, p. 310-318, 351-353 et 355-359.

Digitized by Google

des vitesses, turbines, dynamos et compresseurs.

Il venait d'en venir à bout, lorsque la guerre a éclaté. Il ne s'est plus occupé dès lors que de questions intéressant la défense nationale. Il a fait, en collaboration avec le major van Deuren de l'armée belge, un canon de tranchée qui a été adopté. Il a fait aussi un moteur d'aéroplane complètement nouveau, à deux temps et à double effet, ne comportant aucun mécanisme spécial de distribution, qui vient d'entrer en essais.

Il se propose de revenir maintenant à ses machines à grandes vitesses et espère réaliser enfin, à bref délai, le frigorifère domestique qui doit rendre facilement habitables pour l'Européen les pays tropicaux, les plus riches de tous, mais dont la température et l'humidité de l'atmosphère le débilitent si rapidement.

Telle est, brièvement résumée, la carrière industrielle de M. Maurice Leblanc. Elle s'est déroulée tout entière en dehors de l'atelier, en dehors des bureaux. Maurice Leblanc n'a été ni ingénieur-constructeur, ni un administrateur; il a été uniquement et simplement un inventeur.

En l'appelant le premier à prendre place dans la Section industrielle qu'elle vient de créer, l'Académie des Sciences a donc rendu hommage à l'invention. Hommage mérité d'ailleurs, car si la science du constructeur et l'habileté de l'administrateur sont indispensables pour la réaliser pratiquement et en tirer le maximum de profits, l'invention est nécessairement à l'origine du vaste ensemble d'opérations qui constitue l'industrie.

J. Blondin.

Les travaux du Service des Grandes Forces hydrauliques du Sud-Ouest. — A plusieurs reprises nous avons eu l'occasion d'appeler l'attention de nos lecteurs sur les travaux du Service des Grandes Forces hydrauliques, créé en mars 1903 par le ministère de l'Agriculture pour répondre à un vœu émis par le premier Congrès de la Houille blanche dans sa séance plénière du 13 septembre 1902 (1). Nous n'avons dès lors à revenir ni sur le but, ni sur l'importance des travaux exécutés par ce Service en vue de fournir aux industriels des données précises sur le régime des cours d'eau susceptibles d'être aménagés pour la production de l'énergie hydro-électrique; toutefois, en raison de l'intérêt qui s'attache, aujourd'hui plus que jamais, à une utilisation intensive et rationnelle de nos richesses hydrauliques, nous croyons utile de donner quelques détails sur les publications de l'une des sections de ce Service, la Section de la région du Sud-Ouest créée en décembre 1908, publications dont la mise en vente au public vient d'être autorisée par le ministre de l'Agriculture.

Les premières publications de la section de la région du Sud-Ouest remontent à l'année 1912 et forment deux tomes, l'un de 262 pages et 23 cartes ou graphiques, l'autre de 515 pages et 40 graphiques.

(1) *R. G. E.*, 10 février 1917, t. I, p. 201-203; 27 avril 1917, t. III, p. 602.

Le premier débute par un « compte rendu des opérations effectuées jusqu'à la fin de 1909 » sous la direction de M. R. Tavernier, alors ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, qui assuma cette direction jusqu'en avril 1910; puis donne un « compte rendu des opérations effectuées jusqu'en juillet 1911 » sous la direction de M. Malterre, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, une étude du même ingénieur sur la « détermination de la capacité à donner aux réservoirs en haute montagne » avec application à la rivière de la Têt à Montlouis, au ruisseau de Fontvives, au lac d'Oo, au réservoir d'Orédon; ensuite quelques « Notes sur les publications glaciologiques relatives aux Pyrénées », par M. Charles Rabot, qui terminent la première partie du volume. La seconde partie est consacrée aux « résultats pour le bassin de l'Adour » jusqu'à la fin de 1910; on y trouve : d'abord la « planimétrie » des bassins de l'Adour, de la Nive, du Saison, des Gaves de Pau, d'Oloron, d'Aspe et d'Ossau donnant, sous forme de tableaux, les noms et surfaces des bassins composants et la répartition des surfaces d'après les altitudes; puis deux tableaux relatifs aux stations météorologiques et aux stations de jaugeage du bassin de l'Adour; ensuite, pour sept de ces dernières, les résultats des observations faites jusqu'à fin 1910, sous forme de tableaux donnant les valeurs moyennes, maxima et minima du débit pour chaque mois et d'une courbe de régime; enfin, pour ces mêmes stations et deux autres, les graphiques des hauteurs d'eau et des débits.

Le tome II renferme les « résultats pour le bassin de la Garonne au 31 décembre 1910 » présentés de la même manière que ceux contenus dans le premier tome.

En somme, en ce qui concerne les « résultats et observations au 31 décembre 1910 », le renseignement principal fourni par les tomes I et II est, pour chaque station de jaugeage, un tableau donnant le débit à chaque jour de l'année. Mais comme l'élément observé journellement est, non le débit, mais la hauteur à l'échelle de la station, ce mode de publication suppose entièrement déterminée la loi qui relie les débits aux hauteurs. On sait qu'elle se détermine par des jaugeages isolés, c'est-à-dire que la courbe qui la représente se construit empiriquement, par points : or, la guerre, en mobilisant un grand nombre de chefs de station, a interrompu ou considérablement ralenti les jaugeages. Le Service du Sud-Ouest a estimé que ce n'était pas une raison de priver indéfiniment le public de tous les renseignements recueillis jusque-là, d'autant qu'il s'agit d'un public technicien, parfaitement capable d'interpréter des résultats bruts. Il décida donc qu'on publierait jusqu'à nouvel ordre, pour les résultats postérieurs à 1910, c'est-à-dire pour le tome III et suivants, non les débits journaliers, mais seulement les hauteurs journalières à l'échelle, plus la liste des jaugeages effectués. Pour rendre la publication plus parlante, on la mit sous la forme, non de tableaux, mais de graphiques; on y trouve surtout l'avantage que ces graphiques peuvent être transformés en graphiques de débit par l'inscription additionnelle d'un barème de débits, limité à ceux

Digitized by Google

qui peuvent être évalués en l'état actuel d'avancement des opérations ; ce barème graphique se prête en outre merveilleusement à des errata progressifs, ce qui n'était pas le cas des tableaux numériques. Ainsi, en faisant la part des contingences, on a pu, malgré les perturbations dues à la guerre, livrer au public, pour les six années 1911 à 1916, les résultats d'un nombre de stations de jaugeage beaucoup plus considérable que celui des stations étudiées dans les tomes I et II.

Les graphiques dont il vient d'être question sont donnés sur des planches séparées : une planche par station et par année : elles sont rassemblées dans des pochettes comme il est expliqué ci-dessous.

Nous avons indiqué que ce nouveau mode de publication commençait au tome III inclusivement. Originairement, chaque tome devait correspondre à une année ; en fait, on a été conduit, pour économiser le carton des pochettes, à réunir dans un même tome les résultats des années 1913 et 1914 et, dans un autre, ceux des années 1915 et 1916 : il en résulte que les tomes III et IV se rapportent respectivement aux années 1911 et 1912 ; le tome V aux années 1913 et 1914 à la fois ; le tome VI aux années 1915 et 1916 à la fois. Dans le même but d'économie, on a bloqué ensemble (sauf pour le bassin de Salat, fascicule D publié avant la crise du carton) les résultats de 1911 et 1912 : c'est-à-dire les tomes III et IV.

Mais chaque tome est invariablement divisé en six pochettes ou fascicules, chaque fascicule correspondant à une région déterminée. On réalise ainsi la collection suivante :

Fasc. A. — *Partie du bassin de l'Adour :* Nive, Saison et Gave d'Oloron, 3 pochettes-fascicules correspondant respectivement aux tomes III-IV, V et VI.

Fasc. B. — *Partie du bassin de l'Adour* : Gave de Pau et Adour, 3 pochettes-fascicules correspondant respectivement aux tomes III-IV, V et VI.

Fasc. C. — *Partie du bassin de la Garonne :* Neste, Garonne jusqu'à Toulouse, sauf Salat et Ariège, 3 pochettes-fascicules correspondant respectivement aux tomes III-IV, V et VI.

Fasc. D. — *Partie du bassin de la Garonne :* Salat, 4 pochettes-fascicules, correspondant aux tomes III-IV, V et VI.

Fasc. E. — *Partie du bassin de la Garonne* : Ariège et *Bassin de l'Aude*, 3 pochettes-fascicules, correspondant respectivement aux tomes III-IV, V et VI.

Fasc. F. — *Partie du bassin des Pyrénées-Orientales :* Agly, Têt-Tech, Ségre, 1 pochette-fascicule correspondant respectivement aux tomes III-IV. Les tomes V et VI sont ajournés.

On voit par ces détails que, par suite des perturbations dues à la guerre, l'ensemble des publications du Service du Sud-Ouest — trop jeune par rapport à celui des Alpes pour que la guerre ne l'ait pas frappé en pleine période de déterminations essentielles — n'ont pas l'homogénéité des publications dudit Service des Alpes. Mais ce sacrifice était nécessaire pour mettre — sans plus tarder — le public en possession de toutes les observations faites par le Service ; de plus, il convient de signaler un avantage accessoire du mode nouveau de publication. Chaque pochette se suffit à elle-même et peut être vendue séparément, de sorte que ceux qui ne s'intéressent qu'à un cours d'eau déterminé n'ont qu'à se procurer les quelques pochettes correspondantes (1).

Les forces motrices disponibles sur les cours d'eau du domaine public. — Dans notre numéro du 12 octobre nous avons publié, pages 549-559, un article dans lequel, après avoir indiqué les raisons qui avaient amené le ministère des Travaux publics à dresser un inventaire aussi complet que possible des forces motrices disponibles sur les cours d'eau du domaine public, nous faisions connaître les bases adoptées pour l'établissement de cet inventaire, et enfin les résultats de cet important travail. Nous ajoutions que l'on pouvait se procurer la brochure de 130 pages, contenant cet inventaire, éditée par les soins du ministère des Travaux publics, en s'adressant au bureau de la Navigation, 244, boulevard Saint-Germain.

Sur la demande du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, le ministère des Travaux publics a bien voulu mettre gracieusement une centaine d'exemplaires de cette brochure à la disposition des lecteurs de la « Revue générale de l'Electricité ». Nous informons donc ceux-ci que nous leur adresserons cette brochure, sur demande écrite envoyée à nos bureaux et accompagnée du montant des frais d'envois et de port, soit 1 fr pour la France.

Académie des Sciences : Séances des 11 et 18 novembre 1918. — C'est pendant la séance du 11 novembre 1918 que M. le maréchal de France Foch a été élu à l'unanimité membre libre de l'Académie des Sciences. Cette nomination honore grandement la savante assemblée. M. le maréchal de France Foch n'est pas seulement notre plus glorieux soldat qui nous a donné la magnifique victoire qui nous rend l'Alsace et la Lorraine, c'est un savant de la plus haute valeur. Ses ouvrages de stratégie et de tactique sont les plus remarquables de la littérature militaire ; les idées qu'il y développe, il les a appliquées sur le terrain et elles nous ont valu la plus belle victoire de notre histoire si fertile en hauts faits. Parmi les ouvrages de M. le maréchal Foch nous citerons : « Des principes de la guerre » et « De la conduite de la guerre (la manœuvre pour la bataille) ».

Nous sommes certains d'être les interprètes de tous les électriciens français en priant M. le maréchal de France Foch de vouloir bien agréer, avec nos plus sincères félicitations, l'expression de notre reconnaissance la plus vive et la plus émue.

A la séance du 11 novembre 1918 ont été présentées à l'Académie des Sciences une communication de M. André Blondel « Sur l'analyse harmonique des courants alternatifs par le galvanomètre de résonance », et une note de M. Maurice François « Sur un procédé de dosage des métaux par dépôt électrolytique sans emploi d'une énergie électrique étrangère ».

A la séance du 18 novembre 1918 une note de M. Trajan Lalesco « Sur les fonctions polygonales périodiques » fut présentée à l'Académie des Sciences. Nous reviendrons prochainement sur ces intéressants travaux.

(1) En vue d'éviter à ses lecteurs les formalités qu'exigent l'achat de ces publications au ministère de l'Agriculture, le Service de librairie de la *R. G. E.* se charge de les leur procurer aux prix suivants (majorés temporairement de 20 pour 100 conformément à la décision du Syndicat des Editeurs, et augmentés des frais d'envoi) : tome I, 10 fr ; tome II, 20 fr ; tomes III à VI, chaque pochette fascicule, 10 fr.

Le nombre des pochettes actuellement éditées étant de 17, le prix de la collection complète est de 200 fr plus la majoration.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

De la puissance moyenne et du facteur de puissance dans un circuit à courants alternatifs non sinusoïdaux

Dans la note ci-dessous, l'auteur indique un procédé de calcul permettant de déterminer le cos φ d'un réseau en se servant des courbes de tension et d'intensité relevées par un oscillographe. La méthode utilisée est celle que l'auteur a déjà employée pour la détermination de la force électromotrice non sinusoïdale d'un alternateur dans un article qu'il a publié dans la « R. G. E » du 9 février 1918, t. III, p. 204.

Lorsqu'on enregistre, à l'oscillographe, la différence de potentiel aux bornes d'un alternateur relié à un circuit d'utilisation et l'intensité du courant débité sur ce circuit, on constate, en général, deux faits caractéristiques : 1° l'*inégalité de forme* entre les courbes représentatives de ces grandeurs ; et 2° leur *déphasage*, c'est-à-dire la non-concordance des zéros et des maxima : ces faits trouvent leur cause dans la *forme* du circuit qui utilise ces courants.

La forme des deux courbes obtenues est *la même* et le déphasage est *nul*, lorsque le circuit considéré est pratiquement dépourvu de self-induction (circuit de lampes à incandescence, par exemple).

Si le circuit est à coefficient de self-induction appréciable, le courant se rapproche d'autant plus de la forme *sinusoïdale* que ledit coefficient est plus élevé (circuit comprenant des moteurs), alors que la différence de potentiel s'en éloigne davantage ; avec un circuit à coefficient de self-induction d'un ordre de grandeur tel, que la réactance correspondante soit bien inférieure à la résistance ohmique de ce circuit, le courant a une forme sensiblement géométrique, triangulaire le plus souvent ; dans ces deux derniers cas, le déphasage entre les deux courbes est appréciable. Si l'on opère entre les baguettes de charbon d'un arc électrique, on constate (M. A. Blondel) qu'il existe une différence de forme entre les deux courbes, mais *jamais de déphasage* : la forme du courant, dans ce dernier cas, dépendant de la *forme* du *circuit* qui relie l'arc à l'alternateur qui l'entretient.

Si l'on mesure — au wattmètre — la puissance moyenne P ; à l'ampèremètre et au voltmètre thermiques, l'intensité efficace I_e et la différence de potentiel efficace E_e aux bornes du circuit d'utilisation, on constate, sauf dans le cas d'un circuit de lampes à incandescence et en admettant que la self-induction des câbles, reliant ce circuit au générateur soit négligeable, que l'on a : $P < E_e I_e$. On pose

$P = k E_e I_e$; k (< 1) est le *facteur de puissance* dans le circuit. On le déduit aisément des trois mesures indiquées précédemment ; puisque l'on a, identiquement :

$$k = \frac{P}{E_e I_e}.$$

Ce coefficient — qui, dans le cas de courants sinusoïdaux, prend la valeur remarquable : cos φ, φ étant l'angle de déphasage du courant sur la différence de potentiel — affecte, dans le cas de courants non sinusoïdaux, une forme plus ou moins compliquée.

Sa détermination peut être faite en analysant les *harmoniques* du courant et de la différence de potentiel : elle est alors assez pénible. Nous allons montrer comment, en appliquant notre méthode de calcul, indiquée déjà à propos de la détermination de la force électromotrice d'un alternateur à courants non sinusoïdaux (1), on peut obtenir le *facteur de puissance* d'un courant, à l'aide des ondes fournies par la méthode oscillographique.

I. — **Cas du déphasage.** — Nous considérons les deux exemples suivants : 1° différence de potentiel *triangulaire* (aux bornes d'un alternateur à induit lisse) et courant sinusoïdal (circuit à grande réactance) ; 2° différence de potentiel rectangulaire (alternateur à induit à trous), et courant triangulaire (circuit comprenant des lampes à arc).

Notons, tout d'abord, que la *forme* de la différence de potentiel aux bornes d'un alternateur, est *la même* que celle de la force électromotrice totale (à circuit ouvert) de cet alternateur.

1° Différence de potentiel triangulaire ; courant sinusoïdal. — Nous admettrons — ce qui a lieu très fréquemment — que le déphasage du courant sur la différence de potentiel est le même pour les zéros des deux ondes obtenues, que pour les maxima.

Soit : θ la durée du déphasage en question (supposée constante) ; si ω est la pulsation des courants, et si nous

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 9 février 1918, t. III, p. 204.

Digitized by Google

désignons par φ l'angle de retard de phase du courant sur la différence de potentiels, on aura aisément : $\varphi = \omega\theta$.

La figure 1 montre les deux ondes décalées de la différence de potentiel (maximum E_0, au temps $\frac{T}{4}$, c'est-à-

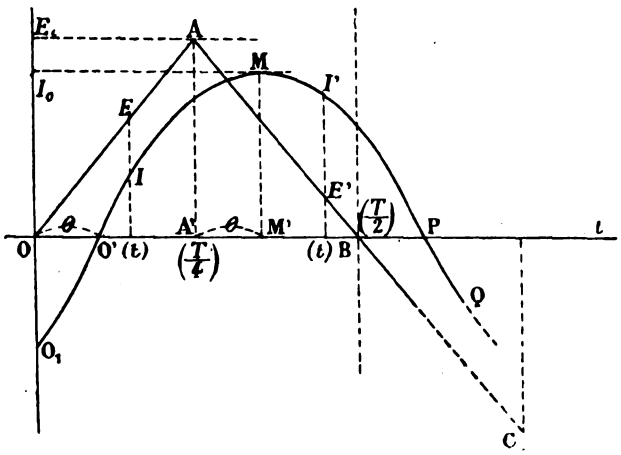


Fig. 1. — Courbes décalées : différence de potentiel triangulaire, courant sinusoïdal.

dire après le premier quart de période), et de l'intensité sinusoïdale (maximum : I_0, au temps $\frac{T}{4} + \theta$).

La loi du courant est (à l'instant t)

$$(1) \qquad I = I_0 \sin(\omega t - \varphi);$$

et ceci, dans toute l'étendue d'une demi-période OB; quant à la loi suivant laquelle varie la différence de potentiels (E, à l'instant t), elle n'est pas la même, dans la région OA (1er quart de période), que dans la région AB (2e quart de période); de o à $\frac{T}{4}$, si nous la désignons par E, à l'instant t, le triangle OAA' nous donne facilement

$$(2) \qquad E = E_0 \times \frac{t}{\frac{T}{4}} = \frac{4E_0}{T} \times t;$$

de $\frac{T}{4}$ à $\frac{T}{2}$, le triangle A'AB nous donne, si nous désignons la différence de potentiels au temps t par E

$$(3) \qquad E' = \frac{E_0}{\frac{T}{4}}\left(\frac{T}{2} - t\right) = \frac{4E_0}{T}\left(\frac{T}{2} - t\right).$$

En évaluant l'énergie dépensée dans les deux quarts de période, nous obtenons (à l'instant t), de o à $\frac{T}{4}$, $EI\,dt$.

Et, de $\frac{T}{4}$ à $\frac{T}{2}$: $E'I$, dt la *puissance moyenne*, pour une demi-période, sera exprimée par la formule habituelle

$$(4) \qquad P = \frac{1}{\frac{T}{2}}\int_0^{\frac{T}{2}} EI\,dt + \frac{1}{\frac{T}{2}}\int_{\frac{T}{4}}^{\frac{T}{2}} E'I\,dt.$$

Nous avons, séparément, avec les équations (1), (2), (3)

$$EI\,dt = \frac{4}{T}E_0 I_0\,[\sin(\omega t - \varphi)]\,t.dt;$$

et

$$E'I\,dt = \frac{4}{T}E_0 I_0\,[\sin(\omega t - \varphi)]\left(\frac{T}{2}\right)dt.$$

En portant dans (4), il vient

$$P = \frac{8E_0 I_0}{T^2}\left[\int_0^{\frac{T}{2}} t\,[\sin(\omega t - \varphi)]\,dt + \int_{\frac{T}{4}}^{\frac{T}{2}}\left(\frac{T}{2} - t\right)\sin(\omega t - \varphi)\,dt\right].$$

En intégrant par parties, nous aurons (*à une constante près*)

$$\int t.\sin(\omega t - \varphi)\,dt = -\frac{t}{\omega}\cos(\omega t - \varphi) + \int\frac{1}{\omega}\cos(\omega t - \varphi)\,dt$$

$$= -\frac{t}{\omega}\cos(\omega t - \varphi) + \frac{1}{\omega^2}\sin(\omega t - \varphi);$$

entre les limites o et $\frac{T}{4}$ et en remarquant que $\omega = \frac{2\pi}{T}$, il viendra

$$\int_0^{\frac{T}{4}} t.\sin(\omega t - \varphi)\,dt = -\frac{T}{4\omega}\cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) + \frac{1}{\omega^2}\sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) - \omega^2\sin(-\varphi);$$

$$= -\frac{T}{4\omega}\sin\varphi + \frac{1}{\omega^2}(\cos\varphi + \sin\varphi).$$

D'autre part

$$\int\left(\frac{T}{2} - t\right)\sin(\omega t - \varphi)\,dt = -\frac{1}{\omega}\left(\frac{T}{2} - t\right)\cos(\omega t - \varphi) - \int\frac{\cos(\omega t - \varphi)\,dt}{\omega}$$

$$= -\frac{2}{\omega}\left(\frac{T}{2} - t\right)\cos(\omega t - \varphi) - \frac{1}{\omega^2}\sin(\omega t - \varphi);$$

entre les limites $\frac{T}{4}$ et $\frac{T}{2}$, il viendra

$$\int_{\frac{T}{4}}^{\frac{T}{2}}\left(\frac{T}{2} - t\right)\sin(\omega t - \varphi)\,dt = -\frac{1}{\omega^2}\left(\sin\varphi - \cos\varphi\right) + \frac{T}{4\omega}\sin\varphi.$$

Digitized by Google

En réunissant les deux résultats d'intégration, on aura

$$P = \frac{8 E_0 I_0}{T^2} \times \frac{2 \cos \varphi}{\omega^2} = \frac{4 E_0 I_0}{\pi^2} \cos \varphi.$$

Mais, il est facile de le montrer, en effectuant un calcul analogue à celui que nous avons exposé ici-même, pour le cas de l'*onde trapézoïdale*, dont l'onde triangulaire est d'ailleurs un cas particulier (cas d'un alternateur à faces polaires largement épanouies et très rapprochées); si E_e est la différence de potentiels efficace, on a : $E_e = \frac{E_0}{\sqrt{3}}$; d'autre part, on sait que l'intensité efficace sinusoïdale est donnée par $I_e = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$; d'où, en remplaçant dans l'expression précédente

$$(\alpha) \quad P = E_e I_e \frac{4\sqrt{6}}{\pi^2} \cos \varphi.$$

Le *facteur de puissance* : $k = \frac{4\sqrt{6}}{\pi^2} \cos \varphi$, varie, on le voit, avec $\cos \varphi$; c'est-à-dire avec le déphasage θ de I sur E, puisque l'on a : $\cos \varphi = \cos (\omega \theta)$, l'angle φ dépendant de la self-induction du circuit considéré.

Nous trouvons ainsi : $\frac{4\sqrt{6}}{\pi^2} = \frac{9{,}79}{9{,}86} = 0{,}993$; et le facteur de puissance est $< \cos \varphi$, dans le cas présent.

Exemple numérique. — Soit

$$\theta = \frac{T}{12}; \text{ on a : } \varphi = \omega \theta = \frac{2\pi}{T} \times \frac{T}{12} = \frac{\pi}{6};$$

d'où

$$\cos \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0{,}866;$$

on obtient

$$k = 0{,}993 \times 0{,}866 = 0{,}86.$$

2° DIFFÉRENCE DE POTENTIEL RECTANGULAIRE; ONDE TRIANGULAIRE. — On obtient ce cas en employant un alternateur dont l'induit est à *trou* (un trou *par phase*); le circuit est celui d'une distribution à un réseau de lampes à arc.

La figure 2 montre la disposition relative des deux ondes; la différence de potentiel demeure constamment égale à E_0 (valeur maximum) pendant le premier quart de période; et saute à la valeur $(-E_0)$, qu'elle conserve de $\frac{T}{4}$ à $\frac{T}{2}$; l'onde du courant est décalée d'un temps θ sur la précédente; les lois de variation du courant sont

1° de o à $\left(\frac{T}{4} + \theta\right)$, — dans le triangle O'MM', —

$$I = \frac{I_0 (t - \theta)}{\frac{T}{4}} = \frac{4 I_0}{T} (t - \theta);$$

2° de $\left(\frac{T}{4} + \theta\right)$ à $\frac{T}{2}$, — dans le triangle M'MP, —

$$I' = \frac{I_0}{\frac{T}{4}} \left(\frac{T}{2} + \theta - t\right) = \frac{4 I_0}{T} \left(\frac{T}{2} + \theta - t\right).$$

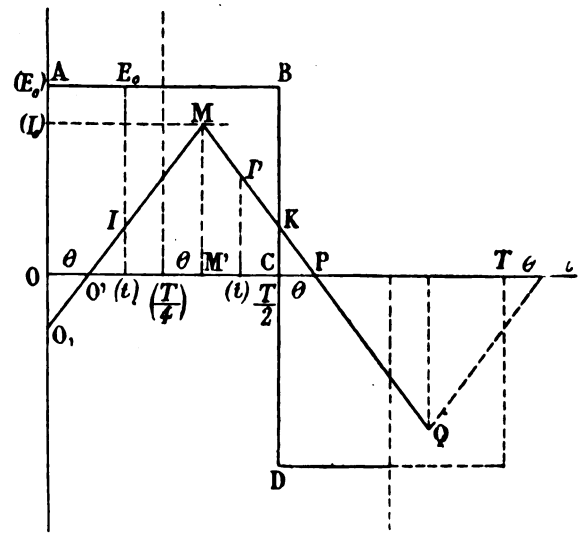


Fig. 2. — Différence de potentiel rectangulaire, courant triangulaire.

En définissant toujours la puissance moyenne (pendant une demi-période), comme précédemment,

$$P = \frac{T}{2} \left[\int_0^{\frac{T}{4}+\theta} E_0 I \, dt + \int_{\frac{T}{4}+\theta}^{\frac{T}{2}} E_0 I' \, dt \right]$$

$$= \frac{2 E_0}{T} \left[\int_0^{\frac{T}{4}+\theta} I \, dt + \int_{\frac{T}{4}+\theta}^{\frac{T}{2}} I' \, dt \right].$$

Nous aurons, séparément

$$\int_0^{\frac{T}{4}+\theta} I \, dt = \int_0^{\frac{T}{4}+\theta} \frac{4 I_0}{T} (t - \theta) \, dt = \frac{2 I_0}{T} \left((t - \theta)^2\right)_0^{\frac{T}{4}+\theta}$$

$$= \frac{2 I_0}{T} \left(\frac{T^2}{16} - \theta^2\right).$$

Et

$$\int_{\frac{T}{4}+\theta}^{\frac{T}{2}} I' \, dt = \int_{\frac{T}{4}+\theta}^{\frac{T}{2}} \frac{4 I_0}{T} \left(\frac{T}{2} + \theta - t\right) dt$$

$$= -\frac{2 I_0}{T} \left(\left(\frac{T}{2} + \theta - t\right)^2 \right)_{\frac{T}{4}+\theta}^{\frac{T}{2}} = \frac{2 I_0}{T} \left(\frac{T^2}{16} - \theta^2\right).$$

Digitized by Google

Remarque. — A cause de la symétrie de la figure, entre o et $\frac{T}{2}$, on pouvait prévoir ce résultat ; en effet, les *aires* des triangles OO_1O' et KCP sont égales ; et tout se passe comme si l'on intégrait de 0 à $\frac{T}{2} + \theta$.

En réunissant les résultats, nous aurons

$$P = \frac{2E_0}{T} \times \frac{4I_0}{T}\left(\frac{T^2}{16} - \theta^2\right) = E_0 I_0 \left(\frac{1}{2} - \frac{8\theta^2}{T^2}\right).$$

Or, on a d'ailleurs : $I_e = \frac{I_0}{\sqrt{3}}$ (résultat analogue à celui que donne l'*onde* de force électromotrice) ; et $E_e = E_0$; d'où, finalement

$$(\beta) \qquad P = E_e I_e \left(\frac{1}{2} - 8\theta^2\right)\sqrt{3};$$

le facteur de puissance est, ici

$$k = \left(\frac{1}{2} - \frac{8\theta^2}{T^2}\right)\sqrt{3};$$

il dépend de θ, donc du déphasage de I sur E, déphasage dû à l'état du circuit.

Soit, par exemple, $\theta = \frac{T}{24}$; il vient $\frac{\theta}{T} = \frac{1}{24}$; si nous effectuons les calculs, nous trouvons

$$k = \left(\frac{1}{2} - \frac{8}{24^2}\right)\sqrt{3} = \frac{35}{72}\sqrt{3} = 0{,}842.$$

Nota. — Si le déphasage n'est *pas le même*, entre les zéros et les maxima (par exemple, s'il est θ entre les o, et θ' entre les maxima — cas qui se rencontre avec certains circuits à réactance variable — on obtient une expression *plus compliquée* du facteur de puissance, fonction de (θ) et (θ'), mais le calcul se conduit toujours comme nous venons de l'indiquer, et sans difficultés spéciales.

Remarque. — On trouve, en procédant d'une façon analogue, et aussi aisément, les facteurs de puissance dans tous les cas d'ondes de courants et de différences de potentiels, dont la forme est, comme dans les cas que nous venons d'examiner, *très sensiblement géométrique*.

II. — **Cas du non-déphasage.** — Il est offert par le circuit propre de l'arc électrique — entre les charbons — alors que la différence de potentiel, aux bornes du circuit comprenant, un arc, et sa bobine de régulation — ainsi que la bobine de self-induction habituelle — est *déphasée* sur le courant ; entre les charbons eux-mêmes, la différence de potentiels (de même forme que la précédente, mais décalée sur elle), est *en phase* avec ledit courant. — Les beaux travaux de M. A. Blondel ont mis ce fait en évidence ; et, malgré cette absence de déphasage de I sur E, ont montré, pour la première fois, que les ondes obtenues étaient différentes, et qu'un tel circuit présentait un *facteur de puissance* différent de l'unité.

Nos formules précédentes (α) et (β) le vérifient, pour autant que les ondes obtenues sont de même forme que celles que nous avons supposées. Voici quelques cas à considérer, révélés par la méthode oscillographique :

1° Différence de potentiel rectangulaire ; courant triangulaire (cas de l'*arc sifflant* ; un circuit *inductif* étant intercalé entre le générateur et l'arc) ; si nous faisons, dans la formule (β) précédemment établie, $\theta = o$; nous nous plaçons dans le cas présent ; il vient $P = E_e I_e \frac{\sqrt{3}}{2}$; le facteur de puissance vaut, ici,

$$k = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0{,}866.$$

2° Différence de potentiel rectangulaire ; courant sinusoïdal (on l'obtient avec un dispositif général analogue, mais avec des *charbons homogènes*). — On trouve, par la méthode que nous venons d'exposer, appliquée à un tel cas : $k = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} = 0{,}90$.

3° Différence de potentiel rectangulaire ; courant très sensiblement parabolique (cas où le circuit qui relie l'arc au générateur n'est *pas inductif*). — On trouve, dans ces conditions : $k = \sqrt{\frac{5}{6}} = 0{,}913$.

Nota. — Avec des charbons *durs*, et un *arc sifflant*, M. Blondel a pu obtenir un facteur de puissance non supérieur à 0,70.

Remarque. — Il arrive, assez souvent, que la forme d'une *onde* (de courant, ou de différence de potentiel), ne présente pas la *régularité géométrique* que nous avons supposée pour les figures (1) et (2) ; mais il est facile, dans un tel cas, de remplacer l'onde obtenue, par une *onde équivalente* (c'est-à-dire présentant la même valeur efficace) ; on opère ensuite comme nous l'avons montré.

H. Pécheux,
Docteur ès Sciences,
Sous-directeur de l'École nationale d'Arts et Métiers de Lille.

Digitized by Google

Formules et abaques relatifs au fonctionnement en charge des transformateurs industriels

Les constructeurs ont continuellement besoin de déterminer rapidement les rendements et chutes de tension de transformateurs sous différentes charges et différents décalages en partant des données de construction et des résultats d'essais. Ces calculs sont longs et pénibles. L'auteur donne dans l'article ci-desous un certain nombre d'abaques qui suppriment les calculs et permettent d'obtenir rapidement les résultats cherchés par un simple alignement de points.

La détermination des rendements et chutes de tensions des transformateurs sous différentes charges et différents décalages, à partir des données de construction ou des résultats d'essais, se répète à chaque instant dans les bureaux d'études. Lorsqu'il s'agit par exemple d'établir les garanties d'une nouvelle série d'appareils, elle entraine des calculs nombreux et pénibles qu'il importe de pouvoir effectuer très rapidement et pour ainsi dire automatiquement avec le minimum de fatigue et de chances d'erreur.

Il arrive souvent, par exemple, que l'on ait à calculer les rendements sous $\cos\varphi = 1$ et sous $\cos\varphi = 0{,}8$ pour les charges 1/4, 1/2, 3/4, 1/1 et 5/4 de la charge normale, soit en partant des pertes dans le fer, des pertes dans le cuivre et de la puissance apparente, soit en partant des rendements pour $\cos\varphi = 1$ à 1/1 et 1/2 charges.

La détermination directe des dix valeurs cherchées, à partir des données spécifiées ci-dessus est, on le conçoit, assez longue avec les vérifications nécessaires. Au contraire, l'emploi des abaques que l'on verra plus loin réduit ce travail à de simples lectures demandant en tout une ou deux minutes et sans chance d'erreur. Dans « La Lumière électrique » du 12 mars 1910, M. Blondel indique pour faire ces calculs une série d'abaques très ingénieux basés sur les diagrammes de fonctionnement, mais qui nécessitent l'emploi de transparents mobiles portant des cercles ou des droites cotés.

Il nous a semblé plus simple et plus commode de traduire en abaques à points alignés un certain nombre de formules simplifiées déduites du diagramme de Kapp et que nous commencerons par rappeler.

I. — Les données du transformateur. — Ces données sont de deux sortes :

Les unes résultent de la construction même de l'appareil, les autres dépendent des constantes du circuit d'utilisation.

1° Données résultant de la construction. — Ce sont :

1° La puissance apparente du transformateur à pleine charge. On l'exprime en volts-ampères. Appelons-la P'.

2° Les pertes dans le fer à la tension normale p_1 ;

3° Les pertes dans le cuivre à la pleine charge p_2 (1);

4° La self-induction de fuites que nous pouvons rapporter au secondaire par exemple : L_2 ;

5° Le rapport de transformation qui est égal au rapport de nombre de spires : $\frac{n_2}{n_1}$.

2° Données dépendant des constantes du circuit d'utilisation. — Ce sont :

1° La tension primaire ;

2° Le décalage φ entre la tension secondaire et le courant secondaire ;

3° La puissance demandée à l'appareil, autrement dit la charge ; on l'exprime en fraction K de la pleine charge. Généralement, on prend pour K les valeurs : 1/4, 1/2, 3/4, 1/1 et 5/4 de charge.

3° Unités. — Il est très commode d'exprimer les pertes en pour 100 de la puissance normale apparente en volts ampères P'.

Nous aurons dans ces conditions :

Pertes dans le fer : $\alpha_1 = 100\,\frac{p_1}{P'}$;

Pertes dans le cuivre : $\alpha_2 = 100\,\frac{p_2}{P'}$

Chute ohmique de tension : E_ω ;

On sait que

$$E_\omega = \frac{100\,p_2}{P'} = \alpha_2.$$

Chute inductive de tension (1) :

$$E_\ell = \frac{100\,\omega\,L_2 I_2^2}{P'},$$

(1) On sait que les pertes dans le cuivre ont pour valeur : $R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2$; R_1, R_2, I_1, I_2 étant les valeurs des résistances et des courants primaire et secondaire. Les résistances doivent être calculées à la température de fonctionnement des transformateurs, soit en général entre 60° et 70° C.

(1) La chute inductive de tension en pour 100 est donnée pour des enroulements cylindriques, concentriques, ayant à peu près la même longueur, par la formule approchée suivante

$$E_s = 0{,}19\,\frac{n_1 I_1}{B_n S_n}\,\frac{\pi D_{moy}}{l_{moy}}\left(\frac{a+b}{3} + c\right),$$

où $n_1 I_1$ représente les ampères-tours primaires par noyau, $B_n S_n$ le flux dans les noyaux, πD la moyenne des longueurs des spires moyennes primaire et secondaire, l_{moy} la moyenne des longueurs des enroulements, a et b les épaisseurs des enroulements, c, leur distance de cuivre à cuivre. Toutes ces longueurs étant exprimées en centimètres.

Digitized by Google

Tension de court-circuit en pour 100 E_{cc}.
On a d'ailleurs (triangle de Kapp)

$$E^2_{cc} = E^2_{\omega} + E^2_{s}. \qquad (1)$$

II. — Formules et abaques. — 1° RENDEMENT. — *a*) *Sous cos* $\varphi = 1$. — Désignons-le par ρ.
On a approximativement à pleine charge

$$\rho = 1 - \frac{\alpha_1}{100} - \frac{\alpha_2}{100}.$$

Voyons comment varient les pertes α_1 et α_2 avec la charge. Les pertes dans le fer p_1 sont indépendantes de la charge. Si on les rapporte à la puissance KP' qui correspond à la charge K, elles ont donc pour valeur en pour 100

$$\frac{100\, p_2}{KP'} = \frac{\alpha_1}{K}.$$

Les pertes dans le cuivre sont proportionnelles au carré du courant secondaire, c'est-à-dire au carré de la charge. — Elles ont donc pour valeur en pour 100 de la puissance

$$\frac{100\, p_2 K^2}{KP'} = K\alpha_2.$$

Le rendement à $\cos\varphi = 1$ sous la charge K a donc pour valeur

$$\rho_1 = 1 - \frac{\alpha_1}{100\,K} - \frac{K\alpha_2}{100}. \qquad (2)$$

b) *Sous un cos* φ_2 *quelconque.* — Sous un décalage φ et une charge donnée, le rendement ρ s'exprime en fonction de ρ_1 et de $\cos\varphi$ par la relation

$$1 - \rho = \frac{1 - \rho_1}{\cos\varphi}. \qquad (3)$$

$1 - \rho$ et $1 - \rho_1$ représentant respectivement la valeur des pertes en pour 100 sous un décalage φ et sans décalage.

2° CHUTE DE TENSION ET DÉCALAGE. — Soient (diagramme de Kapp) (fig. 1) :
OI_2, le courant secondaire ;
OA la tension secondaire en avance de l'angle φ sur le courant.
Si à partir de A nous menons AB égal à la chute ohmique et parallèle à OI_2 et BC égal à la chute inductive et en avance de 90° sur AB, le vecteur OC représentera en grandeur et direction la tension primaire ramenée au secondaire.
Le vecteur AC, résultante de AB et de BC, est la tension de court-circuit.
Avec les unités que nous avons adoptées :

$$OC = 100,$$
$$AB = E_{\omega},$$
$$BC = E_s,$$
$$AC = E_{cc}.$$

Si nous projetons le vecteur AC sur la direction OA, AD est sensiblement égal à la chute de tension ε et l'on a

$$\varepsilon = E_{\omega}\cos\varphi + E_s \sin\varphi.$$

Si nous projetons sur la perpendiculaire à OA, et que nous appelions δ le décalage interne des tensions (1), nous avons

$$\sin\delta = \frac{CD}{OC} = \frac{CD}{100};$$

en confondant le sinus de δ avec l'arc, ce qui est légitime

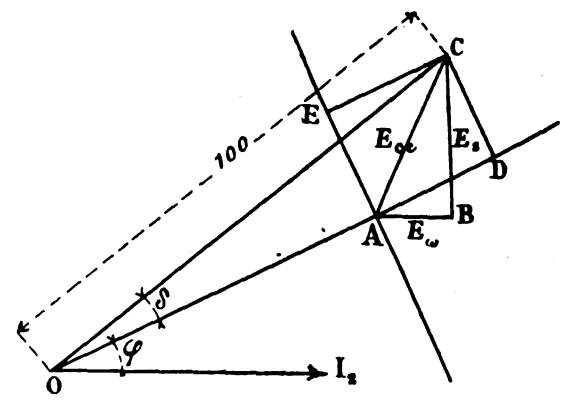


Fig. 1.

puisque δ n'excède guère deux degrés en général, on a en degrés

$$\delta = \frac{1{,}8}{\pi}(E_s\cos\varphi - E_{\omega}\sin\varphi).$$

D'autre part, pour un cos φ donné, les chutes de tension et les décalages sont proportionnels à la charge.

3° ABAQUES REPRÉSENTANT LES RENDEMENTS ET LES CHUTES DE TENSION. — Toutes les équations que nous avons établies peuvent être représentées par des abaques à points alignés. Nous les récapitulons ci-dessous

$$E^2_{cc} = E^2_{\omega} + E^2_{s}, \qquad (1)$$

$$\rho_1 = 1 - \frac{\alpha_1}{100\,K} - \frac{K\alpha_2}{100}, \qquad (2)$$

$$1 - \rho = \frac{1 - \rho_1}{\cos\varphi}, \qquad (3)$$

$$\varepsilon = E_{\omega}\cos\varphi + E_s\sin\varphi, \qquad (4)$$

$$\delta = \frac{1{,}8}{\pi}(E_s\cos\varphi - E_{\omega}\sin\varphi). \qquad (5)$$

(1) Ce décalage est important pour les transformateurs de mesures alimentant des compteurs ou des wattmètres. Il est une cause d'erreur et il importe de le prendre aussi faible que possible.

Digitized by Google

Nous avons donné aux différents abaques les mêmes numéros qu'aux formules qu'ils réprésentent.

Nous n'insisterons pas sur le principe des abaques à points alignés qui est exposé de façon très complète

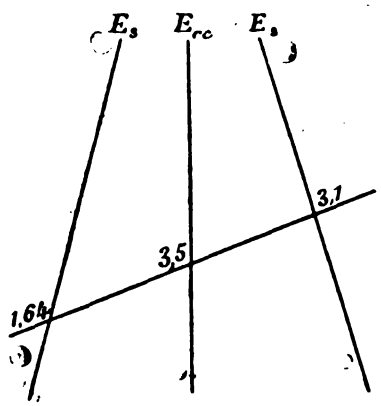


Fig. 2.

dans le traité de Nomographie de M. d'Ocagne. Nous remarquerons seulement que les abaques 2, 4, 5 sont à échelles rectilignes et linéaires, les autres à échelles rectilignes non linéaires. Le mode d'emploi de ces abaques

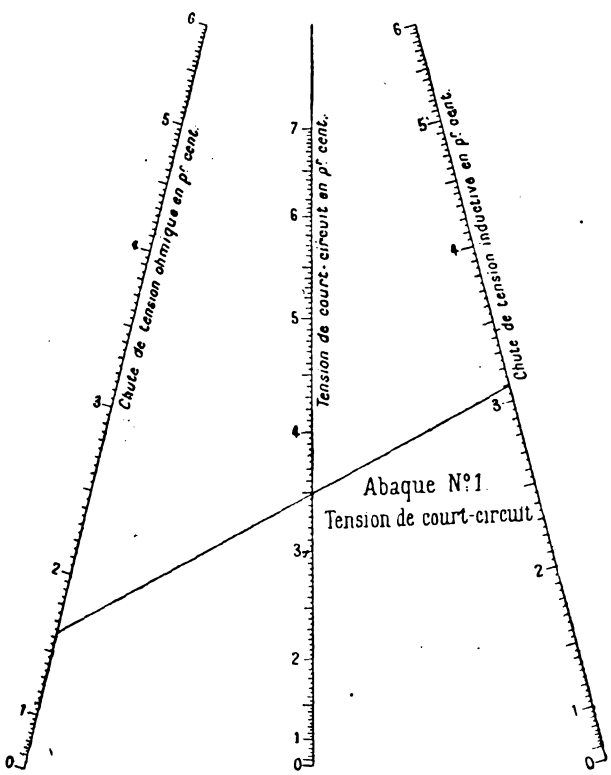


Fig. 3.

est bien connu. Prenons l'équation (1) par exemple qui est représentée par l'abaque n° 1 (fig. 3).

Nous avons $E_w = 1,64$; $E_{cc} = 3,5$ et nous voulons déterminer E_s. Il suffit de joindre par une ligne droite les points marqués 1,64 et 3,5 sur leurs deux échelles respectives (fig. 2). Cette droite coupe l'échelle des E_s en un point marqué 3,1 qui nous donne la valeur de E_s. Au lieu de tracer la droite sur l'abaque, ce qui le détériorerait, il suffit d'aligner les points au moyen d'une règle, ou mieux au moyen d'un transparent portant un trait rectiligne.

4° Application numérique. — Avec les unités choisies, les équations et abaques sont également valables pour des appareils monophasés ou triphasés. Soit un transformateur triphasé de 50 kv-a, 50 p : sec, $\frac{10000}{220}$ v.

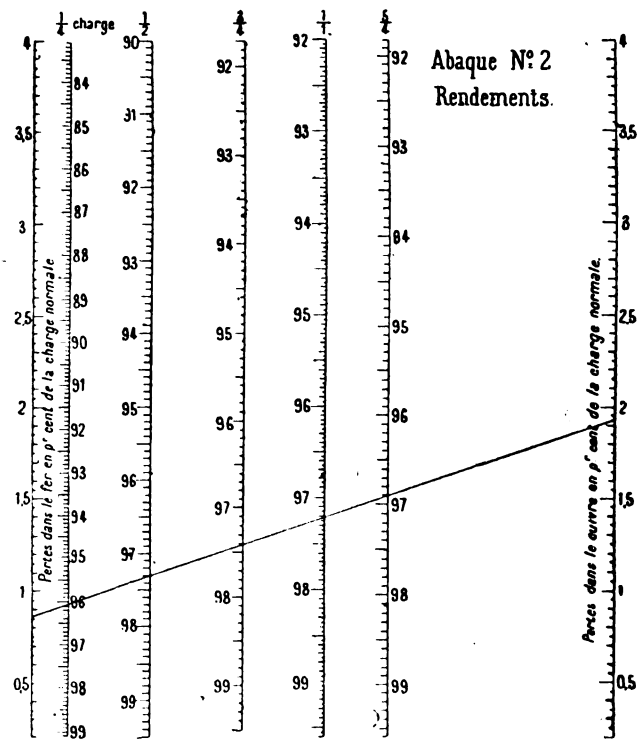


Fig. 4.

La feuille d'essais nous donne à la température de 15° C :

Pertes dans le fer 430 w, soit 0,86 pour 100 ;

Pertes dans le cuivre 820 w, soit 1,64 pour 100 ;

Tension de court-circuit 350 v, soit 3,5 pour 100.

L'abaque n° 1 nous donne (voir plus haut)

$$E_s = 3,1 \text{ pour } 100.$$

Cette quantité est indépendante de la température.

Les pertes dans le cuivre à la température de fonctionnement de l'appareil, soit par exemple 60°, seront environ 1,17 fois plus élevées qu'à 15°, température de l'essai.

On a donc :

$$E_w = \alpha_2 = 1,64 \times 1,17 = 1,92 \text{ pour } 100.$$

Digitized by Google

Nous avons maintenant toutes nos données

$\varepsilon_1 = 0{,}86$ pour 100 $\quad \alpha_2 = 1{,}92$ pour 100.

$E_w = 1{,}92$ pour 100 $\quad E_s = 3{,}1$ pour 100.

En nous servant des abaques nous trouvons les garanties suivantes pour $\cos\varphi = 1$ et pour $\cos\varphi = 0{,}8$:

1° Rendements.

Charge	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$\frac{5}{4}$	
$\cos\varphi = 1$	96,1	97,3	97,4	97,2	96,9	Abaque N° 2.
$\cos\varphi = 0{,}8$	95,1	96,6	96,75	96,5	96,1	Abaque N° 3.

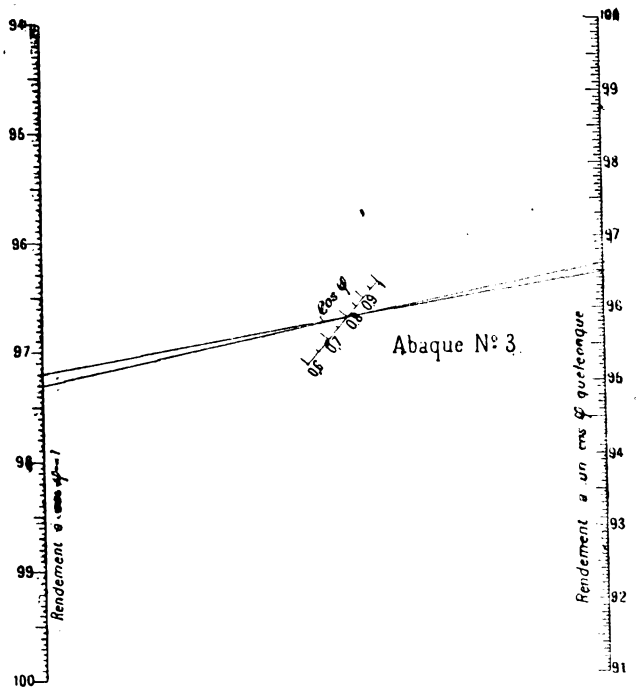


Fig. 5.

2° Chutes de tension. — A pleine charge : pour $\cos\varphi = 1$: 1,92 pour 100;

Pour $\cos\varphi = 0{,}8$: 3,1 pour 100. Abaque n° 4 (fig. 6).

Aux autres charges les chutes de tension sont respectivement le 1/4, la 1/2, les 3/4 et les 5/4 de leur valeur pour la pleine charge.

3° Déphasage interne des tensions. — A pleine charge la tension secondaire est déphasée en arrière de la tension primaire de l'angle δ (Abaque n° 5, fig. 7)

Pour $\cos\varphi = 1$, $\delta = 1°17'$.

Pour $\cos\varphi = 0{,}8$, $\delta = 0°46'$.

Aux autres charges le déphasage comme la chute de tension est proportionnel à la charge.

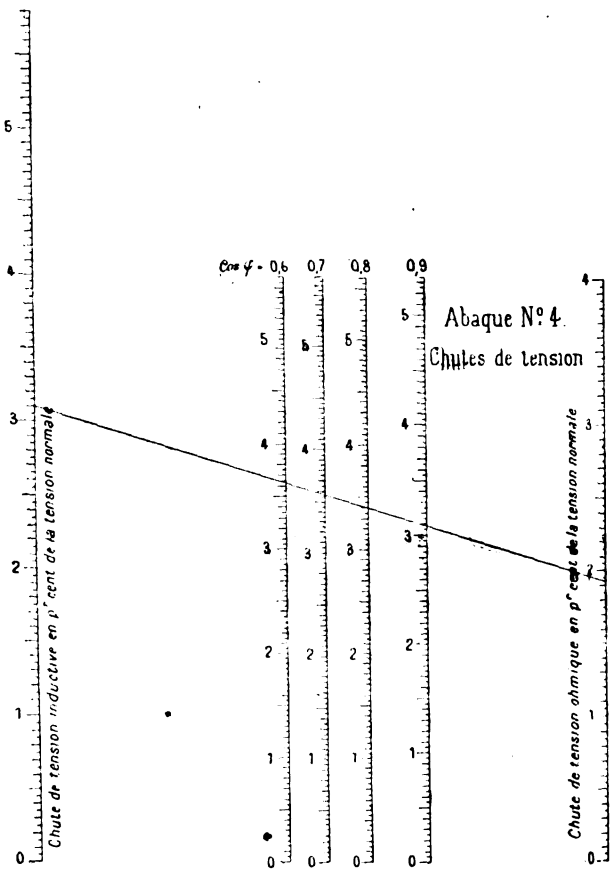


Fig. 6.

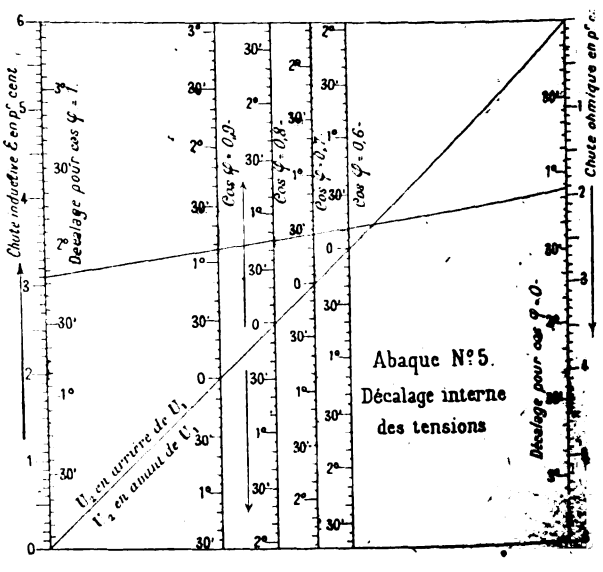


Fig. 7.

Conclusion. — Nous nous en tiendrons à ce exemple. Ces abaques permettent de résoudre bi

Digitized by Google

d'autres problèmes. On peut, au moyen de l'abaque (4), trouver les chutes de tension ohmiques et inductives sous un décalage donné, connaissant les chutes de tension sous deux décalages différents. Il suffit d'aligner les points correspondants. De même, connaissant le rendement à deux charges différentes, on peut trouver tout de suite les pertes dans le fer, les pertes dans le cuivre et le rendement à une charge quelconque.

On voit combien l'emploi de ces abaques peut simplifier le travail du bureau d'études dans de grandes maisons de construction où ces calculs se répètent très souvent.

L. Dubar,
Ingénieur E. C. P. et E. S. E,
Licencié ès Sciences.

Revues, analyses et informations

Lumière et vision : la physiologie de la rétine (1).

Les phénomènes qui se produisent entre l'incidence de la lumière sur la cornée et la perception de la sensation lumineuse comprennent trois stades : 1° le système dioptrique de l'œil produit une image sur la rétine ; 2° quand la lumière tombe sur la partie de la rétine qui comprend des bâtonnets et des cônes, elle détermine une modification photochimique qui, à son tour, agit sur les terminaisons du nerf optique et envoie le long des fibres de ce nerf une série de perturbations qu'on appelle impulsions nerveuses ; 3° arrivant au cerveau, ces impulsions sont réparties entre un système complexe de cellules nerveuses où se produisent des processus qui sont liés d'une manière quelque peu mystérieuse à la perception consciente de la lumière et des objets éclairés.

L'auteur envisage surtout, dans son étude, les processus qui se produisent dans la rétine même.

Il rappelle d'abord que toute excitation du nerf optique, de quelque nature qu'elle soit, détermine une sensation de lumière ; une remarque analogue peut être faite, à condition de changer la sensation lumineuse en sensation sonore ou olfactive, pour tous les nerfs des divers organes des sens (loi de Muller).

On peut se rendre compte de l'extrême sensibilité de la rétine par les expériences de Victor Henri qui l'a trouvée 3000 fois plus sensible que les plaques photographiques les plus rapides.

On peut comparer les processus dont les nerfs sont le siège à un courant électrique. Et, de même que nous possédons des mécanismes variés pour convertir les diverses formes de l'énergie en courants électriques, le téléphone pour le son, la pile photo-électrique pour la lumière, la pile thermo-électrique pour la chaleur, la dynamo pour l'énergie cinétique, etc., de même nous possédons des organes récepteurs variés pour la perception de ces formes d'énergie.

Il existe cependant, dans plusieurs de nos organes des sens, un mécanisme additionnel, jouant un rôle analogue à celui d'un relais dans un circuit parcouru par un courant électrique. Il est destiné à accroître l'intensité de l'excitation qui peut ainsi devenir suffisante pour affecter le nerf. Il est clair que ces actions nécessitent l'existence d'une source étrangère d'énergie provenant d'oxydations chimiques dans les cellules vivantes des organes des sens. Quand on examine au microscope une section de la rétine d'un vertébré supérieur, on remarque, outre les couches de cônes et de bâtonnets, d'autres couches constituées par des cellules nerveuses. Celles-ci, à proprement parler, ne doivent pas appartenir à l'organe récepteur lui-même, mais sont probablement de la nature d'un relais.

La seule explication satisfaisante du mode d'excitation de la rétine par la lumière est qu'elle se produit par l'intermédiaire d'une réaction chimique provoquée par l'énergie rayonnante d'un ensemble déterminé de longueurs d'onde. On n'a cependant découvert qu'une seule substance sensible à la lumière, c'est celle qu'on connaît habituellement sous le nom de pourpre visuel.

D'après la loi de Grotthus, la lumière ne peut produire une action quelconque que dans la proportion où elle est absorbée. Victor Henri et Larguier des Bancels ont déterminé l'absorption lumineuse produite par des solutions de pourpre visuel et ont comparé cette absorption avec le degré d'action chimique et aussi avec la quantité minimum de lumière requise pour provoquer une sensation de lumière tout juste perceptible dans les parties périphériques de la rétine. Les déterminations ont porté sur l'ensemble du spectre visible et les trois courbes présentent un accord remarquable. Ces faits indiquent que le pourpre visuel est le constituant photochimiquement sensible de la rétine qui est le plus important pour la vision.

On ne sait pratiquement rien sur la nature chimique du pourpre visuel à cause de la très petite quantité qu'on peut en obtenir. Il semble exister à l'état de solution colloïdale dans un liquide où sont plongés les cônes et les bâtonnets.

Le pourpre visuel est blanchi par la lumière et il réapparaît dans l'obscurité en se reformant peut-être à partir des produits de sa décomposition. En fait, la réaction photochimique qui se produit semble très voisine de celle qui se produit avec le bromure d'argent : la lumière tombant sur du bromure d'argent le décompose en argent et brome, mais en l'absence d'un apport continu d'énergie lumineuse, ces produits se combinent à nouveau ; par suite, sous l'influence d'un éclairement déterminé, il y a équilibre entre deux réactions opposées, équilibre qui se traduit par la présence de proportions relatives d'argent, de brome et de bromure d'argent. Mais cet état stationnaire diffère du véritable équilibre chimique qu'on observe dans une réaction réversible en ce qu'il ne se maintient qu'autant qu'on continue à fournir de l'énergie extérieure.

(1) W.-M. Bayliss. *Illuminating Engineer*, avril 1918, t. XI, p. 104-113, 5 600 mots, 4 fig.

Digitized by Google

Une question importante au point de vue de la technique de l'éclairage est celle relative à la sensation d'éblouissement et de contraste. Il est difficile d'établir exactement ce qui se produit sur la rétine quand on éprouve la sensation désagréable résultant de l'exposition de l'œil à des contrastes excessifs. Il est probable que toutes les conditions d'éblouissement qui produisent une sensation pénible sont nuisibles pour l'œil. Dans les cas d'un faible éblouissement où la sensation de gêne est temporaire, la faculté qu'a l'œil de se refaire peut empêcher une détérioration appréciable. Mais on peut penser que si l'œil était habituellement soumis à des conditions d'éblouissement, cela pourrait entraîner la perte de la vue dans la vieillesse, même si aucun effet fâcheux n'était constaté sur le moment. La difficulté de fixer des limites définies à l'éblouissement provient : 1° des pouvoirs de résistance et de récupération variables des différents yeux ; 2° de l'influence du degré d'adaptation sur l'impression produite par une lumière d'un éclat déterminé. M. Nutting a effectué quelques expériences intéressantes relatives à l'influence de l'adaptation sur la limite d'éblouissement ; ces expériences semblent indiquer que le rapport de l'éclat des objets dans le champ de la vision ne doit pas dépasser 100 : 1.

Le Dr Kerr a envisagé l'influence de fluctuations rapides d'éclat telles qu'elles peuvent se produire au cinéma ou au théâtre. Un exemple analogue peut être fourni par un ouvrier dont l'œil est continuellement fixé sur plusieurs machines qui reçoivent un éclairement local et est soumis, par suite, à des fluctuations rapides d'éclat. Il semble raisonnable de penser que, dans ces cas, l'éclairement devrait diminuer graduellement de part et d'autre des points fixés et que l'aire adjacente, jusqu'à une certaine distance, devrait recevoir un certain éclairement. En fait, un éclairement local de ce genre devrait être complété par un éclairement général modéré.

Un autre problème important est relatif à l'influence de la couleur. Est-il possible d'établir que la lumière de certaines couleurs est plus agréable ou moins fatigante que d'autres pour l'œil ? La préférence souvent exprimée en faveur de la coloration jaune de la lumière de la lampe à huile est-elle justifiée ? Bien qu'une exposition prolongée à la lumière de certaines longueurs d'onde puisse être préjudiciable à l'œil ou avoir une influence perturbatrice sur la vision colorée, il ne semble pas qu'on possède des données suffisantes sur ce problème. De recherches effectuées aux États-Unis, il semble résulter qu'on peut obtenir la plus grande acuité visuelle avec une lumière jaune monochromatique et on sait que pour le travail au microscope, en particulier, on emploie de préférence de la lumière monochromatique, encore que le choix soit partiellement déterminé par ce fait que le pouvoir de résolution de l'instrument est augmenté dans ces circonstances. La plus grande acuité de la vision semble tenir à la nécessité de réaliser l'achromatisme de l'œil, question tout à fait différente de celle de la fatigue. Il est intéressant de noter que, suivant quelques observations de Ferree, la lumière jaune d'une lampe à huile ou la teinte d'une lampe à incandescence ordinaire sont plus fatigantes pour l'œil que la lumière presque blanche d'une lampe demi-watt.

A. B.

Quelques caractéristiques du pyrhéliomètre de Marvin (1).

La partie principale de cet instrument est le récepteur. Celui-ci consiste en un disque d'argent de 4,5 cm de diamètre et de 0,3 cm d'épaisseur ; au milieu est creusée une cavité annulaire dans laquelle on loge une bobine de fil de nickel n° 35, isolé à la soie et enroulé en spirale. L'ensemble forme un thermomètre à résistance de 20 à 25 ohms ; la bobine sert aussi de réchauffeur dans le cas où l'on procède à l'étalonnage par des méthodes électriques. Le récepteur est serti dans un anneau métallique, monté lui-même dans un anneau en bois de façon à réduire au minimum les variations locales de température ; il est suspendu de telle sorte que les pertes de chaleur par conduction sont négligeables. En avant sont disposés un diaphragme et un tube noirci intérieurement et masqué par un écran aluminium qui est commandé par un mouvement d'horlogerie. Pour les expériences solaires, l'instrument est monté comme une lunette équatoriale et entraîné par un deuxième mouvement d'horlogerie qui maintient la face toujours normale aux rayons incidents. L'auteur décrit deux méthodes d'étalonnage : l'une, électrique, utilise la chaleur dégagée dans une bobine par un courant convenable ; l'autre, radiométrique, utilise le rayonnement d'un corps noir porté à des températures oscillant entre 1 600° et 1 700°K. Les deux méthodes donnent des résultats très concordants. Le pyrhéliomètre de Marvin a donné, pour la constante σ de Stefan-Boltzmann, $5{,}7 \times 10^{-12}$ w : cm^2 : T^4.

B. C.

Note sur le champ moléculaire de Weiss dans les substances ferromagnétiques (2).

Pour expliquer le ferromagnétisme par une extension de la théorie de Langevin, Weiss a dû admettre l'existence d'un champ moléculaire extrêmement intense. D'après l'auteur, il est difficile d'expliquer l'origine d'un champ aussi intense par l'action mutuelle d'aimants moléculaires. — Les preuves expérimentales que Weiss a données de sa théorie sont au nombre de quatre : 1° l'explication des propriétés magnétiques de la magnétite et de la pyrrhotine au moyen du champ démagnétisant ; 2° l'existence d'états correspondants dans les substances ferromagnétiques ; 3° l'application possible de la relation $\chi (T - \theta) = \text{const}$, où χ désigne la susceptibilité spécifique et sous une température T supérieure à la température critique θ ; 4° la variation des chaleurs spécifiques au voisinage du point critique pour le fer, le nickel et la magnétite. Dans un travail antérieur (*Sci. Rep.* 1916, t. v, p. 153) J. Okubo et l'auteur pensent avoir établi que les trois premiers points ne peuvent pas être considérés comme des preuves de la théorie du champ moléculaire et que le quatrième seul pouvait être considéré comme favorable à la théorie. — Dans la présente note l'auteur entreprend de montrer que le quatrième argument lui-même n'est pas d'accord avec les faits.

A. B.

(1) Paul D. Foote. *Scientific Papers of the Bureau of Standard*, 28 juin 1918, n° 328, p. 605-634, 8 fig.

(2) Kotaro Honda. *Physical Review*, septembre 1918, 2e série, t. xii, p. 238-242, 2 000 mots.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Étude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice (*Suite*) (1)

Dans cette cinquième partie de son étude, l'auteur examine avec détails le dispositif de deux bassins fonctionnant comme bassins de marée et comme biefs et produisant un travail continu, Comme dans la 4e partie, il étudie le dispositif pour les deux régions de Saint-Malo et de la Rochelle.

V. — Dispositif à deux bassins fonctionnant comme bassins de marée et comme biefs, produisant un travail continu.

1° Région de Saint-Malo.

Fonctionnement du dispositif. — Ce système comporterait deux réservoirs, l'un de 100 hectares par exemple, et un second dix fois plus grand, soit 1 000 hectares, pour constituer une sorte de bief.

Le fonctionnement des réservoirs serait le suivant en mort d'eau : le bassin étant préalablement rempli et le grand bief à sec, on partirait des 2/3 du jusant. Alors pendant le 1/3 de l'amplitude de 4 m prise comme minimum, soit sur 1,33 m de mer descendante, on écoulerait l'eau du petit réservoir dans la mer ; au bas d'eau, le bief se viderait et pendant le premier tiers du flot au minimum, l'écoulement se ferait du bassin dans le bief, puis pendant le reste du flot, de la mer dans le bief ; au plein, la vidange du petit bassin se compléterait. Ensuite, pendant les 2/3 de la marée descendante, la mer s'écoulerait encore dans le bief ; enfin jusqu'à la basse mer, ce serait l'eau du bassin qui s'écoulerait dans la mer pour alimenter les turbines ; pendant ce temps, le grand bief se viderait à mer basse, et ainsi de suite (fig. 17).

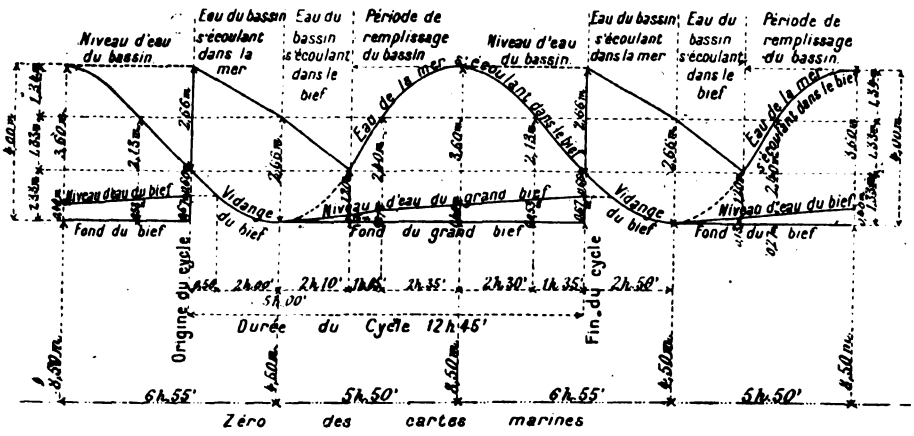


Fig. 17. — Diagramme de fonctionnement des bassins en marée de mortes eaux.

Au moyen de ces manœuvres, qu'aucun brevet ne signale, on parviendrait à créer une chute continue.

En admettant que le débit des turbines soit tel que les variations de niveau de la mer en flot et en jusant soient égales à celles du bassin de marée, on aurait pour les hauteurs des chutes successives, en partant du tiers de l'amplitude, et en négligeant l'accroissement résultant de la courbe des marées :

Des 2/3 du jusant à la basse mer, 2,66 à 2,66 m, moyenne 2,66 m ;

Pendant le 1/3 du flot suivant, 2,66 à 1,33 — 0,13 m, moyenne, 1,92 m ;

(1) Voir *R. G. E.*, 2, 9. 16 et 23 novembre, t. IV, 653-658, 697-715, 749-761 et 793-802.

Digitized by Google

Pendant le deuxième tiers du flot, 1,20 à 2,53 — 0,13 m, moyenne 1,80 m ;

Jusqu'au plein, 2,40 à 3,73 — 0,13 m, moyenne 3 m ;

Pendant le 1/3 du jusant, 2,60 à 2,26 — 0,13 m, moyenne 2,86 m ;

Pendant le deuxième tiers du jusant, 2,13 à 0,66 m, moyenne 1,40 m ;

Jusqu'au bas d'eau, 2,66 à 2,66 m, moyenne 2,66 m.

La chute varierait donc de 0,66 à 3,60 m, les chutes moyennes de 1,40 à 3 m ; quant à la moyenne des chutes, elle serait, eu égard aux temps respectifs du fonctionnement des turbines sous chaque chute, égale au quotient par 12 h 15′ de la somme suivante

$$2{,}66 \times 2\text{ h }50' + \frac{2{,}66+1{,}20}{2} \times 2\text{ h }10' + \frac{1{,}20+2{,}40}{2} \times 1\text{ h }5' + \frac{2{,}40+3{,}60}{2} \times 2{,}35' + \frac{3{,}60+2{,}13}{2} \times 2\text{ h }30' + \frac{2{,}13+0{,}66}{2} \times 1\text{ h }35',$$

soit 2,40 m,

alors que la moyenne réelle serait de 2,48 m en tenant compte de la courbe des marées.

Le travail théorique total que pourrait fournir une marée de mortes eaux de 4 m d'amplitude et d'une durée de 12 h 45′, pour un bassin de 100 hectares, est, comme nous l'avons vu, de 16 416 000 000 kilogrammètres. Le travail réel que pourrait produire l'eau du réservoir et la marée sous la chute moyenne de 2,40 m, serait, en considérant que le volume d'eau passant au travers des turbines est équivalent à deux fois celui du réservoir, serait de

$$2 \times 1\,000\,000 \times 4{,}00 \times 1\,026 \times 2{,}40 \times 0{,}80 = 15\,759\,360\,000 \text{ kgm},$$

ce qui correspond à une puissance continue et moyenne de

$$\frac{15\,759\,360\,000}{12\text{ h }45' \times 270\,000} = 4\,578 \text{ ch.}$$

Le rendement serait donc de

$$\frac{15\,759\,360\,000}{16\,416\,000\,000} = 0{,}960,$$

valeur très élevée, qui s'explique par ce fait, que ce sont en partie les eaux supérieures du réservoir et de la marée qui sont utilisées pour créer la chute.

Le petit réservoir devrait avoir, dans ce système, son fond à 1,33 m au-dessus du niveau de la basse mer, c'est-à-dire à la cote 4,50 + 1,33 = (5,83). Quant au grand bief, il serait creusé au niveau des plus grandes basses mers.

La chute étant variable, on ne pourrait obtenir une puissance constante sans les dispositions spéciales que nous indiquerons plus loin.

Régularisation de la chute à 2 m. — Mais on pourrait régulariser la chute en employant une partie du travail produit par les turbines à accumuler dans un réservoir spécial, de 100 hectares par exemple, creusé à la cote (6,63) et ayant une annexe de 100 hectares creusée à la cote (8,50), l'eau nécessaire au fonctionnement des turbines sous une chute minimum de 2 m par exemple, qui conviendrait dans ce cas.

Marées de mortes eaux. — Pour la correction de la chute de 1,20 m du début du flot, il y a lieu de remarquer que l'eau du bassin doit être écoulée dans le bief jusqu'à ce que son plan ait baissé d'une hauteur donnée par l'égalité $2{,}66 - x = 2 + \frac{x}{10}$, d'où $x = 0{,}60$ m. A ce moment, le réservoir annexe doit fournir un volume d'eau de $(1{,}33 - 0{,}60) \times 1\,000\,000 = 730\,000$ m³ ; le plan inférieur de cette masse d'eau de 0,73 m d'épaisseur doit être à 0,06 + 0,07 + 2 = 2,13 m au-dessus de la basse mer (cote 6,63), et sa surface supérieure à 2,86 m (fig. 18).

Ensuite, lorsque la mer est introduite dans le bief, elle est remontée à 1,33 m au-dessus du bas d'eau, et il y a 0,13 m d'eau dans le bief ; pour obtenir la chute de 2 m, il faut donc que le réservoir annexe fournisse, jusqu'à ce que la mer ait suffisamment monté, une nouvelle masse d'eau dont la hauteur est donnée par l'égalité $1{,}33 + x = 2 + 0{,}13 + \frac{x}{10}$, d'où $x = 0{,}89$ m.

La surface inférieure de ce volume d'eau de 890 000 m³ devrait être à 0,13 + 0,09 + 2 = 2,22 m au-dessus de la mer, et son plan supérieur à 3,11 m (fig. 18).

Enfin, du 1/3 au 2/3 du jusant, la chute passe de 2,13 à 0,66 m ; pour la maintenir à 2 m, la mer ne doit être introduite dans le bief que jusqu'à un abaissement donné par l'égalité $2{,}66 - x = 2 + 0{,}54 + \frac{x}{10}$, d'où $x = 0{,}11$ m. A ce moment, le réservoir auxiliaire doit donc fournir $(1{,}33 - 0{,}11) \times 1\,000\,000 = 1\,220\,000$ m³ d'eau, et la surface inférieure de ce volume doit se trouver à 0,54 + 0,13 + 2 = 2,67 m au-dessus de la basse mer, et son plan supérieur à 3,89 m (fig. 18).

La mer montant de 4 m, le flot suffirait à remplir le réservoir auxiliaire, mais les volumes d'eau successivement nécessaires se chevauchant, le volume réel à refouler serait de $(2{,}13 + 0{,}73 + 0{,}89 + 1{,}22 - 4) \times 1\,000\,000 = 970\,000$ m³. La hauteur d'élévation serait de $4 + \frac{0{,}97}{2} - 2 + 0{,}66$ pour pertes de charge = 3,15 m.

La puissance réelle à développer serait de

$$\frac{970\,000 \times 1\,026 \times 3{,}15}{270\,000 \times 0{,}80 \times 12\text{ h }45'} = 1\,140 \text{ ch.}$$

La masse d'eau du réservoir auxiliaire serait alors utilisée de la manière suivante, pour que le cycle se renouvelle régulièrement :

La partie de réservoir creusée à (6,63) étant pleine,

Digitized by Google

les turbines, lors de l'écoulement des eaux du bassin dans la mer et dans le bief, pendant toute la période où la chute serait supérieure à 2 m, refouleraient de l'eau dans la partie de réservoir annexe creusée à (8,50). Puis, pendant la période de flot, où la chute descendrait à 1,20 m, le réservoir annexe creusé à (6,63) fournirait les 730 000 + 890 000 m³ nécessaires au relèvement de la chute. Cette partie de réservoir annexe se remplirait alors à la pleine mer, mais pendant la période de marée où la chute passerait de 2 m en flot à 3,60 m au plein, à 2 m en jusant, les turbines refouleraient de l'eau dans la partie de réservoir annexe creusée à (8,50). Cette masse de 1,22 m d'épaisseur fournirait alors l'eau nécessaire au relèvement de la chute de 0,66 m, puis le cycle recommencerait par le refoulement de l'eau dans la partie creusée à (8,50). De cette manière, le fonctionnement du bassin de marée, des turbines et des réservoirs annexes, serait périodique et automatique.

Par suite de l'emploi de l'eau du réservoir auxiliaire, la chute passerait par les valeurs suivantes :

Des 2/3 jusant à basse mer, 2,66 à 2,66 m;

Du bas d'eau à 0,60 m d'abaissement du plan d'eau du bassin, 2,66 à 2 m;

De 0,60 m d'abaissement du niveau du bassin à 1/3 flot, 2,86 — 0,06 à 2,13 — 0,13 m, soit de 2,80 à 2 m,

Du 1/3 du flot où le plan supérieur de l'eau supplémentaire est à 3,11 m au-dessus de la basse mer à 1,33 + 0,89 m de flot, la chute varierait de 3,11 — 0,13 à 2,22 — 0,22 m, soit de 2,98 à 2 m;

De 2,22 m de flot à 2/3 flot, 2 à 2,40 m;

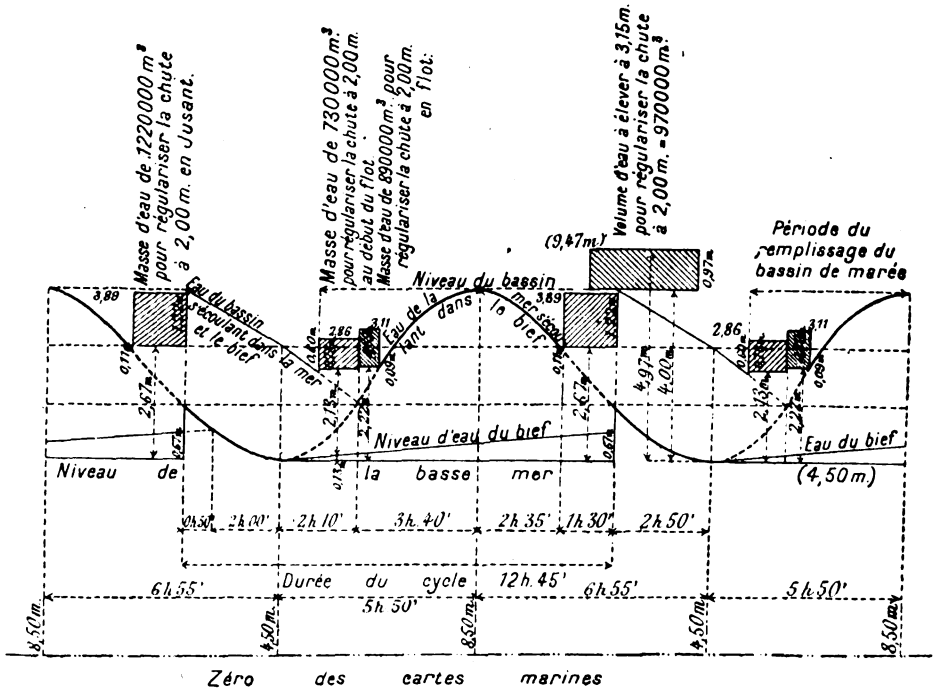


Fig. 18. — Régularisation de la chute à 2 m en mort d'eau.

De 2/3 flot à la pleine mer, 2,40 à 3,60 m;

De la pleine mer au 1/3 du jusant, 3,60 à 2,13 m;

De 1/3 à 0,11 m en plus de jusant, 2,13 à 2 m;

De 1,44 m de jusant aux 2/3 jusant, 3,89 — 0,55 à 2,67 — 0,67 m = 3,34 à 2 m.

La chute varierait donc de 2 à 3,60 m, et la chute moyenne serait la somme égale au quotient par 12 h 45' de

$$2{,}66\times 2\,h\,50' + \frac{2{,}66+2{,}00}{2}\times 1\,h + \frac{2{,}00+2{,}00}{2}\times 1\,h\,10' + \frac{2{,}98+2{,}00}{2}\times 0\,h\,40' + \frac{2{,}00+2{,}40}{2}\times 0\,h\,25' + \frac{2{,}40+3{,}60}{2}\times 2\,h\,35' + \frac{3{,}60+2{,}13}{2}\times 2\,h\,30' + \frac{2{,}13+2{,}00}{2}\times 0\,h\,05' + \frac{3{,}34+2{,}00}{2}\times 1\,h\,30',$$

soit 2,69 m,

alors que la moyenne arithmétique serait de 2,52 m.

La majoration de la chute serait de 2,69 — 2,40 = 0,29 m.

La puissance continue, moyenne et réelle, qui pourrait dès lors être obtenue serait de

$$\frac{1\,000\,000\times 4{,}00\times 2\times 1\,026\times 2{,}69\times 0{,}80}{270\,000\times 12\,h\,45'} = 5\,131 \text{ ch.}$$

Or, la puissance correspondant à la chute de 2,00 m serait de

$$\frac{1\,000\,000\times 4{,}00\times 2\times 1\,026\times 2{,}00\times 0{,}80}{270\,000\times 12\,h\,45'} = 3\,815 \text{ ch.}$$

Il resterait pour élever l'eau.....	1 316 ch.
Mais la puissance nécessaire n'étant que de..	1 240 ch,
il resterait en définitive.....	173 ch,

Digitized by Google

qui permettraient de refouler un volume supplémentaire d'eau pour compenser les pertes de toute nature.

Le système serait donc ainsi bien équilibré; les turbines devraient fonctionner sous une chute variant de 2,00 à 3,60 m, ce qui serait un léger inconvénient; toutefois, pour leur conserver une vitesse de rotation constante, *chaque turbine serait accouplée directement avec une ou plusieurs pompes centrifuges* qui élèveraient automatiquement une quantité d'eau de plus en plus grande, au fur et à mesure de l'accroissement de la chute et du débit des turbines, de telle sorte qu'il reste toujours disponible, sur l'arbre de la turbine, pour les besoins industriels en dehors de l'usine, la force motrice correspondant au minimum de 2 m de chute. A cet effet, le tuyau d'aspiration de chaque pompe centrifuge serait muni d'un régulateur fermant plus ou moins l'aspiration selon le débit des turbines ou la dénivellation qui les actionnerait; la vitesse de rotation de la turbine resterait ainsi constante, puisque la puissance disponible développée serait toujours la même et que l'excès de puissance produit par la chute variable en plus de cette puissance constante serait entièrement absorbé par les pompes.

Le rendement réel en puissance continue et constante disponible serait, en mort d'eau, de

$$\frac{3{,}815 \times 270\,000 \times 12\,\text{h}\,45'}{16\,416\,000\,000} = 0{,}800.$$

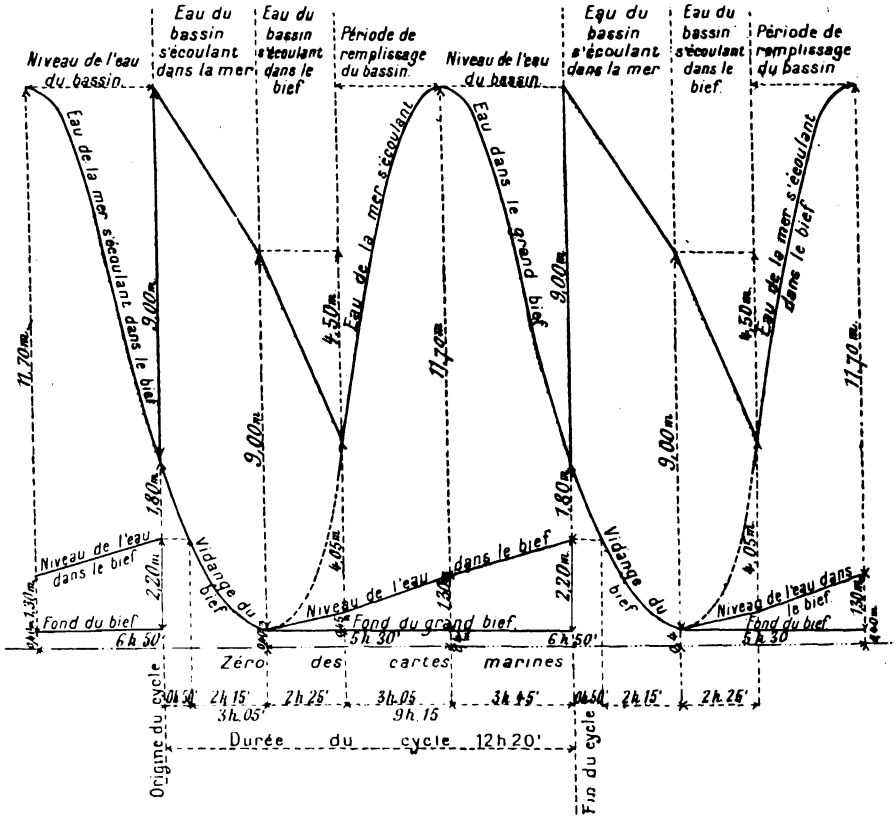


Fig. 19. — Diagramme de fonctionnement des bassins en marées de vives eaux.

Ce système est donc avantageux par son rendement, mais il ne sera pas toujours possible de trouver des baies, anses ou dépressions permettant de créer des biefs d'une superficie dix fois plus grande que celle des bassins de marée.

Signalons, enfin, que si le bief était cinq fois seulement plus grand que le bassin de marée, la chute avec le point de départ adopté pour le cycle qui est au minimum de 0,66 m dans l'exemple cité, deviendrait nulle, et l'énergie disponible serait assez diminuée.

Toutefois, le système que nous venons d'analyser mérite une attention particulière, et on aura certainement avantage à l'adopter chaque fois que la disposition des lieux le permettra.

On a vu que 970 000 m³ seulement d'eau sont élevés mécaniquement parce que le surplus, soit 730 000 + 890 000 + 250 000 m³ = 1 870 000 m³, sont fournis par le réservoir annexe creusé à la cote (6,63), lequel se remplit automatiquement à la pleine mer; mais si on ne disposait que d'un réservoir creusé à (8,50), il faudrait élever mécaniquement le volume total d'eau nécessaire au relèvement de la chute.

La puissance absorbée par le refoulement de cette masse d'eau serait alors considérable, et la puissance

Digitized by Google

continue et constante serait réduite à 2300 ch environ.

Marées de vives eaux. — Lors des marées de vives eaux de 13 m d'amplitude, la chute serait, le bassin étant plein et la mer ayant baissé de 9 m par exemple au moment de la mise en marche, de 9 m jusqu'à la basse mer, puis elle varierait de 9 m à 4,05 m jusqu'à 2 h 25′ de flot, au moment où le plan d'eau du bassin arriverait au niveau de la marée montante; elle passerait ensuite à 11,70 m lors de la pleine mer, pour se réduire enfin à 1,80 m lorsque la marée aurait 9 m de jusant. A ce moment, le cycle recommencerait, et la chute repasserait à 9 m (fig. 19). On pourrait d'ailleurs modifier ce cycle à volonté en partant d'une baisse différente en jusant.

La chute moyenne serait, en faisant abstraction de la courbure du diagramme de la marée, et eu égard aux temps respectifs du fonctionnement des turbines sous chaque chute, de

$$\frac{9{,}00\times 3\,h\,5' + \frac{9{,}00+4{,}05}{2}\times 2\,h\,25' + \frac{4{,}05+11{,}70}{2}\times 3\,h\,5' + \frac{11{,}70+1{,}80}{2}\times 3\,h\,45'}{12\,h\,20'} = 7{,}55\ m,$$

alors que la moyenne réelle des chutes serait de 8,64 m en tenant compte de la courbe de la marée.

Nos résultats seront donc inférieurs à la réalité; ils seront ainsi à l'abri de tout aléa.

Le travail théorique total que pourrait produire une marée de 13 m d'amplitude d'une durée de 12 h 20′ serait, comme il a été dit, de 173 394 000 000 kilogrammètres.

Or, le travail moyen, continu et réel qu'on recueillerait sous la chute de 7,55 m serait de

$$2\times 1\,000\,000\times 13{,}00\times 1\,026\times 7{,}55\times 0{,}80 = 161\,123\,040\,000\ kgm,$$

ce qui correspond à une puissance de

$$\frac{161\,123\,040\,000}{270\,000\times 12\,h\,20'} = 48\,385\ ch.$$

Le rendement serait de

$$\frac{161\,123\,040\,000}{173\,394\,000\,000} = 0{,}9292$$

par rapport au bassin de 100 hectares rempli d'eau de mer sur 13 m de hauteur.

Pour avoir une puissance continue et constante, disponible pour les besoins extérieurs, il faudrait, comme en mort d'eau, adopter une chute minimum et refouler dans le réservoir auxiliaire l'eau nécessaire pour alimenter les turbines sous la chute de 6,70 m par exemple qui conviendrait dans le cas présent.

Pour élever la chute de 4,05 m au début du flot, il faut remarquer que l'eau du bassin doit être écoulée dans le bief jusqu'à ce que son plan ait baissé d'une hauteur donnée par l'égalité

$$9{,}00 - x = 6{,}70 + \frac{x}{10},\ \text{d'où}\ x = 2{,}09\ m.$$

L'écoulement des eaux du bassin dans le bief cessant lorsque le plan d'eau de ce bassin s'est abaissé de 4,50 m, niveau auquel la marée montante est parvenue, le réservoir annexe doit fournir un volume d'eau de $(4{,}50 - 2{,}09)\times 1\,000\,000 = 2\,410\,000\ m^3$, et le niveau inférieur de cette masse doit se trouver à $0{,}45 + 6{,}70 = 7{,}15$ m, au-dessus de la basse mer, et son plan supérieur à 9,56 m (fig. 20).

Ensuite, lorsque la mer est introduite dans le bief, elle est remontée à $4{,}05 + 0{,}45 = 4{,}50$ m au-dessus de la basse mer, et il y a 0,45 m d'eau dans le bief; pour obtenir la chute de 6,70 m le réservoir annexe doit fournir, jusqu'à ce que la mer ait suffisamment monté, une nouvelle masse d'eau dont la hauteur est donnée par l'égalité $4{,}50 + x = 6{,}70 + 0{,}45 + \frac{x}{10}$, d'où $x = 2{,}95$ m.

La surface inférieure de ce volume d'eau de 2 950 000 m³ devrait être à $0{,}45 + 0{,}30 + 6{,}70 = 7{,}45$ m au-dessus de la basse mer, et son plan supérieur à 10,40 m (fig. 20).

Enfin, lorsque le jusant tend vers 9,00 m et la chute vers 1,80 m la mer ne doit être introduite dans le bief que jusqu'à un abaissement donné par l'égalité $13{,}00 - x = 6{,}70 + 1{,}30 + \frac{x}{10}$, d'où $x = 4{,}55$ m.

La surface inférieure de ce volume d'eau supplémentaire doit donc se trouver à $6{,}70 + 1{,}30 + 0{,}90 = 8{,}90$ m au-dessus de la basse mer; le volume d'eau nécessaire est alors de $(9{,}00 - 4{,}55)\times 1\,000\,000 = 4\,450\,000\ m^3$; son plan supérieur est par suite à 13,35 m au-dessus de la basse mer (fig. 20).

La mer montant de 13 m, le flot suffirait presque à remplir le réservoir annexe, mais les volumes d'eau successivement nécessaires se chevauchant, le volume réel d'eau à refouler est de $(7{,}15 + 2{,}41 + 2{,}95 + 4{,}45 - 13{,}00)\times 1\,000\,000 = 3\,960\,000\ m^3$.

La hauteur d'élévation serait de

$$13{,}00 + \frac{3{,}90}{2} - 7{,}00 + 1{,}85\ \text{pour pertes} = 9{,}80\ m.$$

La puissance réelle à développer serait de

$$\frac{3\,660\,000\times 1\,026\times 9{,}80}{270\,000\times 12\,h\,20'\times 0{,}80} = 13\,817\ ch.$$

L'eau du réservoir auxiliaire serait utilisée suivant le cycle qui a été indiqué pour les marées de mortes eaux.

Digitized by Google

Par suite de l'emploi de l'eau du réservoir annexe, la chute passerait par les valeurs suivantes :

De 9,00 m de jusant à basse mer, 9,00 à 9,00 m ;

Du bas d'eau à 2,09 m d'abaissement du plan d'eau du bassin, 9,00 à 6,70 m ;

De 2,09 à 4,50 m d'abaissement du plan d'eau (9,56 — 0,24) à (7,15 — 0,45), soit de 9,32 à 6,70 m ;

De 4,50 m de flot à 7,45 m de flot (10,40 — 0,45) à 7,45 — 0,75), soit de 9,95 à 6,70 m ;

De 7,45 m de flot à la pleine mer, 6,70 à 11,70 m ;

De la pleine mer à 4,55 m de jusant, 11,70 à 6,70 m ;

De 4,55 m de jusant à 9,00 m de jusant (13,55 — 1,76) à (8,90 — 2,20), soit de 11,59 à 6,70 m.

La chute varierait donc de 6,70 à 11,70 m, et la chute

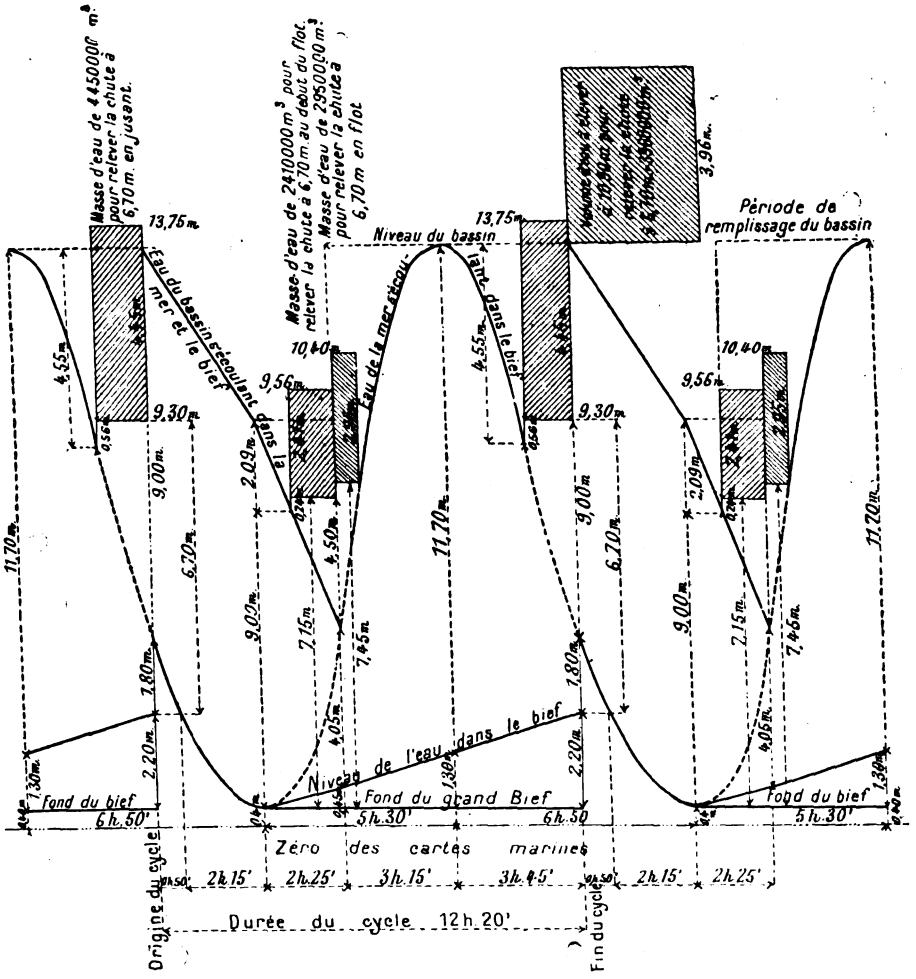


Fig. 20. — Régularisation de la chute à 6,70 m en vives eaux.

moyenne serait le quotient par 12 h 20' de la somme suivante

$$9{,}00\times 3\,h\,5' + \frac{9{,}00+6{,}70}{2}\times 0\,h\,55' + \frac{9{,}32+6{,}70}{2}\times 1\,h\,20' + \frac{9{,}95+6{,}70}{2}\times 0\,h\,45' + \frac{6{,}70+11{,}70}{2}\times 2\,h\,30' + \frac{11{,}70+6{,}70}{2}\times 2\,h\,20' + \frac{11{,}59+6{,}70}{2}\times 1\,h\,25'$$

soit de 8,87 m.

La majoration de la chute serait de

$$8{,}87 - 7{,}55 = 1{,}32 \text{ m.}$$

La puissance continue, moyenne et réelle qui pourrait être obtenue, serait de

$$\frac{1\,000\,000\times 13{,}00\times 2\times 1\,026\times 8{,}87\times 0{,}80}{270\,000\times 12\,h\,10} = 56\,845 \text{ ch.}$$

Or, la puissance correspondant à la chute de 6,70 m serait de

$$\frac{1\,000\,000\times 13{,}00\times 2\times 1\,026\times 6{,}70\times 0{,}80}{270\,000\times 12\,h\,20'} = 42\,938 \text{ ch.}$$

Il resterait pour élever l'eau.....	13 907 ch.
Mais la puissance nécessaire n'étant que de..	13 317 ch,
Il resterait en définitive.....	90 ch

qui permettraient de compenser les pertes. Cette faible différence montre que la chute de 6,70 m est un peu trop grande.

Pour conserver aux turbines une vitesse constante sous la chute variable, elles seraient couplées, comme nous l'avons dit, avec des pompes centrifuges à débit réglable.

Digitized by Google

Le rendement réel en puissance continue et constante, disponible, serait donc, en vives eaux, de :

$$\frac{42\,928 \times 270\,000 \times 12\text{ h }20'}{173\,394\,000\,000} = 0{,}8246.$$

Pour les vives eaux, on pourrait n'avoir également qu'un bassin auxiliaire creusé à la cote (13,40), mais il faudrait refouler à ce niveau élevé, moins de $2\,410\,000 + 2\,950\,000 + 4\,450\,000 = 9\,810\,000$ m³, mais beaucoup plus de 3 960 000 m³.

La puissance nécessaire serait alors considérable, et il ne resterait disponible qu'une puissance d'environ 20 000 ch.

Avec le secours du réservoir auxiliaire, le bassin de marée aurait son fond à la cote (8,50) — (1,33 + 0,60) = (6,57) ; le réservoir annexe devrait avoir son fond à (4,50 + 2,13) = (6,63) ; quant au bief, il serait creusé au niveau des plus grandes basses mers.

Des réservoirs ayant leur fond à (6,57) et (6,63) se trouveraient assez facilement.

Mais pour que le réservoir annexe de 100 ha puisse jouer son rôle, il devrait être divisé en deux parties égales dont l'une serait creusée à (6,63) et l'autre à (8,50) — (4,00-3,89) = (8,39) destinée à recevoir les eaux refoulées pour relever la chute au début du jusant, car sans cette disposition le cycle du jeu du réservoir annexe ne se renouvellerait pas périodiquement.

Les diagrammes figures 17 et 19 présentent quelques petites variations dans le niveau d'eau du bief parce que les hauteurs ont été obtenues d'après les mouvements de la marée, mais en pratique, on réglerait l'écoulement des eaux d'une manière régulière.

Variantes de fonctionnement. — On pourrait se demander si les eaux du réservoir annexe ne seraient pas mieux utilisées à produire directement de la force motrice ; c'est évident, mais la régularisation de la chute ne serait pas obtenue. Le volume d'eau emmagasiné aux quadratures serait de 2 840 000 m³ et son centre serait situé à $2{,}13 + \frac{2{,}84}{2} = 3{,}55$ m au-dessus de la basse mer.

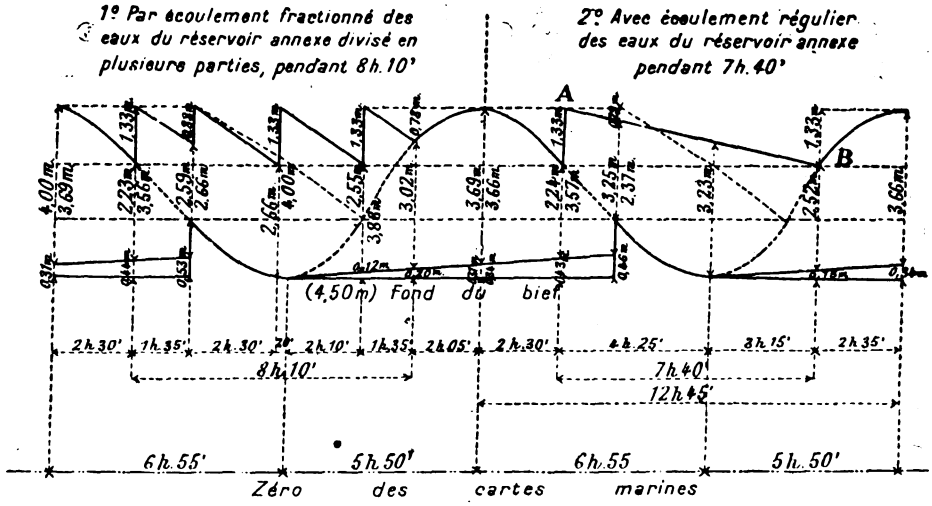


Fig. 21. — Régularisation de la chute en mort d'eau.

Le travail théorique que cette eau pourrait donner serait de $2\,840\,000 \times 1\,026 \times 3{,}55 = 10\,344\,132\,000$ kgm ; or, la majoration de chute obtenue avec ce volume d'eau serait de 0,29 m et le travail réel supplémentaire développé, de

$1\,000\,000 \times 400 \times 2 \times 1026 \times 0{,}29 \times 0{,}80 = 1\,904\,256\,000$ kilogrammètres.

Le rendement serait donc de

$$\frac{1\,904\,256\,000}{10\,344\,132\,000} = 0{,}184, \text{ seulement.}$$

Mais on pourrait employer un autre moyen pour augmenter la valeur minimum de la chute, tout en refoulant moins d'eau. Ce serait de disposer d'un réservoir trois fois et demie environ plus grand que le bassin de marée, creusé à (8,50 — 1,33) = (6,67), et divisé en quatre parties égales.

L'écoulement serait alors réglé ainsi en mort d'eau (fig. 21) : la mer ayant baissé du tiers de son amplitude soit 1,33 m dans le cas présent, période pendant laquelle la chute varierait de 3,71 à 2,24 m, l'eau du bassin serait écoulée dans le bief pendant 1 h 35' jusqu'aux 2/3 du jusant ; la chute varierait de 3,56 à 2,59 m après l'écoulement d'une tranche d'eau de 0,80 m de hauteur ; l'eau de la deuxième partie du réservoir serait écoulée dans la mer jusqu'à 20' environ avant le bas d'eau ; la chute serait alors de 2,66 m.

La troisième masse d'eau du réservoir entrerait ensuite en jeu et serait écoulée dans le bief pendant 2 h 30' environ, jusqu'à ce que la marée ait baissé des 2/3 ; la chute varierait alors de 4,00 à 2,55 m.

La quatrième masse d'eau serait enfin écoulée dans

Digitized by Google

le bief jusqu'à ce que son plan d'eau se soit équilibré avec la mer montante, soit pendant 1 h 35′ environ; la chute varierait alors de 3,88 à 3,02 m.

La marée serait ensuite écoulée pendant 4 h 35 m dans le bief jusqu'à 1,33 m de jusant; la chute varierait de 3,02 à 3,69 m à la pleine mer, et du plein au 1/3 jusant, de 3,69 à 2,23 m.

Les réservoirs se rempliraient à la pleine mer, et le cycle recommencerait; à la basse mer, le bief se viderait.

On obtiendrait ainsi le diagramme en dent de scie de la figure 21; la chute ne varierait plus que de 2,25 à 4,00 m, et sa moyenne serait d'environ 3,02 m au lieu de **2,40 m** avec le premier diagramme.

La puissance qu'on pourrait ainsi obtenir serait de

$$\frac{1\,000\,000 \times 4{,}00 \times 2{,}00 \times 1\,026 \times 3{,}02 \times 0{,}80}{270\,000 \times 12\text{ h }35'} = 5\,761 \text{ ch}$$

au lieu de 4 578 ch avec la chute moyenne de 2,40 m. On voit ainsi que la nouvelle disposition proposée présenterait de grands avantages, et qu'elle mériterait une attention particulière, mais elle exigerait un vaste réservoir creusé à la cote (6,67), pouvant alimenter les turbines pendant 8 h 10′ environ en mort d'eau, c'est-à-dire ayant une capacité de

$$\frac{8\,000\,000 \times 8{,}10}{12{,}45} = 5\,176\,470 \text{ m}^3,$$

et une superficie de

$$\frac{5\,176\,470}{\frac{0{,}88 + 1{,}33 + 1{,}33 + 0{,}78}{4}} = 479{,}30 \text{ hectares.}$$

Le grand bief devrait alors avoir une superficie de

$$\frac{8\,000\,000 - \frac{5\,176\,470 \times 2\text{ h }50'}{8\text{ h }10'}}{0{,}53} = 1\,213{,}30 \text{ hectares.}$$

On pourrait aménager en réservoirs les dépressions qui existent en de nombreux points des côtes. Enfin la superficie des réservoirs pourrait être notablement réduite en les plaçant sur un point élevé.

En vives eaux, avec des dispositions identiques, on obtiendrait une chute moyenne de 10,75 m au lieu de 7,55 m.

La puissance moyenne développée serait alors de

$$\frac{1\,000\,000 \times 13{,}00 \times 2 \times 1\,026 \times 10{,}75 \times 0{,}80}{270\,000 \times 12\text{ h }20'} = 68\,893 \text{ ch,}$$

au lieu des 48 385 ch, trouvés pour la chute de 7,55 m.

Dans ces conditions, le réservoir de marée fournirait de l'eau pendant 8 h 45′, soit un volume de

$$\frac{26\,000\,000 \times 8{,}45}{12\text{ h }20'} = 18\,446\,500 \text{ m}^3.$$

L'abaissement du plan d'eau étant fixé à 3,00 m pour la chute moyenne de 10,75 m, la superficie de ce réservoir serait de

$$\frac{18\,446\,500}{3{,}00} = 614{,}87 \text{ hectares.}$$

Cette superficie pourrait être réduite à volonté, soit en augmentant l'abaissement du plan d'eau, soit en modifiant les conditions de fonctionnement.

Quant à la superficie du bief, qui recevrait de l'eau pendant 7h 20 seulement, soit 7 553 500 m³ sur 1,80 m de hauteur totale, sa superficie devrait être de

$$\frac{7\,553\,500}{1{,}80} = 919{,}64 \text{ hectares.}$$

On pourrait encore, au lieu de faire plusieurs fois varier brusquement la chute par suite de la division du réservoir annexe en plusieurs parties, ne pas diviser ce réservoir et en écouler régulièrement les eaux, de manière à obtenir une diminution continue de la hauteur de chute jusqu'à ce qu'il y ait égalité entre le niveau de la mer montante et le plan d'eau du réservoir. On obtiendrait alors le tracé A B du diagramme de la figure 21.

Dans ce cas, le réservoir annexe alimenterait les turbines pendant 7 h 40′; le volume d'eau qu'il fournirait en mort d'eau serait de

$$\frac{8\,000\,000 \times 7{,}40}{12\text{ h }45'} = 4\,862\,750 \text{ m}^3$$

et sa superficie devrait être de

$$\frac{4\,862\,750}{1{,}33} = 365{,}62 \text{ hectares,}$$

celle du bief devrait être de

$$\frac{8\,000\,000 - \frac{(4\,862\,750 \times 2\text{ h }50')}{7\text{ h }40'}}{0{,}45} = 52{,}70 \text{ hectares.}$$

La chute varierait de 2,24 à 3,66 m et la chute moyenne serait de 2,98 m.

La puissance correspondante serait de

$$\frac{8\,000\,000 \times 1\,026 \times 2{,}98 \times 0{,}80}{12\text{ h }45' \times 270\,000} = 5\,664 \text{ ch,}$$

au lieu de 4 578 ch pour la chute de 2,40 m.

Les deux modes de régularisation donneraient donc sensiblement le même résultat, mais le dernier moyen donnerait moins de variation dans la chute.

Enfin, on pourrait, dans le but de réduire la superficie du bief, qui est plus difficile à trouver ou à creuser au niveau des basses mers que le bassin de marée dont le fond est à plus de (6,50), écouler les eaux du bassin préalablement divisé en deux parties suivant le cycle du dia-

Digitized by Google

gramme de la figure 22 (ligne C, D, E.). La chute ne varierait brusquement que deux fois aux points C et E au cours de la marée, mais pour réaliser le plan D E dans le réservoir, lors du flot, il faudrait écouler de la seconde partie de ce réservoir, dont la superficie devrait être très étendue, un volume d'eau double de celui nécessaire. L'écoulement des eaux de la marée dans le bief ne durerait alors que 5 h 5′ et le volume d'eau admis serait de

$$\frac{8\,000\,000 \times 5\text{ h }5'}{12\text{ h }45'} = 3\,189\,330\text{ m}^3.$$

Dès lors, pour une hauteur d'eau de 0,60 m par exemple, la superficie du bief ne serait plus que de 531 hectares, soit environ moitié moins que dans le système type.

La chute moyenne serait, dans ce cas, de 2,64 m au lieu de 2,40 m et la puissance moyenne développée de 5036 ch, au lieu de 4578 ch.

Toutefois, afin d'éviter de réduire la superficie de la seconde partie du réservoir, on pourrait écouler les eaux suivant la ligne C D jusqu'à 0 h 40′ avant la basse mer, puis écouler celles de la seconde partie du réservoir (qui serait alors divisée en trois parties inégales). suivant le tracé en dent de scie représenté sur la deuxième partie de la figure 22.

La durée de l'écoulement des eaux de la marée dans le bief serait alors de 5 h 15′, et le volume admis serait de

$$\frac{8\,000\,000 \times 5\text{ h }15'}{12\text{ h }45'} = 3\,294\,000\text{ m}^3.$$

Pour la hauteur de 0,60 m d'eau, la superficie du bief devrait être de 549 hectares, au lieu de 1 000 hectares.

La chute moyenne serait de 2,73 m au lieu de 2,40 m, et la puissance développée, de 5 222 ch au lieu de 4 578 ch.

La superficie du bassin de marée serait alors de

$$\frac{8\,000\,000 \times 3\text{ h }55'}{12\text{ h }45' \times 1{,}33} = 185\text{ hectares environ,}$$

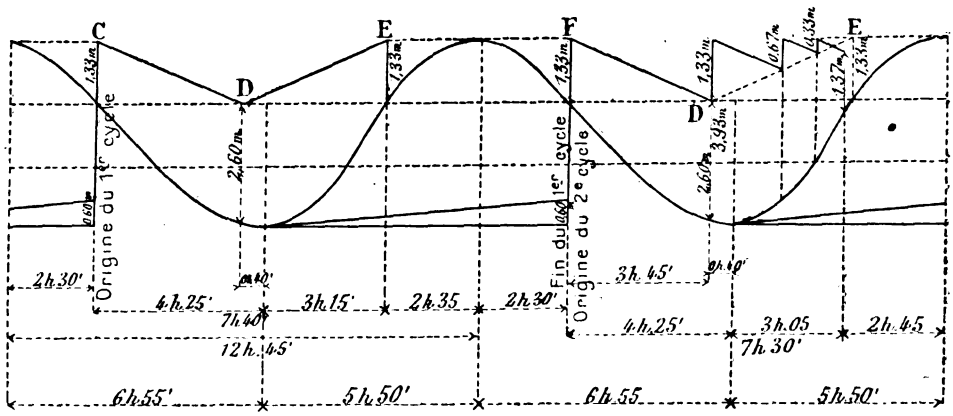


Fig. 22. — Régularisation de la chute en mort d'eau.

et celle de la seconde partie, d'environ

$$\frac{2\,260\,000}{0{,}78} = 290\text{ hectares.}$$

On voit ainsi qu'on pourrait réaliser diverses combinaisons pour le cycle moteur de la marée, avec le système de bassins de marée et de biefs, selon l'étendue des réservoirs et biefs dont on pourrait disposer.

Mais, en général, on aurait intérêt à se servir d'un bief à grande superficie et de bassins de grande étendue creusés à faible profondeur pour augmenter la hauteur de chute. On pourrait alors utiliser avec avantage, en en réglant le fond au moyen de dragages peu coûteux, les dépressions voisines des côtes, recouvertes d'alluvions marines, faciles à extraire.

L'utilisation de bassins de marée de grande superficie aurait évidemment pour effet de réduire la période de temps pendant laquelle la marée serait directement utilisée pour actionner les turbines, mais, par contre, la hauteur de chute serait plus grande, et sa variation serait moindre; comme, d'autre part, le remplissage de ces réservoirs se ferait automatiquement, on aurait en définitive avantage à adopter cette solution, d'autant plus qu'il serait préférable, pour le même cube de déblais à effectuer, d'établir un réservoir de superficie double, triple, etc... sur une profondeur moitié, trois fois, etc... moindre, parce que pour le même volume d'eau emmagasiné, la chute obtenue serait plus grande.

Forme des bassins de marée. — Dans tout ce qui précède, nous avons supposé que le débit des turbines était sensiblement constant, et que la marée baissait ou montait régulièrement et proportionnellement au temps; or, en mort d'eau, le flot s'élève en moyenne de 0,686 m par heure et baisse en jusant de 0,578 m, mais la vitesse d'élévation du flot ou d'abaissement en jusant varie à chaque instant; elle est nulle au plein et à la basse mer; vers le milieu du flot elle reste à peu près constante pendant environ 1 h 45′, où elle est de 1,229 mètre par heure, et à mi-jusant pendant 3 h 30′ où la vitesse d'abaissement est de 0,771 mètre par heure.

Digitized by Google

En flot à la basse mer, elle ne monte que de 0,90 m en 1 h 45′ et au plein que de 1 m en 2 h 15′, alors que pour ces temps, la hauteur de montée devrait être de 2,15 et de 1,74 m.

En jusant, elle baisse au plein de 0,50 m environ, en 1 h 30′ et au bas d'eau de 0,80 m en 1 h 55′, alors que les abaissements devraient être de 1,16 et de 1,47 m.

Pour que le débit reste sensiblement constant, ainsi que la chute, il est donc nécessaire que le plan d'eau du bassin de marée ne s'abaisse et ne s'élève que comme la mer. Dans ces conditions, la section du réservoir devrait avoir la forme indiquée par la figure 23, afin

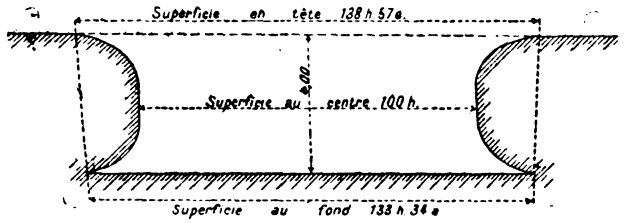


Fig. 23. — Coupe schématique d'un bassin de marée.

que la superficie de la partie supérieure du bassin soit très étendue, et par suite que le cube emmagasiné dans cette tranche soit suffisant pour alimenter les turbines sous un abaissement égal à la marée lors du bas d'eau. De même, la superficie de la partie inférieure du bassin devrait aussi être très étendue, afin de pouvoir fournir l'eau nécessaire aux turbines pendant la période de début du flot, sans que le plan d'eau du bassin s'abaisse trop rapidement. Mais, comme il ne serait pas possible de donner aux réservoirs une forme caverneuse à la partie inférieure, on serait conduit à donner aux bassins une surface telle qu'en la somme des temps, 1 h 15′ + 1 h 45′ = 3 h 40′ de la période de basse mer, le volume d'eau emmagasiné à la partie supérieure corresponde à la marche des turbines pendant ces temps pour un abaissement normal du plan d'eau de 2,15 + 1,47 = 3,62 m, alors que la variation de niveau de la marée n'est que de 0,90 + 0,80 = 1,70 m.

Le volume à débiter en flot par les turbines étant par heure de

$$\frac{1\,000\,000 \times 4{,}00\text{ m}}{5\text{ h }50'} = 685\,719\text{ m}^3,$$

et en jusant de

$$\frac{4\,000\,000}{6\text{ h }15'} = 578\,285\text{ m}^3,$$

le cube d'eau à emmagasiner pour la marche des turbines au bas d'eau du jusant serait de : 578 285 × 1 h 55′ = 1 108 570 m³ et le plan d'eau de ce volume ne devrait s'abaisser que de 0,80 m ; dès lors, la superficie du bassin devrait être de

$$\frac{1\,108\,570}{0{,}80} = 138{,}57\text{ hectares},$$

au lieu de 100 hectares. Le volume à débiter pour le début du flot étant de 685 719 m³ × 1 h 45′ = 1 200 010 m³ et la variation de niveau étant de 0,90 m, la superficie du bassin devrait être de

$$\frac{1\,200\,010}{0{,}90} = 133{,}34\text{ hectares},$$

c'est-à-dire un peu moins que pour la partie supérieure. Dès lors, le réservoir devrait avoir une superficie de 138,57 hectares en tête et 133,34 hectares au fond.

Lors de la pleine mer, comme les eaux de la marée s'écouleraient dans le grand bief, le plan d'eau de ce dernier ne devrait s'élever que du 1/10 de la variation de niveau, soit de 0,10 m en 2 h 15′ et 0,05 m en 1 h 30′.

Le débit des turbines devant être en flot de 685 719 m³ × 2 h 15′ = 1 542 870 m³, et le plan d'eau de ce volume ne devant s'élever que de 0,10 m, la superficie du grand bief devrait être de

$$\frac{1\,542\,870}{0{,}10} = 1\,542{,}87\text{ hectares}.$$

Toutefois, comme l'élévation du plan d'eau du bief pendant la période de la pleine mer ne serait que de

$$0{,}10 + \frac{578\,285 \times 1\text{ h }30'}{1\,542{,}87} = 0{,}156\text{ m},$$

alors que, si les mouvements de la marée étaient réguliers, l'élévation du plan d'eau serait de

$$\frac{4{,}00 \times 2}{12{,}45} \times (2\text{ h }15' + 1\text{ h }30') = 0{,}233\text{ m},$$

on trouve qu'en définitive la superficie réelle du bief devrait être de

$$\frac{1\,542{,}87 \times 0{,}156}{0{,}235} = 1\,024{,}17\text{ hectares},$$

au lieu des 1 000 hectares admis comme exemple.

Égalisation des temps de marche des turbines en flot et en jusant. — On a vu que la mer mettait en général une heure de plus à descendre qu'à monter ; les turbines fonctionneraient donc sous le flot pendant une heure environ de moins qu'en jusant. En opérant avec un bassin unique à écoulement intermittent, cette différence de temps obligerait à augmenter en flot le nombre des turbines pour recueillir tout le travail produit. Il en résulterait donc, comme nous l'avons montré, une inégalité dans la distribution de la force motrice, préjudiciable à la bonne marche de l'usine.

Avec le système de bassins et bief et le mode d'écoulement indiqués, cet inconvénient serait moindre, mais il ne serait pas supprimé. Il convient donc d'examiner comment on pourrait arriver à s'en affranchir.

Digitized by Google

La vitesse moyenne minimum d'ascension et d'abaissement de la marée est en mortes eaux de

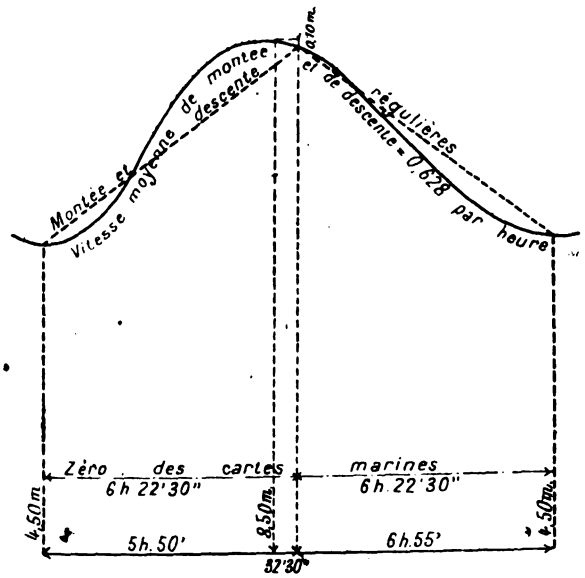
$$\frac{4{,}00 \times 2}{12\text{ h }45'} = 0{,}268 \text{ mètre par heure;}$$

en vives eaux, la vitesse maximum est de

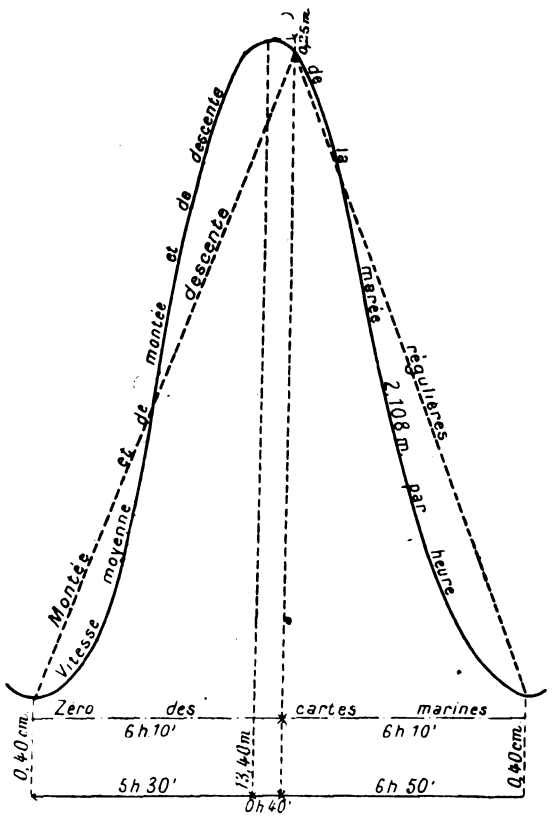
$$\frac{13{,}00 \times 2}{12\text{ h }20'} = 2{,}108 \text{ mètres par heure.}$$

Or, pour la période du bas d'eau en jusant et en flot, nous venons de montrer qu'avec un bassin ayant à sa partie supérieure une superficie de 140 hectares environ, au lieu des 100 hectares prévus, il serait possible de régulariser l'écoulement de l'eau au travers des turbines, de telle sorte que leur vitesse reste à peu près constante sous l'effet de la pompe centrifuge régulatrice et que la descente et la montée de la marée soient en rapport avec l'abaissement du plan d'eau du bassin; comme d'ailleurs la chute sous laquelle fonctionneraient les turbines à cette période serait très élevée, l'écoulement pourrait être facilement réglé; il en résulterait une légère variation de la hauteur théorique de la chute.

A partir du tiers du flot jusqu'au plein, c'est la marée qui serait introduite dans le grand bief; l'écoulement au travers des turbines pourrait donc également être réglé de manière que l'élévation du plan d'eau du bief soit régulière et proportionnelle au temps, mais la période d'écoulement en flot ne prendrait pas fin juste à l'heure de



Marée de mortes eaux.



Marée de vives eaux.

Fig. 24 et 25. — Régularisation des temps de marche des turbines en flot et en jusant.

la pleine mer; elle se continuerait en mortes eaux pendant $\frac{5\text{ h }50' + 6\text{ h }55'}{2} - 5\text{ h }50' = 0\text{ h }32'30''$ après, et en vives eaux pendant $\frac{5\text{ h }30' + 6\text{ h }50'}{2} - 5\text{ h }30' = 0\text{ h }40'$ après. Dans ces intervalles de temps, la mer baisserait de 0,10 m en mort d'eau et de 0,25 m en équinoxe (fig. 24 et 25); la régularisation du mouvement de la mer, en flot et en jusant, équivaudrait donc théoriquement à une diminution de l'amplitude de 0,10 à 0,15 m; en réalité, il n'en serait rien, puisque depuis le tiers du flot jusqu'aux 2/3 du jusant l'écoulement se ferait dans le bief.

De la pleine mer aux 2/3 du jusant, l'écoulement de la marée se faisant encore dans le bief et l'abaissement de son plan d'eau étant plus lent qu'en flot, il serait également facile de régler le passage de l'eau dans les turbines de manière que l'élévation du plan d'eau du bief soit régulière; cela amènerait une légère variation dans la chute théorique, pratiquement négligeable.

On voit donc, en définitive, que le système des bassins avec bief permettrait de s'affranchir des difficultés résultant de la différence de vitesse de montée et de descente de la mer en flot et en jusant. Ce serait donc encore un avantage en faveur de ce système.

Résumé. — En résumé, le système à bassin de marée, avec bief dix fois plus grand, permettrait d'obtenir pour 100 hectares de réservoir, dans la région de Saint-Malo, avec le cycle des figures 17, 18, 19 et 20.

Digitized by Google

En mortes eaux :

1° Une puissance réelle, continue et moyenne de 4578 ch;

2° Une puissance réelle, continue et constante sous la chute de 2 m, de 3815 ch.

En vives eaux :

1° Une puissance réelle, continue et moyenne de 48385 ch;

2° Une puissance réelle, continue et constante pendant toute la durée de la marée, de 42938 ch sous la chute de 6,70 m,

3° Ou encore une puissance réelle, continue et constante de 3815 ch pour toutes les marées, et une puissance croissant en sept jours et demi environ de 0 à $42938 - 3815 = 39123$ ch et décroissant de même.

Production d'une puissance égale pour toutes les marées par l'accumulation hydraulique. — On pourrait enfin envisager la production d'une puissance continue et égale pour toutes les marées de mortes et de vives eaux, en refoulant de l'eau à un niveau déterminé dans un grand réservoir. Cette solution ferait perdre une partie importante de la puissance développée en vives eaux, mais par contre elle permettrait d'obtenir une puissance égale pour toutes les marées, quelle que soit leur amplitude. En raison de son intérêt, nous allons examiner cette question, fort complexe d'ailleurs.

La hauteur du plan moyen des eaux inférieures de la marée et du bief au-dessus de la basse mer, est en mort d'eau de 0,42 m; le niveau supérieur des eaux formant la chute est donc situé à $0,42 + 2,40 = 2,82$ m, soit à la cote (7,32) du 0 des cartes.

En vives eaux, on a 1,33 m et $7,35 + 1,33 = 8,68$ m, et la cote est (9,08).

On voit de suite que, si l'on disposait d'une vaste étendue formant réservoir auxiliaire, on pourrait emmagasiner, sans travail mécanique d'élévation, pour servir en périodes de faibles marées, une hauteur d'eau de $13,40 - 7,32 = 6,08$ m, susceptible de renforcer la chute à partir du mort d'eau. Mais il n'est pas possible de surélever le niveau de la mer quand c'est elle qui agit sur les turbines. On est donc contraint d'accumuler l'eau nécessaire, non seulement au renforcement de la chute lorsque c'est l'eau du bassin qui fait marcher les turbines, mais encore pendant une partie du temps où la marée doit agir, si l'on veut avoir une variation moins forte dans la chute.

On ne peut, dans ces conditions, arriver à la régularisation de la puissance disponible des marées, que par des essais successifs et en se fixant d'avance diverses conditions; c'est ainsi que nous admettrons l'accumulation de l'eau refoulée sur 4 m de hauteur.

La hauteur d'élévation serait alors en vives eaux de

$$13,00 + \frac{4,00}{2} - 6,50 + 2,40 \text{ pour pertes de charge} = 11,00 \text{ m.}$$

Pour les marées plus faibles, la hauteur d'élévation resterait sensiblement constante, comme il est démontré ci-après.

Marée de 12 m (cote 12,50) : $6 + 13,40 - 12,50 + \frac{4,00}{2} = 8,90 + 2,10$ pour pertes $= 11$ m.

Marée de 10 m (cote 11,50) : $5 + 13,40 - 11,50 + 2 = 8,90 + 2,10 = 11$ m.

Marée de 8 m (cote 10,50) : $4 + 13,40 - 10,50 + 2 = 8,90 + 2,10$ pour pertes $= 11$ m, etc.

Le diagramme (fig. 26) représente : 1° la puissance moyenne réelle avec le coefficient de réduction de 0,80, que chaque marée peut produire pendant une heure de l'amplitude de 4 m à celle de 13 m; elle varie de 4769 à 52070 ch; 2° la puissance moyenne réelle que peut développer pendant une heure chaque marée avec le cycle des figures 17 et 19; elle varie de 4578 à 48385 ch; 3° la puissance réelle, continue et constante que peut donner chaque marée par le refoulement d'eau déjà étudié sur les figures 18 et 20; cette puissance varie de 3815 à 42938 ch.

Il faut réaliser une sorte de compensation entre les marées successives; par exemple l'excès de puissance de la plus forte marée de vives eaux serait employé à élever l'eau nécessaire au renforcement de la chute lors des plus petites mortes eaux. L'eau précédemment emmagasinée ne servirait qu'à partir du mort d'eau suivant; le réservoir auxiliaire devrait donc être divisé en deux parties. A la plus forte vive eau, il se remplirait jusqu'à la cote (13,40).

Comme puissance continue et constante à réaliser pour toutes les marées, on pourrait admettre, dans le cas qui nous occupe, le chiffre de *15400* ch, qui correspond à une marée de 7 m d'amplitude (fig. 26).

En sept jours et demi il y a un peu plus de quatorze marées dont cinq ont une amplitude inférieure à 7 m. Il faudrait donc fournir un appoint en eau à ces cinq marées.

Le diagramme (fig. 26) montre que la puissance réelle disponible pour refouler l'eau serait de :

Pour une marée de	7,50 m	16 200	— 15 400 =	800 ch
	8,15	19 240	— 15 400 =	3 840
	8,85	22 600	— 15 400 =	7 200
	9,55	26 240	— 15 400 =	10 840
	10,25	30 120	— 15 400 =	14 720
	10,95	34 440	— 15 400 =	19 040
	11,65	38 920	— 15 400 =	23 520
	12,30	43 540	— 15 400 =	28 140
	13,00	48 385	— 15 400 =	32 985
				141 085 ch,

soit en moyenne par marée

$$\frac{141\,085}{9} = 15\,676 \text{ ch.}$$

La hauteur d'élévation de l'eau étant de 11 m pour toutes les marées, les volumes refoulés par heure seraient proportionnels aux puissances ci-dessus; on peut donc, pour simplifier le problème, admettre une puissance moyenne par marée, et l'appliquer aux marées

Digitized by Google

présentant en sept jours et demi un excès de puissance sur les 15 400 ch admis comme force motrice constante.

Cette puissance moyenne ressort à 15 676 ch, de sorte que l'énergie moyenne par marée est de

$$15\,676 \times \frac{12\text{ h }37' + 12\text{ h }20'}{2} = 195\,558 \text{ ch-h.}$$

et pour neuf marées, une énergie totale de $195\,558 \times 9 = 1\,760\,022$ ch-h. Cette force motrice permettrait d'élever à 11 m de hauteur un volume total d'eau de

$$\frac{1\,760\,022 \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 11{,}00} = 33\,684\,630 \text{ m}^3.$$

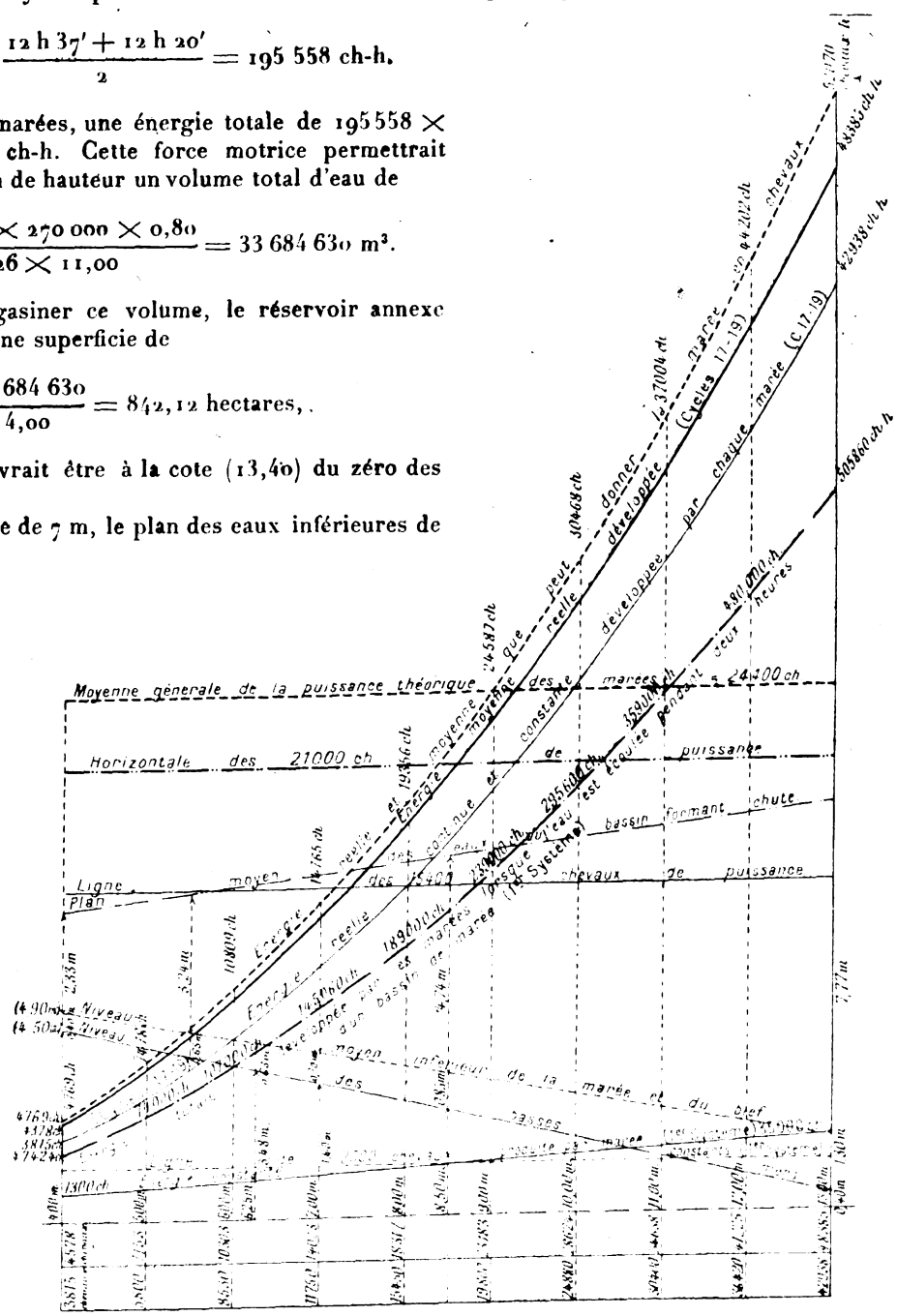
Pour emmagasiner ce volume, le réservoir annexe devrait avoir une superficie de

$$\frac{33\,684\,630}{4{,}00} = 842{,}12 \text{ hectares,}$$

et son fond devrait être à la cote (13,40) du zéro des cartes marines.

Pour la marée de 7 m, le plan des eaux inférieures de la marée et du bief est à 0,70 m au-dessus de la basse mer, soit à la cote (3,84).

Pour obtenir les 15 400 ch en mort d'eau, il faut donc que le plan des eaux inférieures de la marée et du bief


Moyenne générale de la puissance théorique
Horizontale des 21000 ch
Ligne moyen
Plan
Niveau
Niveau
Energie moyenne des marées
Energie constante et continue
Energie réelle
Energie développée sur le bassin
Energie développée par chaque marée (Cycles 17-19)
Energie développée pendant 12 heures
Energie développée pendant 24 heures
Contour de la marée et du bief
Contour des basses marées
Contour des hautes marées
Contour moyen
Contour constant
Contour variable
Contour des basses mers
Contour des hautes mers
Contour moyen des marées
Contour moyen des basses marées
Contour moyen des hautes marées
Contour moyen de la marée et du bief
Contour moyen des basses mers
Contour moyen

L'énergie totale qu'ils pourraient développer serait de

$$\frac{33\,684\,630 \times 1\,026 \times 10{,}90 \times 0{,}80}{270\,000} = 1\,116\,165 \text{ ch-h.}$$

Or, les cinq faibles marées doivent produire une énergie totale de

$$15\,400 \times \frac{12\text{ h }45' + 12\text{ h }37'}{2} \times 5 = \mathbf{976\,614} \text{ ch-h.}$$

La différence, $1\,116\,164 - 976\,614 = 139\,550$ ch-h servirait à compenser les pertes, les défauts des prévisions, et les $3650 \times 12\text{ h }37' = 46052$ ch-h qui constituent la différence entre l'énergie produite par une marée de 7 m prise comme base, et les 11 750 ch-h constants développés par cette marée. Les $139\,550 - 46052 = 93498$ ch-h restants donneraient une puissance disponible de $\frac{93\text{ h }98}{12\text{ h }28'30'' \times 9} = 835$ ch.

Le système serait donc ainsi bien équilibré et, en définitive, on pourrait obtenir, dans la région de Saint-Malo, pour le système envisagé, et pour le volume d'eau correspondant au double du volume d'un bassin de marée de 100 hectares rempli d'eau de mer sur 4 m à 13 m de hauteur, une puissance continue et constante de **15400 ch.**

C'est un résultat remarquable, mais il importe de faire observer que la disposition qui vient d'être étudiée ne fait pas état de la force motrice que les cinq petites marées peuvent produire, parce que le refoulement des eaux a été prévu au-dessus du niveau des marées de vives eaux, cote (13,40), et que dès lors les volumes d'eau du bassin de marée et de la masse d'eau refoulée ne se juxtaposent pas pour les marées inférieures à 13 m. Il est vrai qu'on pourrait faire écouler les eaux refoulées dans le bassin de marée pour en élever le niveau, mais les volumes d'eau ainsi écoulés de la cote (15,40) à celle de (8,50) en mort d'eau ne produiraient aucun travail; ce serait donc une perte sèche de force motrice. La puissance développée par les cinq petites marées n'est pourtant pas négligeable, car elle est en moyenne de

$$5 \times \frac{4\,578 + 7\,153 + 10\,303 + 14\,023}{4} = 5 \times 9\,014 \pm 45\,070 \text{ ch,}$$

soit un travail total

$$45\,070 \times \frac{12\text{ h }45' + 12\text{ h }37'}{2} = 571\,623 \text{ ch-h,}$$

mais ce chiffre comprend. la puissance développée à la fois par les eaux du bassin et de la marée ; or, on ne peut augmenter cette dernière puissance par l'accumulation hydraulique, puisqu'on ne peut surélever le niveau de la marée. Si donc on voulait faire état de la force motrice produite par la mer, on devrait procéder comme nous l'indiquons ci-après.

Production d'une force motrice constante pour toutes les marées avec accumulation hydraulique partielle et utilisation du travail produit par les eaux de la mer. — Au lieu de refouler, comme ci-dessus, tout le volume d'eau nécessaire au fonctionnement des turbines pendant les cinq petites marées développant un travail inférieur à 15 400 ch-h, on pourrait utiliser la partie de travail que la marée peut produire, et ne pratiquer l'accumulation hydraulique que pour surélever le plan d'eau du bassin de marée, de manière à faire développer par ce dernier le complément de force motrice nécessaire pour parfaire la puissance constante admise pour toutes les marées. Dans ce but, il faut faire état des données ci-après, déduites des figures 17 et 19.

1° En mort d'eau :

Niveau moyen des eaux inférieures de la marée au-dessus de la basse mer et du zéro.....	0,40 cote (4,90)
Plan moyen des eaux du bassin formant la chute pendant 5 heures.....	2,33 cote (7,23)
Niveau moyen des eaux inférieures du bief.	0,44 cote (4,94)
Plan moyen des eaux de la marée formant la chute pendant 7 h 45'.....	2,44 cote (7,38)

Energie développée par les eaux de la marée en 7 h 45'

$$\frac{5\,330\,000 \times 1\,026 \times 2{,}44 \times 0{,}80}{270\,000} = \ldots\ldots 39\,536 \text{ ch-h.}$$

2° En vives eaux :

Niveau moyen des eaux inférieures de la marée au-dessus de la basse mer.....	1,40 cote (1,80)
Plan moyen des eaux du bassin formant la chute pendant 5 h 30.....	7,77 cote (8,17)
Niveau moyen des eaux inférieures du bief.	1,36 cote (1,76)
Plan moyen des eaux de la marée formant la chute pendant 6 h 50'.....	7,04 cote (7,44)

Energie développée par les eaux de la marée en 6 h 50'

$$\frac{17\,500\,000 \times 1\,026 \times 7{,}04 \times 0{,}80}{270\,000} = \ldots\ldots 374\,528 \text{ ch-h.}$$

Au moyen de ces données et de la figure 26, on en déduit celles ci-après, pour la marée de 7 m prise comme base :

Niveau moyen des eaux inférieures de la marée

$$0{,}40 + \frac{1{,}30 - 0{,}40}{9} \times 3 = 0{,}70 \text{ m au-dessus de la basse mer (3,84).}$$

Plan moyen des eaux du bassin formant la chute pendant 5 h 10' en moyenne

$$2{,}33 + \frac{7{,}77 - 2{,}33}{9} \times 3 = 4{,}15 \text{ m, cote (7,99).}$$

Digitized by Google

Energie développée par les eaux de la marée en 7 h 25 environ.....	100 000 ch-h.
Nous avons vu que les 5 petites marées développaient.....	571 623
Les eaux de la mer produisant pour ces 5 marées une énergie de.....	
$\frac{39\,536 + 54\,000 + 74\,000 + 100\,000}{4} \times 5 =$	334 420
Il resterait pour l'énergie développée par les eaux du bassin pendant ces 5 marées.	237 203
Mais l'insuffisance de force motrice étant de 976 614 — 571 623 = ...	404 991
L'énergie à développer pour ces 5 marées par le bassin au moyen de l'accumulation hydraulique serait donc de	642 194 ch-h.

Le niveau moyen inférieur de la marée pendant l'écoulement des eaux du bassin serait de

$$\frac{0{,}40 + 0{,}70}{2} = 0{,}55 \text{ m, cote } (4{,}37)$$

et le niveau moyen du plan d'eau du bassin formant la chute, de

$$\frac{2{,}33 + 4{,}15}{2} = 3{,}24 \text{ m, cote } (7{,}61).$$

La mer s'élèverait dans le bassin, pour les cinq petites marées à la cote moyenne

$$\frac{8{,}50 + 10{,}10}{2} = (9{,}30).$$

On voit par ces chiffres que, si on disposait d'un bassin d'une superficie suffisante, creusé à la cote (8,50), on pourrait emmagasiner entre les cotes (8,50) et (13,40) le volume d'eau nécessaire pour faire développer aux turbines les 404 991 ch-h que doit fournir en plus le bassin de la marée.

Mais ce ne sera généralement pas le cas, et il faut déterminer le volume d'eau supplémentaire à refouler sur 4 m de hauteur.

La hauteur d'élévation serait en moyenne de

$$\frac{4{,}00 + 7{,}00}{2} + \frac{4{,}00}{2} - \frac{5{,}50}{2} +$$

1,45 pour pertes de charge = 6,20 m avec la cote moyenne de (11,30).

La mer montant en moyenne à la cote (9,30) et le plan moyen des eaux en bassin formant la chute étant à (7,61), la marée, en remplissant le bassin, fournirait gratuitement une hauteur d'eau de 9,30 — 7,61 = 1,69 m, qui servirait d'appoint.

Le volume supplémentaire d'eau aurait donc une hauteur totale de 1,69 + 4,00 = 5,69 m, et la chute moyenne sous laquelle agirait la masse d'eau serait d'environ

$$\frac{13{,}30 - 4{,}37 + (7{,}61 - 4{,}37) + 0{,}18}{2} = 6{,}00 \text{ m}$$

(0,18 m étant compté pour surélévation du plan d'eau.)

Pour produire les 404 991 ch-h manquants, il faudrait un volume d'eau de

$$\frac{404\,991 \times 270\,000}{1\,026 \times 6{,}00 \times 0{,}80} = 22\,203\,450 \text{ m}^3$$

contenus dans un bassin d'une superficie de

$$\frac{22\,203\,450}{5{,}69} = 390{,}22 \text{ hectares.}$$

Le volume d'eau à élever, soit 22 203 450 — 3 902 200 × 1,69 = 15 608 730 m³, absorberait une énergie totale de

$$\frac{15\,608\,730 \times 1\,026 \times (6{,}00 + 1{,}60 \text{ pour pertes})}{270\,000 \times 0{,}80} = 563\,475 \text{ ch-h,}$$

alors que nous avons trouvé pour le refoulement des 33 684 730 m³ d'eau destinés à remplacer complètement l'énergie des cinq petites marées pour obtenir seulement 15 400 ch, une énergie totale de 1 116 164 ch-h.

L'économie de force motrice, en utilisant la puissance des cinq petites marées, serait donc considérable, mais les turbines devraient alors fonctionner sous des chutes variant de 0,66 à 13,30 — 4,50 + 0,40 = 8,40 m, de sorte qu'il faudrait en outre prévoir le volume d'eau nécessaire à la régularisation des chutes sous une hauteur minimum, comme nous l'avons fait pour les marées de mortes et vives eaux.

Mais le calcul précédent montre qu'avec un réservoir de 390,22 hectares, le plan supérieur des eaux emmagasinées ne serait qu'à la cote (13,30), c'est-à-dire à 0,10 m au-dessous du niveau des vives eaux (cote 13,40); dès lors il serait inutile d'élever mécaniquement les 15 608 730 m³ d'eau ci-dessus trouvés, et au lieu d'avoir une égalisation de la puissance pour toutes les marées, la variation serait ramenée de 15 400 à 48 385 ch. On peut donc, si on dispose d'un réservoir suffisant, se trouver ramené à régulariser la puissance des marées entre la puissance de 15 400 ch produite par la marée et l'eau emmagasinée dans les petites marées, et la puissance des marées présentant un excès de puissance sur la limite admise. C'est en fin de compte le cas que nous examinerons.

Le plan inférieur des eaux accumulées serait alors à la cote (13,40), niveau des pleines mers de vives eaux; quant au plan supérieur, nous le supposerons à 4 m au-dessus, cote (17,40).

La hauteur moyenne d'élévation des eaux serait alors de 11 m, comme il a été calculé précédemment.

Nous prendrons comme puissance constante celle de 21 000 ch, qui correspond à une marée de 8,50 m.

La puissance disponible pour élever l'eau serait de

Marée de	8,85 m,	22 600—21 000.....	1 600 ch
	9,55 ,	26 240—21 000.....	5 240
	10,25 ,	30 120—21 000.....	9 120
	10,95 ,	34 440—21 000.....	13 440
	11,65 ,	38 920—21 000.....	17 920
	12,30 ,	43 540—21 000.....	22 540
	13,00 ,	48 385—21 000.....	27 385
			97 245 ch,

soit en moyenne par marée $\frac{97\,245}{7} = 13\,892$ ch.

Digitized by Google

Et pour 7 marées et demie, ayant plus de 8,50 m d'amplitude, une énergie totale de]

$$7{,}50 \times 13\,892 \times \frac{12\text{ h }32' + 12\text{ h }20'}{2} = 1\,316\,264 \text{ ch-h.}$$

Cette énergie permettrait d'élever à 11 m un volume d'eau égal à

$$\frac{1\,316\,264 \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 11{,}00} = 25\,191\,650 \text{ m}^3$$

qui seraient contenus dans un bassin de

$$\frac{25\,101\,650}{4{,}00} = 629,80 \text{ hectares.}$$

La chute moyenne sous laquelle ce volume d'eau serait utilisé serait de

$$\frac{(17{,}40 - 4{,}11) + (13{,}40 - 4{,}11)}{2} +$$

surélévation des eaux dans le bief, soit

$$\frac{\frac{5{,}79}{5\text{h}5'} \times 2\text{ h }18'}{\left(\frac{1\,000}{390{,}22}\right)} + \frac{\frac{4{,}00}{5\text{h}5'} \times 2\text{ h }18'}{\left(\frac{1\,000}{629{,}80}\right)} = 1{,}03 + 1{,}14$$

ce qui donne

$$\frac{13{,}29 + (13{,}40 - 4{,}11 + 1{,}03 + 1{,}14)}{2} = 10{,}21 \text{ m.}$$

L'énergie totale que pourrait dès lors produire le volume d'eau élevé, serait de

$$\frac{25\,192\,650 \times 1\,026 \times 10{,}21 \times 0{,}80}{270\,000} = 781\,909 \text{ ch-h,}$$

nombre auquel il y a lieu d'ajouter l'énergie développée par les $3\,900\,220 \times 0{,}10 = 390\,220$ m³ d'eau en surplus du bassin de marée, ce qui donne

$$\frac{390\,220 \times 1\,026 \times (13{,}75 - 6{,}28) \times 0{,}80}{270\,000} = 8\,862 \text{ ch-h}$$

et en tout 790 771 ch-h.

Or, le complément d'énergie pour les six marées et demie inférieures à 8,50 m serait de

$$(21\,000 - 15\,400) \times 6{,}50 \times \frac{12\text{ h }45' + 12\text{ h }32'}{2} = 460\,165 \text{ ch-h.}$$

La différence totale d'énergie, soit $790\,771 - 460\,165 = 330\,606$ ch-h, servirait à compenser les pertes de toute nature, les variations dans le niveau des marées, l'imprécision des calculs et la diminution de puissance résultant de la réduction de la hauteur de chute sous laquelle la marée agirait pendant les petites marées par suite de l'introduction, dans le bief, d'un volume d'eau important provenant de l'eau refoulée.

Cette diminution de puissance n'est pas négligeable; en effet, l'énergie totale développée par les eaux de la mer en s'écoulant dans le bief sous la chute de

$$\frac{2{,}44 + 4{,}74}{2} = 3{,}59 \text{ m}$$

est de

$$84\,800 \times 6 \text{ marées } 1/2 = 551\,120 \text{ ch-h.}$$

Or, ce nombre se réduit par la diminution de $1{,}03 + 1{,}14 = 2{,}17$ m de la hauteur de chute, du fait de l'introduction d'un volume supplémentaire d'eau dans le bief, à

$$\frac{551\,120 \times \left(3{,}59 + 4{,}11 - 3{,}48 + 1{,}03 + 1{,}14 + \frac{0{,}44 + 0{,}64}{2}\right)}{3{,}59} = 27\,325 \text{ ch-h.}$$

L'excès réel d'énergie disponible pour parer aux pertes diverses pendant les six petites marées et demie d'un cycle de régularisation serait donc de

$$330\,606 - (551\,120 - 27\,325) = 52\,743 \text{ ch-h,}$$

ce qui correspond à une puissance de

$$\frac{52\,743}{12\text{ h }38'50'' \times 6{,}50} = 642 \text{ ch.}$$

En définitive, on pourrait obtenir, dans la région de Saint-Malo, avec la mise en œuvre du volume double d'eau contenu dans un bassin de 100 hectares, rempli d'eau sur 4 m à 13 m de hauteur, et l'accumulation de la marée jusqu'à la cote (13,40) dans un réservoir annexe de 390,22 hectares, creusé à $(4{,}50 + 0{,}40 + 2{,}33) = (7{,}23)$, complété par le refoulement à 11 m de hauteur moyenne, jusqu'à la cote (17,40), de 25 191 650 m³ d'eau contenus dans le réservoir annexe ci-dessus et dans une seconde partie de 629,80 hectares, une puissance continue et régulière de *21000 ch pour toutes les marées.*

Le rendement serait de (fig. 26)

$$\frac{21\,000}{24\,400} = 0{,}8606.$$

Tel est en résumé le résultat remarquable qu'il est possible d'obtenir avec le système de bassin et de bief envisagé, en régularisant la force motrice variable que peuvent produire les dénivellations de la mer.

La régularisation de la puissance développée par les grandes marées se ferait, comme nous l'avons dit, en conjuguant directement avec les turbines des pompes centrifuges à débit variable, de manière à absorber la puissance disponible au-dessus de 21 000 ch, en refoulant à 11 m de hauteur l'eau nécessaire au renforcement de la chute lors des petites marées du cycle lunaire.

Remarques. — Avant de terminer, nous devons signaler que nous avons, volontairement, dans tout ce qui précède, négligé de faire état de la force motrice

Digitized by Google

supplémentaire qu'il serait possible de recueillir en mortes et vives eaux :

1° Pendant le remplissage du bassin, alors que la marée agit sur les turbines en étant introduite dans le bief;

2° Pendant la vidange du bief dans la mer, alors que les eaux du bassin sont écoulées dans la mer.

En mort d'eau, le volume introduit en 3 h 40' dans le bassin au remplissage est de 2 660 000 m³ et la chute moyenne de 1,33 m; l'énergie développée par marée serait de

$$\frac{2\,660\,000 \times 1\,026 \times 1{,}33 \times 0{,}80}{270\,000} = 10\,385 \text{ ch-h.}$$

La vidange du bief en 2 h 50' mettrait en action 6 700 000 m³ sous une chute moyenne de 0,33 m; l'énergie développée par marée serait de

$$\frac{6\,700\,000 \times 1\,026 \times 0{,}33 \times 0{,}80}{270\,000} = 6\,721 \text{ ch-h.}$$

En vives eaux, le remplissage du bassin en 3 h 5' mettrait en action 8 500 000 m³ d'eau sous la chute moyenne de 4,25 m. L'énergie développée par marée serait de

$$\frac{8\,500\,000 \times 1\,026 \times 4{,}25 \times 0{,}80}{270\,000} = 109\,820 \text{ ch-h.}$$

La vidange en bief en 3 h 5' ferait agir 22 000 000 m³ d'eau et la chute moyenne serait de 1,10 m. L'énergie développée par marée serait de

$$\frac{22\,000\,000 \times 1\,026 \times 1{,}10 \times 0{,}80}{270\,000} = 73\,568 \text{ ch-h.}$$

Comme on le voit, ces quantités d'énergie ne sont pas négligeables, mais en raison de la nécessité de laisser à marée le temps de remplir le bassin pour l'heure de la la pleine mer, et, d'autre part, de permettre la vidange complète du bief pour celle de la basse mer, on ne pourrait recueillir qu'une partie de cette énergie; en admettant le tiers seulement, on pourrait disposer pendant

$$\frac{3\text{ h }40' + 2\text{ h }50' + 3\text{ h }5' + 3\text{ h }5'}{2} = 6\text{ h }20 \text{ par marée.}$$

d'une énergie moyenne supplémentaire de

$$\frac{10\,385 + 6\,721 + 109\,820 + 73\,568}{2 \times 3} = 33\,416 \text{ ch-h,}$$

dont on pourrait se servir pour refouler de l'eau afin de régulariser la chute et par suite la puissance développée.

Les puissances indiquées dans l'étude qui précède, comme dans les études suivantes, sont donc inférieures à celles qu'il serait en réalité possible d'obtenir. Il nous a paru utile de le faire remarquer.

De même, nous devons signaler qu'on pourrait réduire notablement les volumes d'eau à refouler, et par suite la superficie des réservoirs annexes, en les établissant, chaque fois que ce sera possible, en des points élevés.

Au sujet de l'obtention d'une puissance continue à réaliser en refoulant de l'eau dans un réservoir pour assurer la marche des turbines à la basse et à la pleine mer, on a en appelant :

P la puissance développée,

t la durée du fonctionnement des turbines par la marée,

p la puissance constante à obtenir,

d la durée de la marée,

m le coefficient de rendement de l'énergie employée à refouler l'eau,

$$(Pt - pt) \times m = p(d - t),$$

d'où l'on tire

$$p = \text{puissance constante} = \frac{P \times m}{\left(\frac{d}{t} + m - 1\right)}.$$

Pour la durée d'écoulement des eaux en deux heures par marée, on aurait pour un bassin de 100 hectares et avec le coefficient de 0,60 :

En mortes eaux (voir dispositif à bassin unique) :

$$p = \frac{23\,712 \times 0{,}60}{\left(\frac{12\text{ h }45'}{2\text{ h}} + 0{,}60 - 1\right)} = 2\,381 \text{ ch,}$$

soit par marée un travail de 30 358 ch-h.

En vives eaux :

$$p = \frac{252\,930 \times 0{,}60}{\left(\frac{12\text{ h }20'}{2\text{ h}} + 0{,}60 - 1\right)} = 26\,316 \text{ ch,}$$

soit par marée un travail de 324 555 ch-h.

La puissance moyenne serait de

$$\frac{2\,381 + 26\,316}{2} \times 0{,}90 = 12\,914 \text{ ch.}$$

Avec la durée d'action de la marée en 4 h 10' + 3 h 25' = 7 h 35' en mortes eaux et sous la chute constante de 1,33 m, on aurait (voir étude bassin unique)

$$p = \frac{2\,831 \times 0{,}60}{\left(\frac{12\text{ h }45'}{7\text{ h }35'} + 00{,}6 - 1\right)} = 1\,327 \text{ ch,}$$

soit par marée un travail de 16 919 ch-h.

En vives eaux pour 8 h 45' de marée on aurait

$$p = \frac{10\,808 \times 0{,}60}{\left(\frac{12\text{ h }20'}{3\text{ h }45'} + 0{,}60 - 1\right)} = 4\,601 \text{ ch,}$$

soit par marée un travail de 56 744 ch-h.

Digitized by Google

La puissance moyenne serait de

$$\frac{1\,327 + 4\,601}{2} \times 0{,}90 = 2\,668 \text{ ch.}$$

On voit ainsi que la puissance recueillie par l'action de la marée sur les turbines diminue avec la durée de cette action, à cause de la réduction de la hauteur de chute, mais par contre, qu'il faut des réservoirs d'autant plus grands pour emmagasiner l'eau, que l'interruption de l'action de la marée est plus longue.

Il y aura donc, dans chaque cas, une solution commandée par la disposition des lieux.

2° Région de la Rochelle.

Fonctionnement du système. — Le système comprendrait un réservoir de 100 hectares et un bief de 1 000 hectares par exemple, comme ci-dessus.

La dénivellation minimum en mort d'eau est de 2 m. Le fonctionnement des bassins aurait lieu exactement comme pour la côte de Saint-Malo.

La chute passerait alors par les valeurs ci-après (fig. 27) :

Des 2/3 du jusant à la basse mer, 1,33 à 1,33 m ;
Pendant le 1/3 du flot suivant, 1,33 à (0,67 — 0,07) m ;
Pendant le deuxième tiers du flot, 0,60 à (1,33 — 0,13) m ;
Jusqu'au plein, 1,20 à (2,00 — 0,20 m) ;
Du plein au 1/3 du jusant, 1,80 à (1,33 — 0,27) m ;
Du 1/3 au deuxième tiers du jusant 1,06 à (0,67 — 0,34) m.

La chute varierait donc de 0,33 à 1,80 m et la moyenne serait de 1,21 m.

Le travail théorique que pourrait fournir une marée de mortes eaux de 2 m d'amplitude, et d'une durée de 12 h 45', pour un bassin de 100 hectares serait de

$$1\,000\,000 \times 2{,}00 \times 2 \times 1\,026 \times \frac{2{,}00}{2} = 4\,104\,000\,000 \text{ kgm.}$$

Le travail réel que pourrait produire l'eau du réservoir et la marée sous la chute moyenne de 1,21 m serait de

$$1\,000\,000 \times 2{,}00 \times 2 \times 1026 \times 1{,}21 \times 0{,}80 = 3\,972\,672\,000 \text{ kgm,}$$

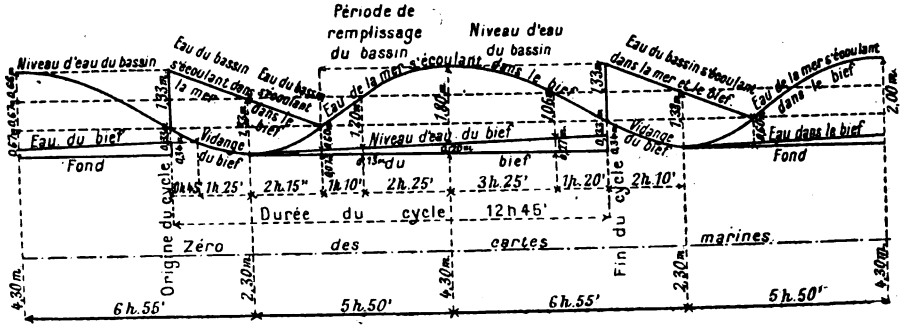


Fig. 27.

correspondant à une puissance moyenne et continue de

$$\frac{3\,972\,672\,000}{12\text{ h }45' \times 270\,000} = 1\,154 \text{ ch.}$$

Le rendement serait de

$$\frac{3\,972\,672\,000}{4\,104\,000\,000} = 0{,}9680,$$

nombre très élevé, parce que ce sont surtout les eaux supérieures du réservoir et de la marée qui sont utilisées pour créer la chute.

Le bassin devrait avoir son fond à 0,64 m au-dessus de la basse mer, cote (2,97), et le bief serait creusé au zéro des cartes marines.

On pourrait, comme pour la région de Saint-Malo, régulariser la chute au-dessus d'une limite déterminée qui serait, dans le cas qui nous occupe, de 1 m environ, en accumulant de l'eau dans le réservoir au moyen de pompes centrifuges accouplées directement aux turbines, dont l'énergie développée au-dessus de 1 m de chute serait utilisée au refoulement. Les règles à suivre pour déterminer le volume d'eau à accumuler sont identiques à celles détaillées pour la région de Saint Malo ; nous ne nous y arrêterons donc pas. Toutefois nous ferons remarquer que la hauteur d'élévation serait de 1,55 m seulement, et que le volume d'eau à refouler serait la moitié de celui prévu pour la région de Saint-Malo, soit 485 000 m³. La majoration de chute serait d'environ 0,15 m.

La puissance continue moyenne et réelle qui serait obtenue avec la chute de 1,21 + 0,15 = 1,36 m aurait pour valeur,

$$\frac{1\,000\,000 \times 2{,}00 \times 2 \times 1\,026 \times 1{,}36 \times 0.80}{12\text{ h }45' \times 270\,000} = 1\,297 \text{ ch}$$

Mais la puissance correspondant à la chute de 1,00 m serait de $\frac{4\,104\,000\,000 \times 1{,}00 \times 0{,}80}{3\,442\,500} = 954$ ch

Il resterait..... 343 ch

La puissance absorbée par le refoulement de l'eau devant être de $\frac{1\,140}{4}$..... 285 ch

Il resterait en définitive pour compenser les pertes de toute nature ..... 48 ch

Digitized by Google

Le système serait ainsi convenablement équilibré et le rendement en puissance continue et constante aurait la valeur de

$$\frac{954 \times 270\,000 \times 12\text{ h }45'}{4\,104\,000\,000} = 0{,}800.$$

En marées de vives eaux de 6 m d'amplitude (fig. 28), la mer ayant baissé de 4 m par exemple, la chute serait de 4 m jusqu'à la basse mer, puis elle varierait de 4 m à (2,00 — 0,20) m après 2 m de flot, moment où le plan d'eau du bassin arriverait au niveau de la marée montante, puis elle passerait de 1,80 m à (6,00 — 0,60) m à la pleine mer, et de 5,40 au plein à (2,00 — 1,00) m après 4 m de jusant; à ce moment le cycle recommencerait et la chute repasserait à 4 m (fig. 28).

La dénivellation varierait donc de 1 à 5,40 m; quant à la chute moyenne elle serait de 3,71 m sans tenir compte de la courbure du diagramme des marées, et de 3,83 m en en faisant état. On voit ainsi qu'en négligeant l'accroissement de hauteur de chute due à la forme de la courbe des marées, on laisse une part assez importante du travail pouvant être recueilli.

Tous nos résultats sont donc inférieurs à la réalité, mais cela est préférable dans une question si complexe, alors que l'état de la mer peut apporter à tout moment des modifications importantes aux prévisions.

Le travail théorique total que pourrait produire une marée de 6 m, serait de

$$1\,000\,000 \times 6{,}00 \times 2 \times 1\,026 \times 3{,}00 = 36{,}936\,000\,000\text{ kgm}$$

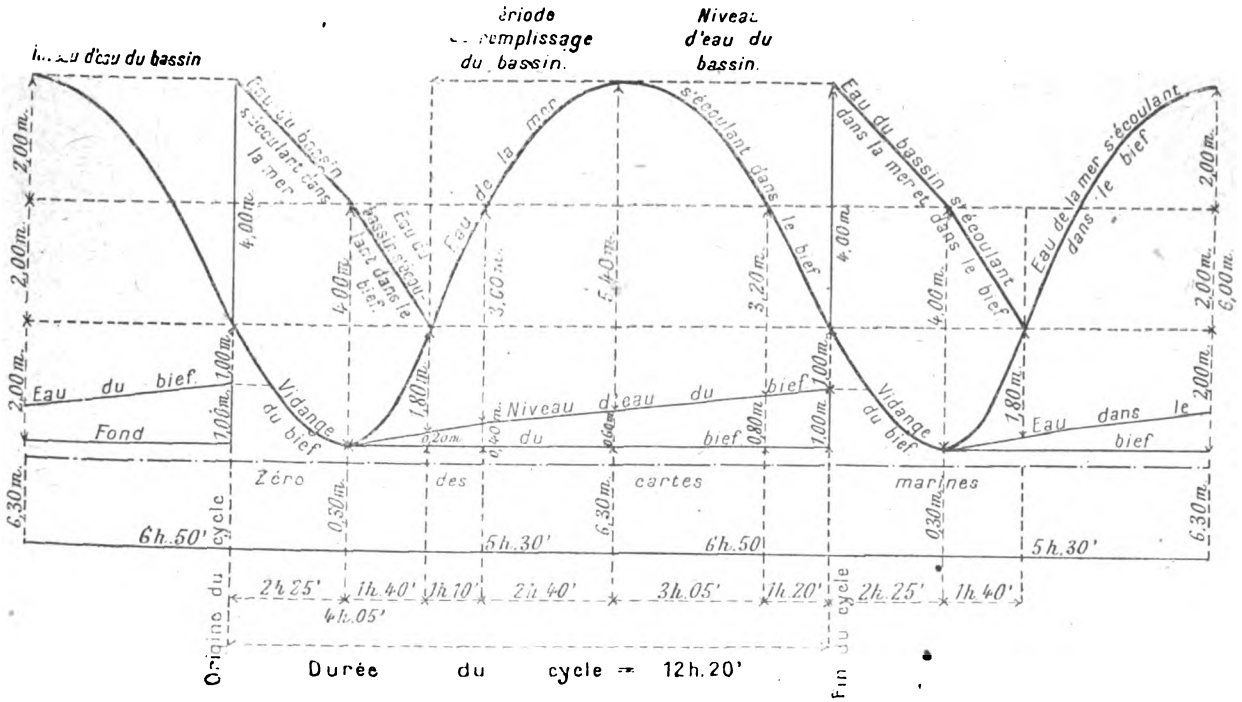


Fig. 28.

Le travail moyen, continu et réel, qu'on obtiendrait avec la chute de 3,71 m serait de $1\,000\,000 \times 600 \times 2 \times 1026 \times 3{,}71 \times 0{,}80 = 36\,542\,016\,000$ kgm correspondant à une puissance de

$$\frac{36\,542\,016\,000}{12\text{ h }20' \times 270\,000} = 10\,974\text{ ch.}$$

Le rendement atteindrait

$$\frac{36\,542\,016\,000}{36\,936\,000\,000} = 0{,}9882$$

par rapport au bassin de 100 hectares rempli d'eau de mer sur 6 m de hauteur.

On pourrait obtenir une puissance continue et constante comme précédemment, en refoulant de l'eau dans le réservoir, afin de faire marcher les turbines sous une chute minimum de 3,15 m qui conviendrait dans le cas qui nous occupe.

La hauteur moyenne d'élévation de l'eau serait d'environ 5,20 m; quant à la majoration de chute, elle serait de 0,62 m.

La puissance moyenne continue et réelle développée serait alors avec la chute de 3,71 + 0,62 = 4,33 m de

$$\frac{1\,000\,000 \times 6{,}00 \times 2 \times 1\,026 \times 4{,}33 \times 0{,}80}{12\text{ h }20' \times 270\,000} = 12\,807\text{ ch.}$$

Mais la puissance correspondant à la chute de 3,15 m étant de

$$\frac{1\,000\,000 \times 6{,}00 \times 2 \times 1\,026 \times 3{,}15 \times 0{,}80}{12\text{ h }20' \times 270\,000} = 9\,319\text{ ch,}$$

Il resterait..... 3 488 ch

pour élever l'eau,

Digitized by Google

La puissance nécessaire étant d'environ

$$\frac{\frac{14\,408}{13{,}00^2}}{6{,}00^2} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 3\,066 \text{ ch},$$

il resterait en définitive..... 422 ch

pour refouler un volume supplémentaire d'eau destiné à parer aux pertes de toute nature.

Le rendement en puissance continue et constante atteindrait

$$\frac{9\,319 \times 270\,000 \times 12\text{ h }20}{36\,736\,000\,000} = 0{,}8396.$$

Les mêmes dispositions que pour la région de Saint-Malo seraient adoptées pour le refoulement des eaux, le réglage automatique du débit des pompes, et pour les réservoirs d'emmagasinement.

En résumé, le système à bassin de marée, avec biet dix fois plus grand, permettrait d'obtenir, pour 100 hectares de réservoir dans la région de la Rochelle, avec le cycle des figures 27 et 28 :

En mort d'eau :

1° Une puissance réelle, continue et moyenne de 1 151 ch ;

2° Une puissance réelle, continue et constante, sous la chute minimum de 1 m, de 954 ch.

En vives eaux :

1° Une puissance réelle, continue et moyenne de 10 974 ch ;

2° Une puissance réelle, continue et constante de 9319 ch, sous la chute minimum de 3,15 m ;

Ou encore une puissance réelle et constante de 954 ch pour toutes les marées, et une puissance croissant en sept jours et demi environ, de 0 à 9319 — 954 = 8365 ch, et décroissant de même.

Production d'une puissance continue et constante pour toutes les marées par le refoulement d'eau au-dessus des pleines mers de vives eaux. — Comme pour la région de Saint-Malo, on pourrait régulariser la puissance de toutes les marées, en refoulant de l'eau dans un réservoir ayant son fond au niveau de la pleine mer cote (6,30). Sans entrer dans le détail des opérations faites pour la région de Saint-Malo, nous indiquerons seulement les données utiles à la solution du problème (fig. 29) :

1° Mort d'eau :

Niveau des eaux inférieures de la marée et du bief pendant l'écoulement des eaux du bassin.....	0,20m cote (2,50)
Plan des eaux du bassin formant la chute pendant 4 h 25'.....	1,15m cote (3,65)
Energie développée par les eaux du bassin en 4 h 25' : $\frac{1\,330\,000 \times 1\,026 \times 1{,}15 \times 0{,}80}{270\,000}$ =	4 650 ch-h

2° Vives eaux :

Niveau des eaux inférieures de la marée et du bief.....	0,66m cote (0,96)
Plan des eaux du bassin formant la chute pendant 4 h 05.....	3,61m cote (4,57)
Puissance développée par les eaux du bassin en 4 h 5' : $\frac{4\,000\,000 \times 1\,026 \times 3{,}61 \times 0{,}80}{270\,000}$ =	43 898 ch-h.

En admettant que l'équilibre de puissance corresponde à la limite de sept petites marées pour sept fortes marées, on trouve que la ligne de régularisation

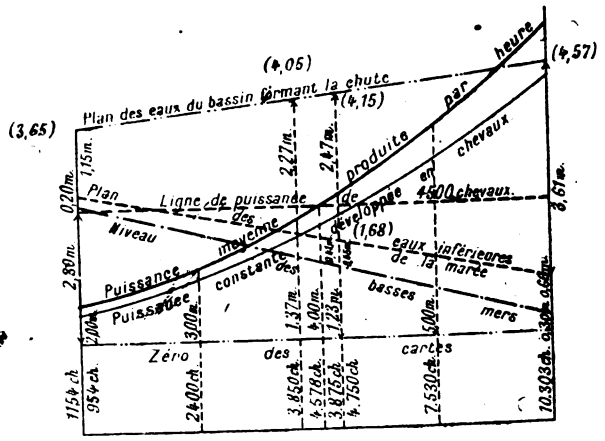


Fig. 29.

de puissance correspond à une marée de 4,15 m environ et à la puissance de 4 500 ch en chiffres ronds.

La puissance disponible pour élever l'eau était par suite de

Marée de 4,15	4 750	— 4 500 =	250 ch
4,45	5 500	— 4 500 =	1 000
4,85	6 300	— 4 500 =	1 800
5,10	7 100	— 4 500 =	2 600
5,40	8 000	— 4 500 =	3 500
5,70	9 100	— 4 500 =	4 600
6,00	10 300	— 4 500 =	5 800
			19 550 ch,

soit en moyenne $\frac{19\,550}{7} = 2\,793$ ch.

Et pour 7 marées ayant plus de 4,15 m d'amplitude, une énergie totale de

$$7 \times 2\,793 \times \frac{12\text{ h }20' + 12\text{ h }32}{2} = 246\,988 \text{ ch-h.}$$

La hauteur d'élévation étant de 5,20 m, cette énergie permettrait d'élever un volume d'eau de

$$\frac{246\,988 \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 5{,}20} = 10\,000\,000 \text{ m}^3,$$

Digitized by Google

qui seraient contenus dans un bassin de

$$\frac{10\,000\,000}{2{,}00} = 500 \text{ hectares},$$

par exemple.

Le volume supplémentaire d'eau qui serait emmagasiné par la marée dans ce réservoir, au dessus du plan d'eau moyen du bassin formant la chute, serait de

$$\left(6{,}30 - \frac{3{,}65 + 4{,}05}{2}\right) \times 500 = 12\,250\,000 \text{ m}^3.$$

La chute moyenne sous laquelle seraient utilisées ces deux masses d'eau serait de (fig. 29)

$$\frac{(8{,}30 - 2{,}14) + (3{,}90 - 1{,}84) + \frac{(0{,}17 + 0{,}25)}{2}}{2} +$$

la moitié de la surélévation des eaux dans le bief, soit

$$\frac{\frac{2\text{ h }0'}{4\text{ h }15'} \times 4{,}45}{\frac{1\,000}{500}} = \frac{6{,}16 + (3{,}90 - 2{,}05 + 1{,}04)}{2} = 3{,}49 \text{ m}.$$

L'énergie totale que pourraient alors produire les 22 250 000 m³ d'eau ci-dessus serait de

$$\frac{22\,250\,000 \times 1\,026 \times 3{,}08 \times 0{,}80}{270\,000} = 236\,070 \text{ ch}.$$

Or, la force motrice totale développée dans les 7 petites marées est de :	
2 320 ch (moyenne) × 12 h 39′ × 7.....	169 400 ch-h
Si à ce chiffre on ajoute l'énergie développée par l'eau accumulée, soit.....	236 070 ch-h
On obtient au total.....	405 470 ch-h,

soit en moyenne une puissance

$$\frac{405\,470}{12\text{ h }39' \times 7} = 4\,579 \text{ ch},$$

soit un excès de puissance sur le chiffre adopté, de 4579 — 4500 = 79 ch, qui servirait à compenser les pertes diverses.

Le système serait ainsi équilibré et, en définitive, on pourrait dans la région de La Rochelle, pour un bassin de marée de 100 hectares, creusé à la cote (2,97) avec bief de 100 hectares ayant son fond au niveau des plus basses mers et un réservoir annexe de 500 ha creusé à la cote (3,65), obtenir, par l'accumulation hydraulique, une puissance réelle, continue et constante de *4500 ch pour toutes les marées*. Toutefois ce chiffre est un peu fort en raison de la surélévation du plan d'eau du bief et il serait préférable d'admettre 4300 ch.

Le rapport entre les puissances régulières obtenues dans la région de La Rochelle et de Saint-Malo, est de

$$\frac{4500}{21\,000} = 0{,}2143.$$

Ce rapport est voisin de celui du carré des amplitudes, soit $\frac{6^2}{13^2} = 0{,}2130$.

Les puissances constantes développées par les marées sont donc sensiblement proportionnelles à ces carrés.

L'excès de puissance des fortes marées ayant plus de 4,15 m d'amplitude, au-dessus de 4300 ch, serait absorbé par les turbines pour refouler automatiquement l'eau avec des pompes centrifuges, dans les conditions précédemment indiquées.

(A suivre.)

E. Maynard,
Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment Ingénieur du Service maritime à La Rochelle et à Saint-Nazaire

La tourbe et l'industrie électrique

La question de l'utilisation de la tourbe ayant intéressé un grand nombre de nos lecteurs, nous publions ci-dessous un résumé d'une étude très approfondie qui a été faite sous la direction du Ministre des Mines du Canada et qui concerne les différents procédés d'utilisation industrielle de la tourbe.

Le ministre des Mines du Canada, qui suit avec intérêt les progrès de l'industrie de la tourbe tant en Europe qu'en Amérique, a déjà publié une importante série de rapports sur ce sujet. Dans le dernier volume paru (1), l'auteur expose d'abord l'état actuel de l'extraction et du traitement de la tourbe et de son séchage par voie artificielle puis, dans un second chapitre, traite spécialement de l'influence de l'humidité sur le pouvoir calorifique. Les troisième et quatrième chapitres étudient le sulfate d'ammonium, son marché, sa production dans les installations de gazogènes à tourbe ou à charbon et contiennent la description d'un certain nombre d'exploitations.

Nous résumons dans le présent article les passages qui nous ont paru susceptibles d'intéresser le lecteur et qui compléteront les études déjà publiées sur ce sujet par la « R. G. E. » (2).

(1) B.-F. Haanel. *Tourbes, lignite et houille. Leur valeur respective comme source de gaz de moteur et d'énergie, dans les gazogènes à sous-produits.* B. Sc. ministère des Mines, division des Mines, nº 300, Ottawa, 1917.

(2) Vichniak. La Tourbe et l'Industrie électrique. *R. G. E.*, 27 janvier 1917; P. Gueit, *R. G. E.*, 8, 22 et 29 décembre 1917, 25 mai 1918.

Digitized by Google

Résultats d'exploitation de la tourbière d'Alfred (Canada). — Les derniers résultats connus datent de l'époque où l'exploitation était contrôlée par le gouvernement canadien. L'extraction avait lieu à la main et produisait 30 t de tourbe à 25 pour 100 d'humidité par jour. Le traitement avait lieu à l'aide de la machine Anrep décrite dans une précédente étude (1).

Les résultats obtenus pendant les deux dernières campagnes montrent que, même dans des conditions peu favorables, il est possible de fabriquer la tourbe combustible à 8,75 fr ($1,75) la tonne, tous frais, amortissements et intérêts du capital compris.

La mise de fonds nécessaire pour l'exploitation d'une tourbière d'une superficie de 400 000 m² (100 acres) et d'une profondeur moyenne de 2,70 m (9 pieds) à raison de 30 t par jour se décompose ainsi :

Terrain de la tourbière	3 000 fr.
Matériel, machine à tourbe, locomobile, voie portative, wagonnets, câbles	37 500
Forge, bureau, plate-forme de chargement, voie d'évitement	5 000
Drainage de la tourbière	7 500
Bureau, meubles	500
Total	53 500 fr.

Sur une base de vingt ans, l'amortissement sera donc du 5 pour 100. En supposant un intérêt du capital de 5 pour 100, ce sera donc une charge de 5 500 fr par an, soit 1,67 fr par tonne sur une production totale de 3 300 t (110 jours de travail par an).

La main-d'œuvre nécessaire pour cette exploitation comprendra :

1 mécanicien, par jour	12,50 fr.
7 piqueurs au louchet à 8,75 fr par jour	61,25
3 ouvriers pour le service de la machine à étendre la tourbe sur le terrain de séchage	26,25
1 ouvrier pour le chargement des wagonnets	8,75
4 gamins à 3,75 fr par jour	15,00
1 aide	8,75
Total des salaires par jour	132,50
Direction, 5 mois à 500 fr par mois	19,25
	151,75 fr.
Soit par tonne de tourbe	5,20
Retournement des briquettes	0,35
Mise en piles	0,50
	6,05
Amortissement et intérêt	1,67
Réparations, huile, combustible, etc	0,75
Prix de revient de la tonne de briquettes	8,47 fr.

Depuis, la rémunération aux pièces, déjà pratiquée en Suède, a remplacé la rémunération à la journée et est établie d'après le taux suivant par tonne de tourbe à 25 pour 100 d'humidité :

1 mécanicien	0,30 fr.
7 piqueurs au louchet à 0,30 fr la tonne	2,10
3 ouvriers pour le service de la machine à étendre à 0,30 fr la tonne	0,90
1 homme pour le chargement des wagonnets	0,30
4 gamins à 0,20 fr la tonne	0,80
1 aide	0,30
Retournement des briquettes	0,30
Mise en piles	0,60
Direction	0,75
Amortissement et intérêt	1,65
Prix de revient de la tonne de briquettes.	8,00 fr.

La nouvelle Compagnie qui assure l'exploitation de la tourbière procède à l'extraction à l'aide d'un excavateur à godets Anrep. La production sera doublée, la main-d'œuvre diminuée et le prix de revient de la tonne mise en wagons sur la voie d'évitement sera inférieur à 10 fr.

Séchage artificiel de la tourbe. — La chaleur nécessaire au séchage artificiel de la tourbe par les procédés actuellement pratiqués peut avoir deux origines. Ou bien on récupère la chaleur perdue de gaz, fumées ou vapeurs, ou bien on brûle une partie de la tourbe séchée. Le rendement de l'installation de séchage qui n'a pas une grande importance dans le premier cas devient, au contraire, primordial dans le second. Lorsque la teneur en eau de la tourbe dépasse une certaine proportion, le séchage artificiel devient alors impossible, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par l'examen des graphiques de la figure 1. Les courbes A, B, C, D, E, représentent les quantités de tourbe brute à une teneur d'humidité quelconque que l'on doit introduire dans le séchoir pour en retirer 100 kg de tourbe sèche (A), ou à 20 pour 100 (B), 25 pour 100 (C), 35 pour 100 (D), 45 pour 100 (E), d'humidité. Les courbes a, b, c, d, e, correspondant respectivement à A, B, C, D, E. indiquent les quantités de tourbe sèche et à 20, 25, 35 et 45 pour 100 d'humidité qu'il est nécessaire de brûler pour sécher de la tourbe d'une teneur quelconque d'humidité à une teneur respectivement de 0, 20, 25, 35 et 45 pour 100. Un exemple fera mieux comprendre le fonctionnement de ces abaques. Pour obtenir le poids de tourbe brute à 80 pour 100 d'humidité à introduire dans le séchoir pour produire 100 kg de tourbe absolument sèche, il suffit d'abaisser l'ordonnée du point Y correspondant à la teneur 80 pour 100, sur la courbe A. On obtient ainsi l'abscisse OL correspondant à 500 kg. On devra donc introduire 500 kg de tourbe à 80 pour 100 d'humidité dans le séchoir pour obtenir 100 kg de tourbe absolument sèche.

L'intersection de l'ordonnée YL avec la courbe a correspondant à la courbe A donne la quantité de tourbe absolument sèche que l'on devra brûler pour cette opération (sur l'axe des ordonnées de droite) soit 67 kg. Ces graphiques permettent en outre de se rendre compte

(1) *R. G. E.*, 8 décembre 1917, t. II, p. 903.

Digitized by Google

que, pour produire 100 kg de tourbe sèche ou à 20, 25, 35 ou 45 pour 100 d'humidité en partant de tourbe brute à 86 pour 100 d'eau, il est nécessaire de brûler 100 kg de tourbe à une même teneur en humidité. C'est donc là la limite de la possibilité du séchage artificiel dans ces conditions.

Dans l'étude du séchage artificiel de la tourbe il y a lieu de tenir également compte de la mauvaise conductibilité calorifique de ce combustible. Soumis à une température élevée, comme dans le cas de séchage dans un four chauffé directement par la flamme, il subit un séchage très irrégulier, les parties en contact avec les

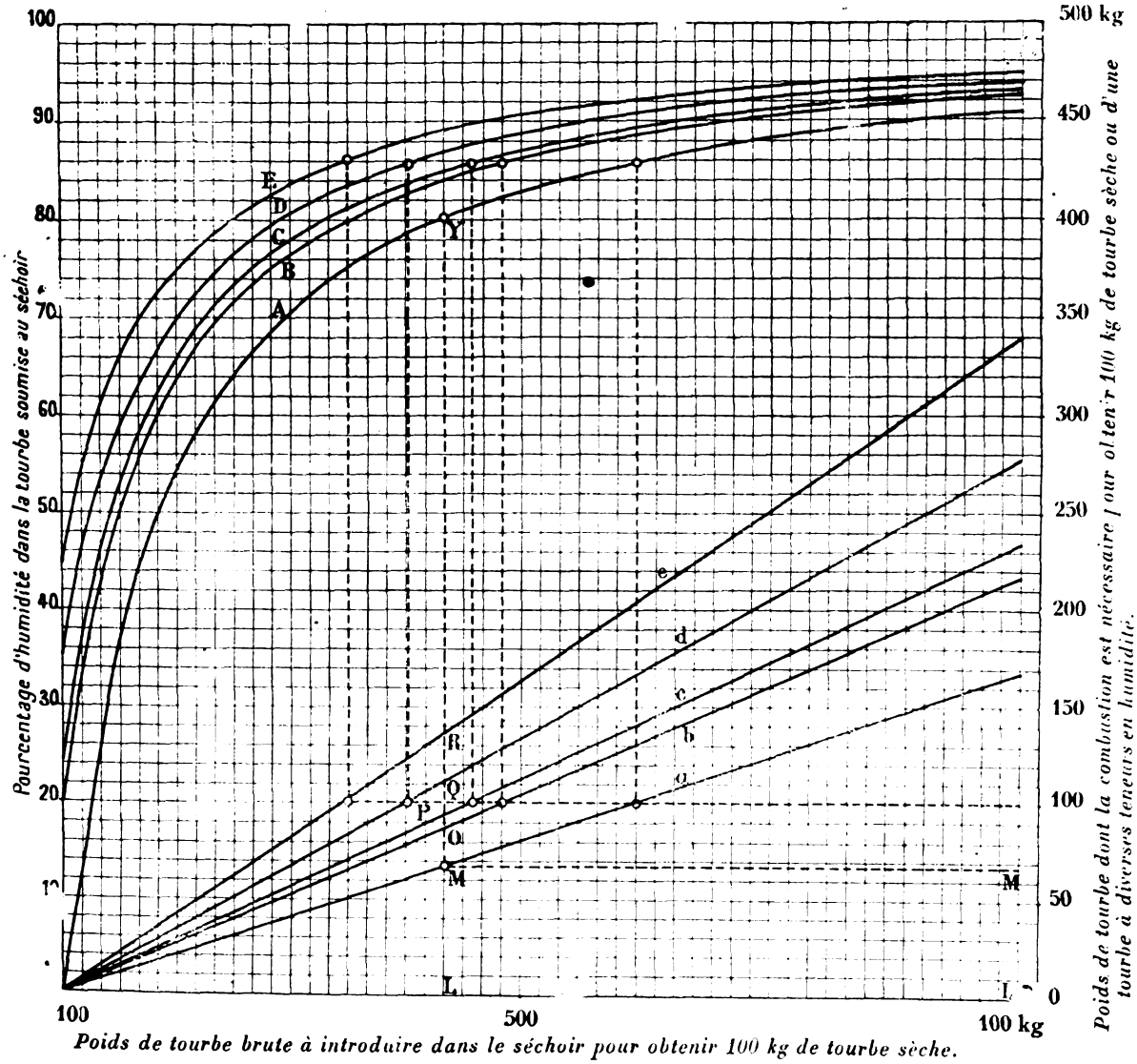


Fig. 1. — Abaques donnant le poids de tourbe brute à une teneur en humidité quelconque à introduire dans le séchoir pour obtenir 100 kg de tourbe sèche (A); à 20 p. 100 (B); à 25 p. 100 (C); 35 p. 100 (D) ou 45 p. 100 (E), l'humidité et le poids de tourbe qu'il est nécessaire de brûler pour obtenir 100 kg de tourbe sèche d'une tourbe à ces mêmes teneurs en humidité.

parois du four étant carbonisées alors que l'intérieur de la masse possède encore une forte teneur en humidité. Pour remédier à cet inconvénient, il convient donc d'adopter une méthode de chauffage progressif et lent qui aura comme contre-partie une déperdition importante de produits volatiles. En outre, le rendement calorifique est forcément mauvais, l'air saturé d'humidité s'échappant à une température relativement élevée.

Dans les méthodes de séchage par circulation d'air chaud la tourbe est placée sur des étagères ainsi que nous l'avons vu dans une précédente étude [1]. L'usine d'Orentano, dont nous avons déjà eu l'occasion de parler, applique ce procédé à la majeure partie du combustible distillé dans ses gazogènes. La chaleur est fournie par les gaz perdus des générateurs de vapeur, les gaz d'échappement des moteurs à gaz et par un réchauffeur

[1] Voir *R. G. E.*, 22 décembre 1917, p. 986.

Digitized by Google

spécial consommant 8 t de tourbe ou l'équivalent en gaz. La tourbe brûlée traitée dans ces séchoirs contient 77 pour 100 d'humidité et cette teneur est abaissée à 30 pour 100 après un séjour de deux heures dans le couloir.

Effets de l'humidité sur la puissance calorifique de la tourbe. — Le tableau suivant, dressé par M. John Blizard, collaborateur de l'auteur du rapport, fait ressortir l'influence de la quantité d'eau présente dans la tourbe sur la puissance calorifique du combustible.

TABLEAU I — *Influence de la teneur en humidité sur la puissance calorifique de la tourbe.*

TENEUR DE LA TOURBE en eau pour 100	KILOGRAMMES D'EAU par kilogramme de tourbe sèche	KILOGRAMMES D'EAU éliminés de 1 kg de tourbe à 90 pour 100 d'eau	POIDS THÉORIQUE de tourbe sèche nécessaire pour évaporer l'humidité de 1 kg de tourbe kg	TOURBE SÈCHE UTILISABLE produite pour 100	PUISSANCE CALORIFIQUE utilisable de 1 kg de tourbe humide cal. par kg
90	9,0	0,0	1,230	0,0	— 120
88	7,3	0,17	1,000	0,0	0
86	6,1	0,29	0,835	16,50	120
84	5,25	0,37	0,719	28,10	232
82	4,55	0,44	0,622	37,8	354
80	4	0,50	0,548	45,2	470
78	3,55	0,56	0,489	54,1	650
75	3	0,60	0,410	59,0	770
70	2,3	0,67	0,315	68,5	1 080
66	1,9	0,71	0,260	74,0	1 320
60	1,5	0,75	0,205	79,5	1 650
55	1,24	0,78	0,165	83,5	1 925
50	1	0,80	0,137	86,3	2 250
45	0,82	0,82	0,112	88,8	2 530
40	0,67	0,83	0,096	90,4	2 860
35	0,54	0,846	0,074	92,6	3 125
30	0,43	0,857	0,059	94,1	3 445
25	0,33	0,867	0,045	95,5	3 740
20	0,25	0,875	0,034	96,6	3 960
16	0,19	0,881	0,026	97,4	4 290
10	0,10	0,890	0,013	98,7	4 620

Gazéification de la tourbe au gazogène. — Gazogène Cerasoli. — L'usine d'Orentano de la Societa per l'Utilizzazione dei Combustibili Italiani comporte une batterie de quatre gazogènes dont trois sont du type Mond et un du type Cerasoli.

Ainsi que l'on s'en rend compte par l'examen de la coupe verticale de ce gazogène (fig. 2), il se compose d'une cuve cylindrique divisée intérieurement en trois compartiments par deux cloisons.

La séparation A va du sommet du gazogène jusqu'à une courte distance des grilles. La cloison B part également du haut de l'appareil, mais ne descend pas jusqu'à la partie inférieure de la cuve. La partie inférieure de ces cloisons est cintrée en forme d'arche.

L'admission d'air se fait par les grilles sur un tiers de la circonférence du gazogène, les deux autres tiers de la base sont obturés. La combustion dans le compartiment E s'effectue donc plus rapidement que dans les compartiments F ou G. Les courants de gaz et d'air sont indiqués sur la figure par des lignes pointillées et des flèches.

L'admission du courant d'air est réglée de façon que la combustion des deux tiers du combustible ait lieu dans le compartiment E, le reste brûlant dans le compartiment F. Ce dispositif permet de faire passer les matières volatiles, qui consistent principalement en substances goudronneuses, par un courant descendant à travers le lit de combustible incandescent, puis de leur faire traverser le fond avant d'atteindre l'orifice de sortie.

L'humidité volatilisée de la tourbe contenue dans le compartiment E traverse aussi le combustible incandescent de la partie inférieure de la cuve où elle entre en réaction avec le carbone avec production d'oxyde de carbone et d'hydrogène. Ce dispositif permet donc de diminuer la quantité de vapeur d'injection nécessaire.

Les matières volatiles et l'humidité volatilisées dans le compartiment F ne sont pour ainsi dire pas décomposées en passant vers l'ouverture de sortie des gaz; mais, si l'on tient compte du rapport des volumes des compartiments, on observera que leur proportion par rapport à la totalité n'est que du tiers.

Il semble donc que ce gazogène permette, théoriquement du moins, d'effectuer la décomposition des deux tiers de l'humidité et des matières volatiles, réduisant par suite la quantité d'humidité qu'il est nécessaire d'ajouter à l'air primaire et réduisant également la production du goudron.

Digitized by Google

Malheureusement, aucun essai systématique pouvant établir ces suppositions n'a encore été effectué.

Détails d'installation de l'usine d'Orentano. — Le combustible est monté par un élévateur à godets jusqu'à la plate-forme de chargement où il est déversé automatiquement dans des trémies placées au-dessus de chacun des gazogènes. Dans le cas du gazogène Cerasoli il y a deux trémies, une pour chacun des compartiments E et F (fig. 2). Les cendres sont évacuées par le joint hydraulique obturant la cuve à sa partie inférieure. Des orifices de ringardage sont disposés à intervalles égaux à la périphérie du gazogène et dans la partie supérieure de la cuve. Les appareils, lorsqu'ils sont en marche normale, ne nécessitent pas de fréquents ringardages.

Trois générateurs chauffés au gaz fournissent la vapeur nécessaire à la saturation de l'air primaire. La consommation quotidienne de gaz de ces générateurs correspond à 11 t de tourbe. C'est à peu près le tiers du volume total de combustible gazéifié dans les gazogènes.

En outre, un dispositif spécial, chauffé au gaz et ayant une consommation quotidienne correspondant à 8 t de tourbe à 33 % pour 100 d'humidité, est utilisé simultanément avec le gaz d'échappement des moteurs et les conduites de vapeur au séchage artificiel de la tourbe. La quantité totale de tourbe consommée pour la production de la vapeur et le séchage atteint donc 19 t par jour. Il reste donc 11 t à 33,5 pour 100 d'humidité pour la distillation au gazogène.

La figure 3, qui représente le plan d'une usine établie pour traiter 100 t de tourbe par jour, donne une idée générale de l'installation d'Orentano.

Le gaz sortant du gazogène chargé d'ammoniaque, de goudron et d'humidité débouche dans un collecteur 6 qui l'amène à un lavoir mécanique 8. Là le gaz abandonne une grande partie des poussières et de goudron qu'il tient en suspension et passe ensuite dans la tour à acide 9. Cette tour est parcourue de haut en bas par une pluie d'acide sulfurique qui transforme l'ammoniaque en sulfate ; la solution passe dans la cuve 12 qui est doublée de plomb, puis est remise en circuit au sommet de l'appareil à sulfate d'ammoniaque, et ainsi de suite jusqu'à ce que la teneur en sel soit suffisamment élevée. On l'envoie alors à la salle d'évaporation.

Le gaz débarrassé d'ammoniaque par son passage dans l'appareil à sulfate traverse ensuite deux scrubbers parcourus par une pluie d'eau froide. L'eau chaude recueillie dans le bas est reprise par une pompe et déversée au sommet d'une colonne 2 parcourue de bas en haut par un courant d'air froid qui constitue l'air primaire. Celui-ci se trouve ainsi réchauffé et humidifié avant son soufflage sous la grille.

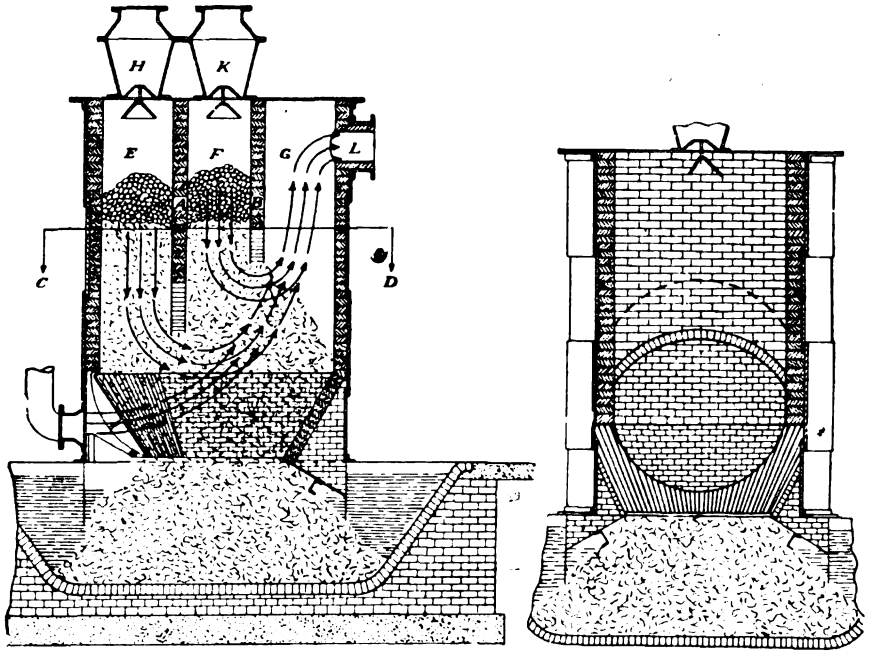
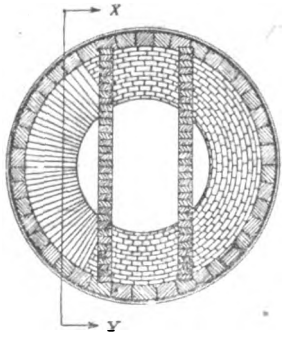


Fig. 2. — Gazogène Cerasoli. Elévation et coupe.



Tous les tuyaux par lesquels coulent l'acide sulfurique et la solution de sulfate sont doublés de plomb. Un dispositif permet d'introduire de la vapeur dans le cylindre à eau de la pompe de circulation des eaux de scrubbers pour ramollir le goudron qui pourrait adhérer aux parois des cylindres et des pistons.

Un ventilateur rotatif 18 force l'air dans les réchauffeurs d'air, la colonne de saturation 11, la conduite d'air primaire et l'insuffle sous la grille des gazogènes. On complète la saturation de l'air en humidité en introduisant la vapeur vive au point 7 dans le tuyau à air principal.

Le gaz, en sortant de la seconde colonne de refroidissement à l'eau, passe dans un gazomètre à régulateur 16 et des scrubbers dans lesquels il abandonne les dernières traces d'humidité et de goudron. De là finalement le gaz passe à la salle des machines pour la production d'énergie.

La question du nettoyage des canalisations et appareils a été sérieusement envisagée. Le collecteur 6 par lequel passe tout le gaz dégagé dans les gazogènes s'encrasse fortement de goudrons et de poussières. Le

Digitized by Google

nettoyage s'effectue, sans nécessiter d'arrêt, au moyen de racloirs actionnés par des treuils 5. Le goudron et les poussières qui se déposent dans le lavoir 8 sont éliminés par un joint à eau. La même façon d'opérer

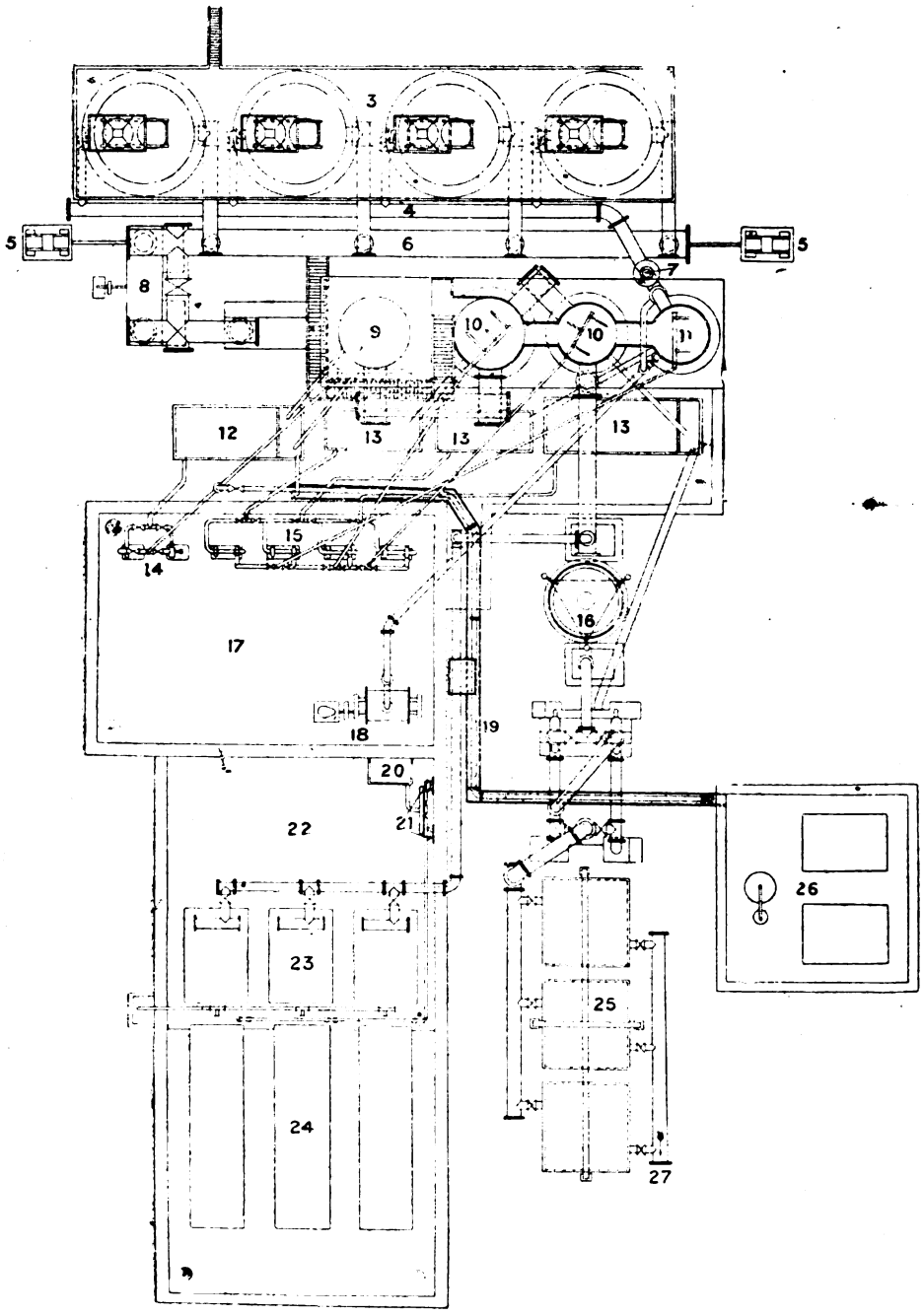


Fig. 3. — Plan d'ensemble de l'installation de l'usine d'Orentano.

chariot à tourbes ; 2, tuyau de nettoyage ; 3, gazogènes, diam. 286 mm ; 4, tuyau principal à air chaud ; 5, treuils à râteaux ; 6, tuyau collecteur principal ; 7, soufflerie à jet de gaz ; 8, laverie ; 9, tour à sulfate ; 10, tours à gaz ; 11, tour à air ; 12, réservoir à sulfate ; 13, réservoirs de circulation ; 14, pompes à acide ; 15, pompes à eau ; 16, régulateur du gazomètre ; 17, chambre des machines ; 18, moteur et soufflerie ; 19, auge à revêtement de plomb ; 20, réservoir d'alimentation ; 21, pompes d'alimentation ; 22, chambre des générateurs ; 23, chambres de combustion ; 24, générateurs ; 25, nettoyeurs ; 26, chambre des sulfates ; 27, tuyau à gaz relié aux moteurs.

est employée pour les tours de refroidissement, le réchauffeur d'air et la tour de saturation.

La plus grande partie des goudrons est séparée du gaz avant son arrivée u gazomètre ; là il s'en dépose

Digitized by Google

encore une certaine proportion, de sorte que les canalisations qui relient les gazomètres aux scrubbers ne s'encrassent pas ; néanmoins, dans l'éventualité de la nécessité d'un nettoyage, ces conduites sont doublées.

La salle des machines comprend 2 moteurs à gaz de 350 ch de construction Langen et Wolf de Milan, accouplés par courroies à 2 alternateurs à 600 v. La marche est continue sauf arrêt le dimanche de 8 à 15 h pour le nettoyage.

Le premier moteur mis en marche fonctionna dans ces conditions du 10 décembre 1909 au 15 mars 1911, soit 9 600 heures de service, sans nécessiter aucune réparation.

Le rendement en gaz de l'installation est de 1 610 m^3 par tonne de tourbe à 15 pour 100 d'humidité.

Ce chiffre, déterminé par M. Alberto Cerasoli, ingénieur-conseil de la Société, par un calcul basé sur l'analyse du combustible et des gaz est approximativement exact.

La puissance calorifique moyenne du gaz a été trouvée égale à 1 380 calories par mètre cube.

L'analyse du gaz a donné la composition moyenne suivante :

CO^2	20	pour 100
CO	9,5	Id.
CH^4	3,5	Id.
H	24,0	Id.
N	43,0	Id.

La quantité de gaz dégagée par tonne de tourbe à 33,5 pour 100 d'humidité est donc de

$$\frac{1610 \times 0{,}665}{0{,}85} = 1259 \text{ m}^3.$$

La répartition de l'utilisation de ces gaz aurait lieu ainsi :

Production de vapeur : $1259 \times \frac{11}{30} = 461$ m^3.

Séchage de la tourbe : $1259 \times \frac{8}{30} = 336$ m^3.

Production de force motrice : $1259 \times \frac{11}{30} = 461$ m^3.

La quantité totale de tourbe distillée par jour dans les gazogènes étant de 30 t de tourbe sèche, soit 45,11 t de tourbe à 33,5 pour 100 d'humidité ; la quantité de gaz disponible pour la production de l'énergie est donc, par vingt-quatre heures,

$$461 \times 45{,}11 = 20795 \text{ m}^3.$$

La puissance calorifique nette étant de 1 230 calories par mètre cube, la quantité de chaleur transformable en travail mécanique est de

$$20795 \times 1230 = 25575850 \text{ calories}$$

soit environ 1 000 000 de calories par heure.

La charge de la génératrice est de 200 kw pendant la journée et 270 kw pendant la nuit, chaque période étant d'une durée de douze heures.

La charge moyenne quotidienne est donc de kw.

La puissance effective développée aux moteurs à gaz est alors de $235 \times 1000 \times 746 \times 0{,}80 = 394$ ch.

La consommation de chaleur par cheval effectif est de $\frac{10^6}{394} = 2790$ calories.

L'énergie requise par l'usine pour la commande des ventilateurs, des pompes et autres appareils est de 70 kw environ et l'énergie électrique livrée aux consommateurs est de 165 kw en moyenne.

L'auteur du rapport n'a pas pu obtenir de données sur le caractère de la charge. Il suppose des conditions commerciales moyennes et un coefficient de charge de 60 pour 100.

Les frais d'installation de l'usine, y compris l'usine génératrice et la ligne de transport de Pontedera, distante de 16 km d'Orentano, ont atteint 800 000 lires (soit 800 000 fr). Ce total ne comprend probablement pas les frais d'organisation et d'expérimentation qui doivent s'élever à un chiffre considérable.

Les frais d'exploitation s'établissent de la façon suivante :

17 400 tonnes de tourbe pour 350 jours en admettant 7 heures d'arrêt par semaine, soit 15 jours par an	87 000 fr.
Salaires des ouvriers de l'usine à gaz	38 200
Salaires des ouvriers de la centrale	11 300
Réparation, entretien	10 000
Huile et graisse à machines	1 000
Intérêt, dépréciation et amortissement (14 %)	108 050
Appointements du directeur	7 500
2 chimistes	6 000
713 tonnes d'acide sulfurique à 36,85 fr	26 300
Sacs pour l'emballage du sulfate d'ammonium	1 500
Total	296 850
Recettes :	
594 tonnes de sulfate d'ammonium à 325 fr	193 050
Prix total de l'énergie, par an	103 800
Prix de revient du kilowatt-heure sur une base de 165 kw-h pendant 350 jours de 24 heures	0,075

Dans l'estimation du prix de revient ci-dessus ne sont pas compris les frais généraux de bureau, le traitement de l'ingénieur-conseil, du gérant, etc., ni les dépenses imprévues. D'autre part, l'auteur ne croit pas que l'on puisse diminuer les frais d'exploitation de manière à influer sur ce prix de revient.

De plus, il est peu probable que la teneur en humidité de la tourbe se maintienne constamment au-dessous de 33,5 pour 100 et que la récupération de sulfate d'ammonium soit d'une moyenne de 70 pour 100 de la teneur théorique, ainsi qu'il a été supposé ci-dessus.

L'énergie est vendue aux consommateurs au prix de 0,20 fr le kilowatt-heure. Il reste donc une marge considérable pour les bénéfices. Cependant, d'après des renseignements recueillis auprès de l'ingénieur-conseil de la société, celle-ci n'aurait pas distribué de dividende jusqu'en 1913, bien que la méthode italienne de calcul

Digitized by Google

des frais d'exploitation réduise de 50 000 fr le chiffre que nous avons pris pour l'intérêt et l'amortissement. En effet, en Italie, on ne fait entrer que la dépréciation en ligne de compte.

L'auteur cherche également à établir le prix de revient de l'énergie correspondant à une marche normale de l'usine, c'est-à-dire à une consommation de combustibles de 70 t par vingt-quatre heures. Il admet d'abord un rendement thermique des gazogènes de 43,3 pour 100 comme dans le cas où la consommation n'est que de 30 t et, dans une deuxième hypothèse, un rendement de 60 pour 100. Il est probable qu'en pratique le rendement thermique des gazogènes à pleine charge varierait entre ces deux limites.

Dans le premier cas, l'énergie serait produite sans aucun frais et la vente permettrait de réaliser un bénéfice notable.

Dans le second cas, l'énergie reviendrait à 0,00335 fr le kilowatt-heure, non compris les bénéfices réalisés par la vente de 1 390 t de sulfate d'ammonium produites par an et qui rapportait environ 10 pour 100 des frais d'installation.

Il est à noter qu'en Italie les conditions sont favorables à l'exploitation rémunératrice d'une usine de gazogènes à récupération des sous-produits. Le prix de la houille est élevé et les prix de la tourbe, de la main-d'œuvre et même de la construction des appareils sont inférieurs à ceux des autres pays. D'un autre côté, le prix de vente du sulfate d'ammonium est réglé par le marché mondial, lequel dépend de l'offre et de la demande. La demande augmente constamment dans une proportion plus élevée que la production et, en Italie, les prix atteignent un maximum.

Teneur d'humidité admissible de la tourbe. — L'auteur n'est pas d'avis qu'il soit possible d'utiliser dans les gazogènes de la tourbe à 70 pour 100 d'humidité. Le principe de Mond consistant, en effet, à saturer d'humidité le courant d'air insufflé sous la grille des appareils pour fournir l'hydrogène et réduire la température de la zone de réaction, il faut, pour que ces réactions s'effectuent, ainsi que pour le maintien de la température du gazogène et pour compenser les pertes par rayonnement et autres, que le combustible sur lequel s'effectue la gazéification possède un pouvoir calorifique élevé. La tourbe n'étant pas dans ce cas, il convient de ne pas abaisser la quantité de chaleur produite par sa combustion en admettant une teneur exagérée en humidité.

D'ailleurs, l'usine d'Orentano précitée fournit un argument à cette thèse. S'il était possible d'employer de la tourbe à 60 pour 100 d'humidité, il est probable, d'une part, qu'il n'y aurait pas été prévu une coûteuse installation de séchage artificiel dans le but de réduire cette valeur au-dessous de 33,5 pour 100 et d'autre part que l'usine, au lieu de marcher à demi-charge comme elle le faisait au moment de la rédaction du rapport par suite du manque de tourbe, aurait marché à pleine charge.

Les résultats de trois mois d'exploitation à l'usine d'Osnabruck [1] de la Deutsche Mondgas und Nebenprodukte Gesellschaft indiquent que la quantité et le pouvoir calorifique du gaz étaient très élevés (2,23 m³ de gaz à 1 250 calories par kilogramme de tourbe traitée) et que la production d'énergie était de 100 ch-h par tonne de tourbe sèche. On dit avoir obtenu ce résultat avec de la tourbe contenant 60 pour 100 d'eau [2] Il est intéressant de comparer ces résultats avec ceux cités par Lunge [3] dans un article de A. Frank [4] sur les résultats obtenus par le procédé Franck et Caro avec de la tourbe à 40, 50 pour 100 d'eau à Sodingen en Westphalie.

Supposons donc une teneur en eau de 40 pour 100.

La teneur en azote était de 1,05 pour 100; la teneur en cendres 3 pour 100. La quantité de gaz obtenue était de 2800 m³ par tonne de tourbe sèche.

Analyse du gaz : CO^2	17,4 à	18,8	pour 100.
CO	9,4 à	11,0	Id.
H^2	22,5 à	25,6	Id.
CH^4	2,4 à	2,6	Id.
Az	42,5 à	46,6	Id.
Pouvoir calorifique	1 400 cal. par m³.		

Ce pouvoir calorifique correspond à la production de 1 000 ch-h effectifs.

Le rendement en ammoniaque était de 40 kg par tonne.

Les résultats ci-dessus ne seraient possibles qu'avec une tourbe à pouvoir calorifique très élevé. Les calculs ci-dessous, effectués par M. Edgar Stansfield, montrent que les résultats indiqués pour l'usine d'Osnabruck n'ont pas pu être obtenus avec de la tourbe à 60 pour 100 d'eau. Le pouvoir calorifique net du gaz produit dans cette usine avait une valeur de 1 200 calories par mètre cube. Dans les calculs on a supposé un gaz dont la composition donnerait un pouvoir calorifique de 1170 calories par mètre cube.

Nous supposerons donc :

1° Toute la matière de la tourbe gazéifiée;

2° Toute l'eau de la tourbe évaporée sans aucune décomposition du gaz;

3° L'air de la soufflerie saturé à 60° C;

4° La vapeur, introduite avec l'air, décomposée.

BILAN CALORIFIQUE

Entrant dans le gazogène.	*Sortant du gazogène.*
1° Pouvoir calorifique potentiel de la tourbe humide chargée dans les gazogènes.	1° Pouvoir calorifique du gaz produit.
2° Chaleur sensible (au-dessus de 0°C) c'est-à-dire air et eau à 60°C.	2° Chaleur sensible du gaz, y compris la vapeur à 200°C.
3° Chaleur latente de la vapeur à 60°C.	3° Chaleur latente de la vapeur dans les gaz à 0°C.
	4° Pertes par rayonnement.

(1) Voir *R. G. E.*, 22 décembre 1917, t. II, p. 986.

(2) N. Caro. Moorkultur und Torfverwertung. *E. T. Z.*, 1910, n° 45, p. 1138.

N. Caro. Torfmoore und Kraftubertragung. *E. T. Z.*, 1910, n° 10, p. 211, n° 14, p. 319.

La tourbe et l'Industrie électrique. *R. G. E.*, 22 décembre 1917, p. 985.

(3) Lunge. *Charbon, goudron et ammoniaque*, 2e partie, p. 869.

(4) *Zeitschrift fur angewandten Chemie*, année 1908, p. 1597.

Digitized by Google

BASE DES CALCULS

$H = 1 \quad C = 12 \quad Az = 14 \quad O = 16.$

Volume moléculaire spécifique des gaz 22,4 litres à 0° C et 760 mm.

Chaleur latente de la vapeur à t° C.

$$Q = \frac{606,5}{0,695\,t} \text{ cal. (Regnault).}$$

Chaleurs spécifiques à pression constante :

Air	entre 0 et 60°C	0,237	(Regnault).
Azote	0 et 200	0,244	Id.
Méthane	0 et 200	0,593	Id.
Eau	0 et 200	3,409	Id.
Anhydride carbonique	0 et 200	0,217	Id.
Oxyde de carbone	0 et 200	0,245	Id,
Vapeur d'eau	0 et 200	0,453	(Pier).

Pouvoir calorifique en calories par molécule-gramme :

CO	68 200
CH^4	213 500
H^2	69 000

Analyse de la tourbe traitée :

	Sèche.	à 60 % d'eau.
Carbone	56,0	22,40
Hydrogène	5,2	2,08
Azote	1,9	0,76
Oxygène	30,9	12,36
Cendre	6,0	2,40
Eau	0,0	60,00
Pouvoir calorifique	2 102,2 cal. g. dg.	

100 g de tourbe à 60 pour 100 d'humidité traités dans le gazogène par 86 g d'air et 13,1 g de vapeur donnent :

Cendres	2,40 g
Vapeur d'eau	60
Azote	66,82
Méthane	2,72
Hydrogène	2,89
Anhydride carbonique	46,93
Oxyde de carbone	17,64 g

Les gaz dits permanents sont :

Azote	2,386 mol. g.
Méthane	0,170
Hydrogène	1,445
Anhydride carbonique	1,067
Oxyde de carbone	0,630
Total	5,698 mol. gr. = 127,6 litres.

La composition centésimale du gaz est la suivante :

Az^2	41,88	pour 100
CH^4	2,98	Id.
H^2	25,36	Id.
CO^2	18,72	Id.
CO	11,06	Id.

Pouvoir calorifique à 15° C et 760 mm.

Brut	1 312 cal. par m^3
Net	1 170 Id.

Etablissement du bilan thermique ci-dessus.

Entrée.	Sortie.
210,220	178,950 (1)
2,027	13,890
7,570	36,390
	9,410
219,820	238,640

Ce calcul montre donc que, même dans des conditions idéales qui ne se réalisent pas industriellement, la quantité de chaleur dégagée dans un gazogène par la combustion de tourbe à 60 pour 100 d'eau n'est pas suffisante pour effectuer les diverses réactions et suppléer aux pertes.

L'auteur, se basant sur les résultats obtenus dans d'autres usines de gazogènes à récupération des sous-produits, estime que la tourbe ne doit pas dépasser une teneur en humidité de 30 à 35 pour 100.

C'est également notre avis et nous retrouvons donc toujours, dans tout mode d'utilisation de la tourbe, cette pierre d'achoppement que constitue le séchage de la tourbe. Nous aurons d'ailleurs encore l'occasion de revenir ultérieurement sur cette question d'importance primordiale pour l'industrie tourbière.

Pierre GIEU,
Ingénieur, Ancien élève de l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles.

(1) Ce chiffre doit provenir d'une erreur. Le pouvoir calorifique potentiel des 127,6 litres de gaz dégagés par le traitement de 100 g de tourbe est en effet égal à $1,170 \times 127,6 = 148,59$ calories.

Le bilan est alors ainsi modifié : entrée, 219, 820 calories; sortie, 208, 28 calories.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Engrenages magnétiques. Application à l'horlogerie électrique [1].

Roue d'engrenage magnétique. — L'auteur appelle roue d'engrenage magnétique une roue sur la circonférence de laquelle sont disposés $2n$ pôles magnétiques égaux, équidistants et alternativement nord et sud. Il obtient de telles roues en disposant convenablement sur un disque non magnétique n aiguilles aimantées suivant les côtés d'un polygone régulier de $2n$ côtés, pris de 2 en 2 (type polygonal), ou $2n$ aiguilles suivant les rayons de ce polygone (type radial), ou encore en implantant $2n$ aiguilles perpendiculairement au plan du disque (type prismatique). Une telle roue est à n dents, la dent étant la distance angulaire de deux pôles homologues les plus voisins.

Action mutuelle de deux rouets d'engrenage magnétiques. — Soient deux roues d'engrenage magnétiques R et R′ de m et m' dents, situées dans le même plan, dont les pôles ont sensiblement le même écartement et dont les circonférences sont voisines. Les forces magnétiques tendront à amener les pôles de la roue R′ en face des pôles de nom contraire de la roue R. Si la roue R tourne avec une vitesse uniforme ω, la roue R′ sera entraînée en sens inverse et avancera de $\frac{1}{m}$ tour, ou d'une dent, pendant que la roue R avance de $\frac{1}{m}$ tour, ou d'une dent, la vitesse angulaire de la roue R′ est donc $\frac{m}{m'}\omega$. Pour éviter le décrochage, il faut que les résistances mécaniques qui s'opposent à la rotation de la roue R′ ne soient pas trop grandes.

On peut constituer ainsi des trains d'engrenage qui permettent d'assujettir deux arbres à tourner avec des vitesses angulaires moyennes qui soient dans un rapport rationnel fixé, à condition que les efforts à transmettre soient assez petits, les engrenages se comportent comme des engrenages ordinaires dont les dents seraient flexibles et élastiques.

Applications. — Avec ce dispositif on peut réaliser des trains d'engrenage magnétiques dans lesquels les résistances passives sont extrêmement faibles. Il suffit pour cela de disposer les roues horizontalement en les fixant à hauteur convenable sur des tubes verticaux dont la partie supérieure repose par une chape d'agate sur un pivot pointu fixé à l'extrémité d'une tige verticale que le tube entoure sans la toucher.

On peut réaliser, en particulier, des minuteries magnétiques à frottements presque négligeables et la roue conduite a son mouvement presque uniforme quand la roue conductrice tourne uniformément.

Échappement magnétique. — On peut entraîner une telle minuterie par un pendule. Soit un pendule portant un aimant permanent, quand il oscille, le champ magnétique dans son voisinage peut être considéré comme la superposition d'un champ magnétique constant et d'un champ alternatif ayant comme période celle du pendule. On pourra lancer synchroniquement dans ce champ alternatif une aiguille aimantée qui fera un tour pendant une période du pendule et faire entraîner la minuterie par cette aiguille. Pour assurer la stabilité, il est bon d'annuler le champ constant par un aimant compensateur. On peut de même, en disposant l'aiguille à une distance convenable des pôles de l'aimant du pendule et, au besoin, en plaçant un ou plusieurs aimants compensateurs, faire entraîner une roue magnétique à plusieurs dents par le champ alternatif du balancier, de façon que cette roue avance d'une dent pendant une oscillation du pendule, de façon à constituer une sorte d'échappement magnétique.

L'auteur a construit sur ce principe une horloge électrique dont le pendule est entretenu électriquement par le procédé de Lippmann. L'aimant, en fer à cheval, a ses branches dans un plan horizontal et perpendiculaires à l'axe de rotation du pendule. Dans le plan de cet aimant se trouve une roue magnétique à trois dents du type polygonal ; la distance des pôles de la roue est à peu près égale à celle des pôles de l'aimant en fer à cheval. L'axe de rotation est dans le plan de symétrie vertical de l'aimant. Lorsque la roue est accrochée, elle avance d'une dent en une période (2 secondes) du pendule, accomplissant un tour en 6 secondes. La chape porte deux aiguilles aimantées, parallèles à l'axe et symétriquement placées, qui constituent une roue à une dent du type prismatique qui entraîne une roue magnétique à six dents du type polygonal. Cette roue fait un tour en une minute, elle porte une graduation se déplaçant devant un index. L'appareil fonctionne régulièrement depuis plusieurs mois.

(1) Pierre Sève. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 4 novembre 1918, t. CLXVII, p. 681, 1 100 mots.

Un nouvel arc pour projecteurs électriques [1].

Pour éviter le flambage des arcs Beck et Sperry, l'auteur propose de refroidir le charbon positif, au lieu de l'arc, par un jet d'air. Un autre résultat important est atteint, en ce que la tension de l'arc est réduite à 50 v, la tension des arcs Beck et Sperry étant 70 v. Le nouveau projecteur comprend trois moteurs électriques ; l'un est employé à la rotation lente du charbon positif, un autre pour la pompe centrifuge produisant le courant d'air, et le troisième entraîne un aspirateur d'extraction des gaz produits par la combustion des charbons. Le jet d'air arrive sous le charbon positif au moyen d'une fente rectangulaire. Tel qu'il est actuellement construit l'appareil absorbe 120 A. Il a été adopté par l'autorité militaire italienne.

Le choix des charbons demande un soin spécial. La gaine de cuivre ne doit pas avoir plus de 6/100 mm d'épaisseur, car autrement les gouttes de cuivre fondu abîment le miroir. La mèche du charbon positif ne doit pas avoir un point de fusion trop bas, et doit être constituée principalement de sels de cérium.

P. V.

(1) V. Bellini. *Elettrotecnica*, 25 juillet 1918, p. 286-287; *Science abstracts*, section B, septembre 1918, p. 354, 200 mots.

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Notes sur l'application pratique de la loi du 15 juin 1906 et des règlements annexes

Dans le présent article, l'auteur continue la suite des Notes qui ont paru dans les numéros de la « R. G. E. » des 21 septembre et 16 novembre 1918, t. IV, p. 435 et 735. Il fait connaître les solutions administratives survenues dans diverses espèces, relatives aux concessions, permissions de voiries, à des questions techniques et de contrôle.

Concessions. — PRIVILÈGE D'ÉCLAIRAGE. — *Limitation de sa durée.*

Il est préférable pour une commune de ne pas insérer dans un cahier des charges une clause analogue à la suivante :

« Le concessionnaire s'engage à reviser ses tarifs à l'expiration de chaque période quinquennale et à consentir les mêmes prix de vente, appliqués dans des communes d'importance équivalente, par le concessionnaire éventuel d'une voie ferrée d'intérêt local à traction électrique desservant la commune de... Au cas où un accord ne pourrait s'établir, le privilège pour l'éclairage, spécifié à l'article 2, cesserait de plein droit. »

Une pareille clause offre d'abord l'inconvénient de constituer une dérogation au cahier des charges type et de nécessiter l'approbation de la concession par décret, délibéré au Conseil d'Etat. En outre, elle risque de faire disparaître à brève échéance le privilège accordé et à rendre précaires les conditions de l'exploitation, au point de vue de sa sécurité financière.

Il convient donc de recourir à une autre solution qui sauvegarde à la fois les intérêts des futurs exploitants des voies ferrées d'intérêt local et ceux du concessionnaire de la distribution communale, par exemple en indiquant à l'article 2 du cahier des charges le nombre d'années pendant lequel le concessionnaire aura droit au privilège d'éclairage. Le cahier des charges type laisse en effet aux communes toute latitude de ne concéder le privilège de l'éclairage que pour une partie de la durée de la concession qu'elles accordent.

Le principe de la revision quinquennale du tarif maximum ne saurait d'ailleurs être admis. La commune pourrait seulement, sans dérogation d'ailleurs au cahier des charges, fixer d'avance à son gré, d'accord avec le concessionnaire, les tarifs de vente de l'énergie électrique avec toutes les modalités, présentes et futures, qu'elle jugerait convenables, pourvu qu'elles s'appliquent de la même façon à tous les abonnés, placés dans les mêmes conditions.

Concessions. — CONCESSION EXISTANTE AVEC PRIVILÈGE D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE. — *Demande de distribution du gaz.*

Quand dans une commune il existe un concessionnaire de distribution d'énergie électrique, jouissant, en vertu de l'article 8 de la loi du 15 juin 1906, d'un privilège pour l'éclairage électrique, rien ne s'oppose à ce que la commune concède à une compagnie de gaz de houille le droit exclusif d'établir et de conserver sous les voies publiques les conduites destinées à la distribution de gaz pour tous usages.

Cette manière de faire n'est pas en désaccord avec l'article 8 de la loi. En effet, si cet article autorise les communes à instituer un privilège d'éclairage en faveur de leurs concessionnaires, il est hors de doute que la loi vise exclusivement l'éclairage électrique. Aucun texte légal n'interdit à une commune qui a octroyé un tel privilège de distribution d'électricité, de créer par la suite une concurrence à son concessionnaire primitif en s'adressant à une compagnie de gaz pour la distribution du gaz aux particuliers. Une concurrence de cette nature est conforme à la loi même du progrès qui exige que, dans les localités de quelque importance, les habitants aient à leur disposition l'énergie sous ses deux formes usuelles, gaz et électricité, pour tous leurs besoins.

Concessions. — CONCESSION EXISTANTE DE FORCE MOTRICE PAR LE GAZ. — *Demande de concession d'électricité pour tous usages autres que l'éclairage.*

Quand une demande de concession d'électricité pour tous usages autres que l'éclairage est faite dans une commune où il existe déjà une concession de force motrice par le gaz, antérieure à la loi du 15 juin 1906, et que le titulaire de cette dernière concession s'oppose à la délivrance de la concession d'électricité, il y a lieu d'examiner non seulement si le concessionnaire du gaz jouit d'un privilège de distribution de la force motrice par

Digitized by Google

le gaz, mais aussi si ce privilège s'étend à tout autre agent de force motrice.

Cet examen doit se faire avec le texte du traité de concession et des conventions additionnelles, s'il en existe. Si nulle part dans ces textes n'est prévu le privilège de la distribution de la force motrice, produite par un autre agent que le gaz, il y a lieu de repousser la prétention de la compagnie du gaz de s'opposer à toute concession de force motrice électrique à d'autres qu'à elle-même, alors que l'électricité n'est nulle part nommée dans les actes de sa concession.

Il en est particulièrement ainsi quand la clause du cahier des charges de la concession du gaz, dite du « progrès de la science », qui envisage l'abaissement éventuel des tarifs, vise explicitement l'éclairage sans qu'il soit fait mention de la force motrice. Cette situation se trouve confirmée et même aggravée, quand dans une convention additionnelle, intervenue en 1905, se trouve un article spécifiant que la disposition de la clause dite du « progrès de la science » est relative à la découverte de nouveaux procédés de fabrication du gaz ou d'un nouveau mode d'éclairage. Il apparaît, en effet, impossible de considérer comme un simple oubli, à une époque où le développement de l'industrie électrique était déjà si avancé, le silence des contractants au sujet des progrès de la force motrice.

Permissions de voirie. — Refus du maire. — *Légalité ou illégalité suivant les cas.*

Une commune et un maire sont fondés à refuser une permission de voirie sollicitée pour l'éclairage de la commune, car le Conseil municipal peut soutenir que la délivrance de la permission serait de nature à compromettre dans l'avenir les projets envisagés par la commune.

Toutefois, ce refus ne peut viser que les canalisations destinées à distribuer le courant sur le territoire de la commune, et le maire de cette commune doit accorder l'autorisation nécessaire pour le passage sur les voies publiques de la commune d'une canalisation allant distribuer l'éclairage à des communes voisines.

Il appartient au préfet, au cas où le maire persévérerait à refuser cette autorisation ainsi limitée, de la délivrer d'office par application de l'article 98 de la loi municipale du 5 avril 1884.

Questions techniques. — Lignes télégraphiques et téléphoniques. — *Frais de modification.*

Quand bien même, pour l'établissement d'une distribution d'énergie électrique, une convention aurait fixé à forfait la somme à payer par l'entreprise pour l'ensemble des travaux relatifs à la préservation des lignes et postes télégraphiques ou téléphoniques, l'administration des Télégraphes est en droit de réclamer une somme supplémentaire, quand elle est obligée de modifier ses propres lignes, parce que le réseau de distribution n'a pas été exécuté en conformité des prescriptions réglementaires, notamment en ce qui concerne la distance des fils de l'État aux conducteurs électriques. La convention passée supposait l'exécution du réseau conforme à ces prescriptions. Cette condition n'ayant pas été réalisée, l'administration des Télégraphes doit légitimement modifier les fils de l'État pour réaliser les prescriptions des règlements, et la dépense de ces travaux supplémentaires incombe à l'entreprise de distribution.

Questions techniques. — Arrêté technique réglementant les distributions publiques d'énergie électrique. Dérogation. — *Autorisation sous condition.*

Quand un réseau de distribution publique a été établi dans des conditions qui ne satisfont pas, sur certains points, aux prescriptions de l'arrêté technique, il y a lieu, pour le permissionnaire ou le concessionnaire, d'adresser au ministre une demande de dérogation, par application de l'article 39 de l'arrêté. Cette demande doit donner sur chaque dérogation les renseignements détaillés avec dessins nécessaires pour en permettre l'examen. Les dérogations qui, après avis du contrôle et du Comité d'Électricité, paraissent pouvoir être autorisées, pourront l'être à titre provisoire et sous les réserves générales ci-après :

1° Le permissionnaire ou concessionnaire profitera de toutes les modifications du réseau pour en rendre les dispositions conformes aux prescriptions réglementaires et faire ainsi disparaître progressivement les dérogations autorisées;

2° Pour les travaux d'entretien il se mettra chaque fois d'accord avec le service du contrôle et modifiera l'installation de manière qu'elle satisfasse à la même perquisition;

3° Il demeurera responsable de toutes les conséquences qui peuvent résulter de la non-conformité de son installation aux règlements en vigueur;

4° Il s'engagera par écrit à observer strictement les réserves 1° et 2° ci-dessus indiquées.

Contrôle. — Frais du contrôle communal. — *Leur nécessité.*

L'exercice du contrôle communal des distributions d'énergie électrique comporte le paiement de certaines dépenses qui sont nécessaires, par exemple les frais de tournée des agents.

Il appartient aux préfets des départements de s'opposer à ce que les communes consentent aux permissionnaires ou concessionnaires des abaissements injustifiés sur les tarifs des frais de contrôle qui leur sont dus.

Il importe, en effet, d'éviter que le produit du tarif soit insuffisant pour couvrir les frais de tournée et autres frais de contrôle des agents du contrôle communal.

L'ingénieur en chef du contrôle doit exercer à cet

Digitized by Google

égard la surveillance nécessaire et faire toutes propositions utiles au préfet.

Si, par erreur, de semblables abaissements ou même des suppressions de ces frais ont été consentis, il y a lieu de demander à la commune d'imputer les frais sur les ressources ordinaires du budget communal; mais en cas de refus de sa part il ne semble pas possible de l'y obliger.

Contrôle. — FRAIS DU CONTRÔLE COMMUNAL. — *Possibilité de dépasser le taux réglementaire avec imputation sur le budget communal.*

Les communes peuvent allouer aux agents chargés du contrôle communal des distributions d'énergie électrique des indemnités supérieures à celles qui résultent des tarifs réglementaires, à condition d'imputer la différence sur les ressources ordinaires du budget communal.

Les communes peuvent allouer à ces agents une rétribution annuelle fixe.

Si ces agents sont les agents chargés du contrôle d'État, les mêmes dispositions sont applicables, sous la réserve de l'autorisation du ministre des Travaux publics donnée sur le rapport de l'ingénieur en chef du contrôle.

A. MONMERQUÉ,
Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Législation, jurisprudence, réglementation

Documents de jurisprudence.

ARRÊT DE LA COUR DE PAU. AUDIENCE DU 20 MARS 1918.

Tous ceux qui s'occupent *des contrats de concession* savent combien il est difficile, dans certains cas, de reconnaître si l'on est en présence d'une concession ou simplement d'une location immobilière. La Cour de Pau vient de déclarer qu'il faut prendre comme critérium la prestation fournie et remarquer si elle correspond plus à l'idée d'un loyer qu'à la redevance due pour un service exécuté. (Cet arrêt se trouve dans la *Gazette des Tribunaux* du 6 juin 1918.)

Lorsqu'une ville a stipulé le paiement d'une redevance annuelle pour l'ouverture de salons de jeux dans un casino, et que cette stipulation se rattache étroitement à la location du casino lui-même dont elle n'est que l'accessoire, la redevance a le caractère de loyer.

En conséquence, le litige né de la guerre, relatif au paiement de la redevance, est de la compétence exclusive de la commission arbitrale instituée par la loi du 9 mars 1918, et les tribunaux ordinaires doivent même d'office se déclarer incompétents.

Ces solutions résultent de l'arrêt suivant :

« La Cour,

» Attendu que par actes sous seings privés en date des 7 et 14 juin 1900, la ville de Biarritz a affermé à Bloch, Bertrand et Peyrieux, stipulant au nom de la Société en formation du grand casino de Biarritz des terrains domaniaux en vue de l'exploitation d'un casino; que, le 10 novembre 1902, la Société du grand casino municipal de Biarritz, alors formée, a donné à bail à la dame Catelain et à Boulant le grand casino de Biarritz; que ce bail était stipulé pour une durée de dix-huit années et devait prendre fin le 31 décembre 1920;

» Attendu que, le 12 août 1908, Boulant et la dame Catelain ont été autorisés à ouvrir des salons de jeux dans le casino Bellevue et que, à raison de cette autorisation, ils ont été obligés de payer une redevance annuelle de 50 000 fr à la ville de Biarritz;

» Attendu que le cahier des charges relatif à cette redevance stipule qu'il prendra fin en même temps que la sous-location du grand casino, c'est-à-dire le 30 décembre 1920, et que, si cette sous-location était résiliée plus tôt, le cahier des charges cesserait d'avoir effet le 31 décembre de l'année au cours de laquelle la résiliation se serait produite;

» Attendu par suite que cette convention relative à l'ouverture des salons de jeux constituait un accessoire à la sous-location et que le cahier des charges et la sous-location forment un tout, une seule exploitation, la résiliation de l'un entraînant la cessation de l'autre;

» Attendu que le cahier des charges du 4 juillet 1908 déclare expressément que les conditions qu'il énumère sont établies en considération de ce que les tenanciers du casino Bellevue sont en même temps sous-locataires du casino municipal de Biarritz; que la ville de Biarritz a voulu ainsi lier ensemble la sous-location et l'ouverture des salons de jeux du casino de Bellevue; que cela se conçoit ainsi d'autant plus que la sous-location à Boulant et à la dame Catelain du casino municipal de Biarritz avait eu pour effet de faire cesser la lutte et la concurrence entre le casino municipal et le casino Bellevue; que l'on ne comprend dans ces conditions que les deux contrats soient liés, réunis et prennent fin en même temps;

» Attendu, en outre, que la ville de Biarritz, en intervenant pour faire obtenir à Boulant et à la dame Catelain l'autorisation d'ouvrir des salons de jeux et en stipulant une redevance annuelle, leur a concédé un droit incorporel lui appartenant moyennant une redevance annuelle, c'est-à-dire un loyer; qu'il s'agit donc, dans l'espèce, d'un bail concernant la cession temporaire d'un droit incorporel et d'un litige portant sur l'exécution de ce bail; que ce litige étant né de la guerre la compétence appartient exclusivement à la commission arbitrale, aux termes des articles premier et 3, de la loi du 9 mai 1918, et que la Cour doit se déclarer incompétente, même d'office;

» Par ces motifs,

» La Cour se déclare incompétente. »

ARRÊT DE LA CHAMBRE DES REQUÊTES DU 18 MAI 1918.

Rien n'est plus ingrat que la question de la compétence en matière judiciaire ou administrative. Le nouvel arrêt de la Cour de cassation que nous signalons affirme à nouveau

Digitized by Google

le principe de la compétence judiciaire quand c'est un droit de propriété qui est violé. (Cet arrêt se trouve dans la *Gazette des Tribunaux* du 31 mai 1918.)

Toute violation du droit de propriété rentre, en principe, dans le domaine exclusif de l'autorité judiciaire. Aussi, une demande qui a pour but l'allocation de dommages-intérêts pour la prise de possession par une commune, avant l'accomplissement des formalités légales de terrains appartenant par indivis à un habitant de la commune, ayant ainsi pour objet une question de la violation de propriété, ne peut être appréciée que par l'autorité judiciaire.

Rejet au rapport de M. le conseiller Albert Curet, et sur les conclusions conformes de M. l'avocat général Trouard-Riolle, du pourvoi formé par la ville de Nice, contre un arrêt de la Cour d'appel d'Aix du 22 décembre 1914, rendu au profit de M. Louis Michel.

M. Morillot, avocat.

Paul Bougault,
Avocat à la Cour de Lyon.

ERRATA

Dans l'analyse de l'article de Jakobsen paru dans la « R. G. E. » du 5 octobre 1918, t. IV, page 491, 2e colonne, ligne 6, lire : Susceptance d'un fil (110 km à 61,1 p : sec) 387×10^{-6} mhos, au lieu de 387×10^{-6} ohms.

Dans l'article de M. Maurice Gariel « Étude sur les maxima de surpression dans les phénomènes de coups de bélier » il s'est glissé les erreurs suivantes que nous signalons à nos lecteurs.

Numéro du 21 septembre 1918, t. IV :

Page 404, 2e colonne, 7e ligne par en bas, lire : $\frac{av_0}{2gy_0}$, au lieu de : $\frac{av_0}{3gy_0}$;

Page 405, 2e colonne, 12e ligne par en bas, lire : ... au moins égal à $\frac{2L}{a}$, au lieu de : ... au plus égal à $\frac{2L}{a}$.

Page 409, 1re colonne, 9e ligne, lire : ... ne s'appliquent avec exactitude que si $\xi_M < \frac{y_0}{2}$, au lieu de ... ne s'appliquent que si $\xi_M < y_0$.

Numéro du 5 octobre 1918, t. IV :

Page 488, 2e colonne, ligne 8, lire : supérieure à $\frac{2L}{a}$, au lieu de : inférieure à $\frac{2L}{a}$.

Page 488, 2e colonne, ligne 12, lire : $\frac{2Lv_t}{gT} \times \frac{1}{1 + \frac{av}{2gy_0}}$, au lieu de : $\frac{2Lv_t}{gT} \times 1 + \frac{1}{\frac{av}{2gy_0}}$,

Nous signalons à nos lecteurs les erreurs suivantes qui se sont glissées dans l'article de M. Chireix « Propagation des courants électriques dans une antenne », publié dans la « R. G. E. » du 14 septembre 1918, t. IV, p. 363.

Page 363, 1re colonne, 7e ligne à partir du bas, lire : $<$ au lieu de $>$.

Page 365, équation 14, lire : $\frac{\cos \frac{2\pi}{\lambda} l'_2}{\cos \frac{2\pi}{\lambda} (l_1 + l'_2)}$, au lieu de : $\frac{\cos \frac{2\pi}{\lambda} (l_1 + l_2)}{\cos \frac{2\pi}{\lambda} l'_2}$.

Page 366, équation 21, lire : $I_0 \frac{\lambda_0}{2\pi} \cos \frac{2\pi}{\lambda_0} l'_2$, au lieu de : $I_0 \frac{2\pi}{\lambda_0} \cos \frac{2\pi}{\lambda_0} l'_2$,

Page 368, 1re colonne, 9e ligne à partir du haut, lire : $l'_1 L_2$, au lieu de : $L'_1 L'_2$.

Page 368, 2e colonne, équation 37 lire : signe — au 1er membre.

Page 368, 2e colonne, équation 39 lire : signe — au 2e membre.

Page 369, équation 40, lire : $\frac{1}{L_2}$ devant le second membre de l'équation.

Page 369, équations 43 et 44, lire : $\frac{f'(x)}{f(x)}$, au lieu de : $f'(x)$.

Page 370, équation 47, lire : $\frac{x}{A}$, au lieu de : $\frac{A}{x}$.

Page 371, équation 56bis, lire : $[\text{th } b_2 l \text{ ch } b_2 x - \text{sh } b_2 x]$, au lieu de : $[\text{tg } b_1 l \cos b_1 x - \text{sh } b_2 x]$.

Page 373, 1re colonne, 19e ligne, lire : I_0, au lieu de : I_0

Page 374, 1re colonne, lire : devant (1) la remarque suivante : Ceci d'après la notation même de R, R étant une quantité telle que $R I_0^2$ représente la puissance réelle.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR :
J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF :
Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. — TOME IV. — N° 23. — 7 DÉCEMBRE 1918.

AVIS. — *La nécessité de restreindre la consommation du papier nous met dans l'obligation de limiter au strict nécessaire le tirage de nos exemplaires. Nous prions donc instamment ceux de nos abonnés dont l'abonnement expire au 31 décembre de nous envoyer le montant de leur renouvellement avant cette date, s'ils veulent éviter une interruption dans l'envoi des numéros et le risque de ne pouvoir se procurer ensuite les numéros non envoyés. Il est rappelé que les lecteurs qui reçoivent leurs numéros par l'intermédiaire des Syndicats de l'Électricité doivent s'adresser directement au Syndicat dont ils font partie et non à nos bureaux.*

Chronique. — Nécrologie : Marcel Deprez. — Manifestation de sympathie entre électriciens français et italiens. — Les alternateurs à haute fréquence. — Bibliographie : Les courants électriques alternatifs, par Hector PÉCHEUX; L'industrie du fer, par Louis FÉRASSON ; Les industries électriques d'hier et de demain; l'enseignement de l'électricité industrielle, par Maurice SOUBRIER ; Les salaires ouvriers et la richesse nationale, la méthode de Taylor et le salaire moderne, premiers éléments d'une théorie de salaire, application à la fabrication du matériel de guerre, par F. BAYLE; The Electron; its isolation and measurement and the determination of some of its properties, par Robert-Andrews MILLIKAN, p. 857-860.

Section scientifique et technique. — Le diagramme des moteurs asynchrones, par L. LAGRON, p. 861. — Revues, analyses et informations : Sur les coefficients d'aimantation de l'oxygène, de l'oxyde azotique et la théorie du magnéton; p. 863; Sur un procédé de dosage des métaux par dépôt électrolytique, sans emploi d'une énergie étrangère, p. 864.

Section industrielle. — Etude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice (*suite*), par E. MAYNARD, p. 865. — Système de freinage avec la récupération d'énergie pour véhicules actionnés par moteurs monophasés à collecteur, par Dr BEHN-ESCHENBURG, p. 877. — Considérations sur les disjoncteurs à huile, par W.-A. COALES et W.-H. WADMORE, p. 882. — L'aluminium dans l'appareillage électrique, par ZETTER, p. 887. — Revues, analyses et informations : Automotrices Diesel électriques, p. 891 ; L'industrie de l'aluminium en Allemagne et en Autriche-Hongrie pendant la guerre, p. 896, Le tirage et les chaufferies automatiques, p. 896.

Nécrologie : Marcel Deprez. — Un grand inventeur vient de mourir et l'on me demande de lui consacrer quelques lignes. C'est un pieux devoir pour moi, car il m'a beaucoup encouragé dans ma jeunesse. Je fus mis en relations avec lui, en 1880, par Napoli qui avait construit, sur ses indications, le wagon dynamomètre de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

Cet appareil était un chef-d'œuvre d'ingéniosité. Je l'ai bien connu, car il me fut confié pendant plusieurs années. On y enregistrait, en fonction du chemin parcouru, la vitesse du train, l'effort exercé sur la barre d'attelage du wagon, la puissance développée sur elle et on totalisait le travail produit. Enfin, et c'est ce qu'il y avait de plus extraordinaire, on y relevait, à distance, des diagrammes dans les cylindres de la locomotive.

Marcel Deprez était un mécanicien hors ligne. Il avait, en particulier, fait une machine à résoudre les équations à laquelle Joseph Bertrand s'était vivement intéressé. Il avait aussi travaillé, avec le général Sebert, à la mesure des pressions développées dans les bouches à feu.

Quand je l'ai connu, il était ingénieur de la maison Carpentier, où il s'occupait d'appareils de mesure. C'est à lui que l'on doit les premiers ampèremètres et voltmètres industriels. Le docteur d'Arsonval lui en suggéra une modification heureuse et c'est ainsi que fut créé l'admirable galvanomètre Deprez-d'Arsonval, qui est demeuré, pour les électriciens, l'instrument de mesure par excellence.

Je me rappelle encore l'impression qu'il me fit, lorsque je lui fus présenté et qu'il voulut bien m'exposer ses idées. Son esprit était d'une clarté et d'une précision merveilleuses.

Quelques années plus tard, en 1884, il accepta de faire, avec moi, une étude générale sur les divers systèmes de traction des véhicules et me fit ainsi un grand honneur. Il ne pouvait montrer plus de bienveillance envers un jeune ingénieur. Nous avions en vue l'application de la traction électrique au Métropolitain de Paris ; c'était prématuré, mais notre effort n'a peut-être pas été inutile.

A l'instigation du docteur Cornélius Herz, il étudia spécialement la question du transport électrique de l'énergie. Il reconnut que l'on pouvait réduire les pertes en lignes autant qu'on le voulait, à condition de se servir de courants de tension suffisante, et annonça que:

Digitized by Google

Le rendement était indépendant de la vitesse, ce qui souleva tant de discussions passionnées, à l'époque.

Il eut, le premier, l'idée de la transformation des courants alternatifs et, en accouplant deux bobines de Rumkkorf semblables, réalisa la double transformation qui permettait de produire et de n'utiliser que des courants de basse tension, en localisant les courants de haute tension dans la ligne de transport.

Mais ces bobines étaient de mauvais transformateurs: les résultats, qu'il obtint avec elles, lui parurent peu encourageants et il abandonna les courants alternatifs pour les courants continus. S'il ne chercha pas à perfectionner ces appareils, ne fermant leurs circuits magnétiques dans des masses de fer et en réduisant leurs fuites, c'est que, sous l'influence de Joseph Bertrand, il était demeuré un fidèle adepte de l'action à distance et qu'il se refusait à rien voir d'objectif dans la notion des lignes de force.

Marcel Deprez

Ramené à l'étude des machines à courant continu, il apporta beaucoup de clarté dans des questions très obcures. Il conçut les *caractéristiques*, dont nous faisons journellement l'emploi.

Il montra ensuite comment, de la connaissance de la caractéristique d'une dynamo, on pourrait déduire la modification à faire à son enroulement pour lui faire débiter des courants d'une autre tension choisie à volonté.

Il voulait non seulement transporter l'énergie à grande distance, mais aussi la distribuer au moyen de courants de tension quelconque, quel que fût le débit de la ligne de transport. Cela le conduisit à faire des machines compounds.

Marcel Deprez subit le sort de tous les inventeurs. La plupart de ses contemporains se firent un point d'honneur de combattre ses idées et de les traiter d'utopies. Il les défendit avec un rare courage et finit par les imposer, à la suite d'expériences successivement répétées à une exposition de Munich, aux ateliers de Chemins de fer du Nord à La Chapelle, à Grenoble et enfin entre Creil et Paris. Il en fit ensuite des applications industrielles, d'abord à Bourganeuf, puis entre Saint-Ouen et Paris il fit une installation qui demeura en service pendant une dizaine d'années.

Un peu aigri par cette lutte continuelle et convenant mal à son tempérament, parce que c'était un grand timide, il se retira prématurément sous sa tente et se consacra presque exclusivement à ses fonctions de professeur au Collège de France et au Conservatoire des Arts et Métiers.

Mais il a été le père de cette magnifique industrie du transport électrique de l'énergie et, ne serait-ce qu'à ce titre, tout le monde doit respectueusement saluer sa grande mémoire.

Maurice Leblanc.

Manifestation de sympathie entre électriciens français et italiens. — En mai 1915, lorsque l'Italie entra à nos côtés dans le conflit mondial, M. Ferdinand Meyer qui, au Congrès de Turin de 1911, avait pris la parole au nom des électriciens français, envoya au professeur Lombardi, l'éminent président de ce Congrès, la dépêche suivante :

A l'heure glorieuse où l'Italie se lève devant l'ennemi commun, j'envoie, au nom des ingénieurs électriciens français, leur salut fraternel à leurs collègues italiens avec nos vœux ardents pour le succès de votre vaillante armée.

Ces vœux s'étant récemment réalisés, M. Ferdinand Meyer adressait au professeur Lombardi cette autre dépêche :

A l'heure où se réalise l'unité de votre glorieuse patrie, les ingénieurs électriciens français envoient à leurs collègues italiens leur salut fraternel et partagent leur sentiment d'orgueil et de bonheur.

Voici la réponse du professeur Lombardi :

Naples, 7 novembre 1918.

J'ai reçu avec émotion profonde la salutation cordiale, que vous m'avez adressée en ce moment mémorable de notre histoire au nom des collègues électriciens français et je vous en remercie vivement. Monsieur le professeur L. Ferraris, président de notre Association électrotechnique, vous répondra officiellement, mais vous pouvez être sûr désormais de toute notre amitié et sympathie.

Votre dévoué

L. Lombardi.

Quelques jours après, M. Meyer recevait la dépêche qui suit :

Electriciens italiens très reconnaissants expriment à leurs collègues français leur sentiment d'admiration pour la merveilleuse victoire de la France ; ils forment des vœux pour que la fraternité armée devienne une entente cordiale pour le progrès scientifique et technique des deux pays.

Lombardi-Ferraris.

Digitized by Google

Les alternateurs à haute fréquence. — Nous recevons la lettre suivante de M. Marius Latour :

A l'article paru dans la « R. G. E. » du 23 novembre 1918, page 803, au sujet de l'alternateur à haute fréquence pour télégraphie sans fil de la Société Française Radio-Électrique, je dois ajouter l'observation suivante.

Il existe bien un brevet anglais n° 13904 du 30 septembre 1915 de la British Thomson-Houston et un brevet américain n° 1 242 532 de M. Alexanderson du 22 juin 1915. Mais ces brevets ont été publiés et connus respectivement en octobre 1916 et en octobre 1917, c'est-à-dire plus d'une année ou deux après le dépôt de mon brevet français du 7 septembre 1915 dont la nouveauté reste entière. Le texte de ma revendication n'est d'ailleurs pas celui de la revendication d'Alexanderson. Ma revendication porte exactement sur *une machine homopolaire à haute fréquence dans laquelle 2 m étant le nombre de dents ou d'encoches du stator, le nombre de projections polaires du rotor est* $(2n + 1)m$. Dans cette formule $2m$ et $(2n + 1)$ expriment respectivement un nombre pair et un nombre impair. Pratiquement on fait $(2n + 1) = 3$ et le nombre de dents dans le stator et le rotor sont dans le rapport de 2 à 3.

Sans doute, ainsi qu'il résulte de nombreux brevets et publications antérieurs, il était connu de chercher à créer des harmoniques dans une machine d'un type quelconque, mais on n'avait encore ni recherché, ni imaginé la disposition qui permet de faire disparaître la fréquence fondamentale. Le principe indiqué peut s'étendre aux autres machines et j'avais introduit déjà son application dans la machine à impédance variable, préconisée en premier lieu par M. Bethenod et dont la forme de denture statorique a été conservée dans la machine homopolaire de la Société Radio-Electrique. La supériorité de cette disposition, contestée tout d'abord en elle-même au cours de projets successifs, fut ensuite reconnue.

Il est arrivé ainsi que, grâce d'ailleurs aux tôles de 5/100 mm d'épaisseur que j'ai pu faire obtenir d'Amérique, la Société Française Radio-Électrique a construit en France, avec la collaboration active des ingénieurs de la Société Alsacienne et en particulier de M. O. Billieux, des machines à haute fréquence rivalisant certainement avec les meilleures machines de l'étranger.

Marius Latour.

Bibliographie : Les courants électriques alternatifs, par Hector Pécheux, censeur des études à l'Ecole nationale d'Arts et Métiers de Lille (1). — Cet ouvrage s'adresse surtout aux jeunes gens des Ecoles d'Arts et Métiers et aux élèves des Ecoles spéciales d'électricité soucieux de se perfectionner dans l'étude des courants alternatifs.

On n'y trouve la description d'aucune machine (génératrice ou réceptrice), l'auteur estimant qu'il existe un assez grand nombre de livres traitant de ces matières, c'est un exposé purement mathématique des phénomènes auxquels donnent lieu les courants alternatifs industriels.

L'ouvrage se divise en trois parties : la première concerne les courants alternatifs sinusoïdaux, la deuxième les courants alternatifs non sinusoïdaux et la troisième traite des applications des courants alternatifs (détermination de la formule de la force électromotrice efficace des alternateurs simples, diphasés, triphasés, de leur caractéristique utile, de leur puissance utilisable, de leur régulation, etc. Enfin les méthodes de mesure de ces courants, leur distribution, leur emploi dans les transformateurs, moteurs et appareils d'éclairage sont également envisagés toujours au même point de vue un peu abstrait, c'est-à-dire sans descriptions et uniquement sous la forme mathématique.

Il est évident que la question des transports d'énergie par courants alternatifs étant appelée à jouer un grand rôle dans l'avenir, l'étude des propriétés de ces courants est primordiale, l'ouvrage arrive donc à son heure. Regrettons seulement que l'éditeur n'ait pas cru nécessaire de soigner les figures, l'ouvrage y gagnerait en clarté en certains endroits.

(1) 1 vol., 16 cm × 25 cm, 250 pages, 142 fig, édité par la librairie Delagrave, 15, rue Soufflot, Paris. Prix, broché, 12,50 fr. Majoration temporaire de 20 pour 100.

Bibliographie : L'industrie du fer, par Louis Férasson, ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur civil des Mines (1). — Le sous-titre de l'ouvrage : « Ce que tout le monde doit savoir sur la métallurgie du fer et ses produits : la fonte, le fer et l'acier; la métallurgie du fer dans le monde et particulièrement en France » montre suffisamment que l'auteur a voulu écrire un ouvrage de vulgarisation sans aucune prétention technique. Mais il est écrit de main de maître par un ingénieur qui connaît la métallurgie pour l'avoir apprise non dans un livre, mais par la pratique acquise à l'usine, notamment aux Forges de Neuves-Maisons, de la Compagnie de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons. Il est né du fait que, situées près de Nancy, dans une région constamment traversée par nos troupes, les Forges de Neuves-Maisons sont devenues l'objet d'un véritable pèlerinage de nos « poilus » : officiers, soldats, tirailleurs du Sénégal et du Maroc, automobilistes malgaches, défilent devant les hauts fourneaux, les convertisseurs, les fours Martin, montrant par les questions qu'ils posent tout l'intérêt qu'ils portent à l'élaboration des matières premières de notre matériel de guerre. C'est pour eux, c'est pour les initier sans difficulté à la métallurgie du fer que M. Férasson a pris la plume. Mais les civils de l'arrière auraient tort de ne pas s'y initier aussi, car le fer, après avoir contribué à notre victoire, aura une immense tâche à remplir dès la signature de la paix. Nous leur conseillons donc de lire le livre de M. Férasson et nous leur garantissons qu'ils n'auront pas de regret d'avoir suivi ce conseil.

Bibliographie : Les industries électriques d'hier et de demain ; l'enseignement de l'électricité industrielle, par Maurice Soubrier, ancien élève de l'Ecole polytechnique, professeur suppléant d'Electricité industrielle au Conservatoire national des Arts et Métiers (2). — Cet ouvrage constitue une introduction aux « Cours de Travaux pratiques d'Electricité industrielle du Conservatoire des Arts et Métiers » faits par l'auteur en qualité de suppléant de M. Marcel Deprez et dont il se propose de commencer bientôt la publication. M. Soubrier y embrasse d'un seul coup d'œil d'ensemble le développement de l'industrie électrique dans ces dernières années, son état actuel, de l'extension qu'elle ne peut manquer de prendre dans l'avenir.

La première partie se rapporte à la production de l'énergie. L'auteur y montre l'état actuel du réseau électrique français, l'importance prise par la production hydro-électrique, celle que prendra l'utilisation des gaz fours à coke et hauts fourneaux.

La seconde est consacrée à l'utilisation de l'énergie élec-

(1) Un vol., 19 cm × 12 cm, 218 pages, édité par Payot et Cie, 106, boulevard Saint-Germain, Paris Prix, broché, 4,50 fr.

(2) Un vol., 25 cm × 16 cm, 214 pages, édité par H. Dunod et E. Pinat, Paris. Prix, broché, 12 fr, majoration comprise.

Digitized by Google

trique. Après un chapitre sur la réorganisation des régions envahies, les applications de l'électricité à l'électrochimie, l'électrométallurgie, la traction sur les chemins de fer, l'éclairage et le chauffage, l'agriculture, enfin à l'équipement des ateliers, des ports et des gares, sont successivement envisagées.

La troisième partie s'occupe de l'organisation des usines et du commerce de matériel électrique. La quatrième et dernière est consacrée à la formation du personnel et de ses cadres. Elle est suivie d'une annexe écrite par M. A. Blondel, où celui-ci expose ses vues sur l'organisation de l'enseignement technique supérieur.

Bibliographie : Les salaires ouvriers et la richesse nationale. La méthode de Taylor et le salaire moderne. Premiers éléments d'une théorie du salaire. Application à la fabrication du matériel de guerre, par F. Bayle, ingénieur-conseil (1). — Parmi les réformes à faire en France pour assurer à notre industrie son plein développement, une des plus importantes, au point de vue économique et au point de vue social, est celle des méthodes de paiement du travail ouvrier selon les méthodes préconisées par les grands ingénieurs ou industriels contemporains : Taylor, Halsey, Gantt, Rowan, York, etc.

Le travail est l'élément essentiel de la vie. En extrayant, modifiant, cultivant, améliorant, transformant, déplaçant la matière; en multipliant les produits, en diminuant leur prix de revient; en les transportant économiquement, le travail donne à chaque homme l'indispensable d'abord, le superflu ensuite ; c'est lui qui embellit les cités, paye les écoles, les travaux publics, les hôpitaux, et toutes les œuvres sociales. Pour pouvoir lutter avantageusement contre les concurrents étrangers, l'industrie française aura besoin, après la guerre, de faire appel à l'organisation de la production selon les principes scientifiques de Taylor. Mais la méthode de Taylor est d'une difficulté de mise en route assez grande pour que l'on ne puisse guère, sauf exception, en espérer la généralisation rapide. Il sera utile et même souvent indispensable de préparer les voies à la pure méthode scientifique en appliquant, transitoirement, les méthodes modernes de paiement. M. F. Bayle a exposé le sujet sous sa double face, théorique pour les ingénieurs et les économistes, pratique pour les industriels et les ouvriers : il a envisagé également la question de l'application immédiate à la construction du matériel de guerre. La tarification du travail dans les usines de guerre est liée directement, pour la période des hostilités, à la question de la vie chère ; l'auteur montre que ce sont les salaires abusifs, payés inconsidérément par l'État au début de la guerre, qui ont provoqué avant son heure le mouvement de hausse des denrées alimentaires. En résumé, il ressort du livre de M. F. Bayle qu'il faut absolument modifier les anciennes méthodes de paiement qui poussent et même parfois obligent les ouvriers à restreindre leur production pour le plus grand dommage de la Nation. Voici les titres des différents chapitres du travail de M. F. Bayle : La Productivité ouvrière, les Salaires ouvriers et la Richesse nationale, les Eléments d'une théorie de salaire moderne ; Application du salaire moderne à la fabrication du matériel de guerre ; les Salaires ouvriers et la défense nationale. L'importance des questions traitées par M. F. Bayle ne saurait laisser le public français indifférent, et l'ouvrage de l'auteur est appelé à avoir une grande influence sur l'avenir de notre industrie.

(1) Un volume, 25 cm × 16 cm, 226 pages, édité par H. Dunod et E. Pinat, 47 et 49 quai des Grands-Augustins. Prix, broché, 6.50 fr plus majoration temporaire de 20 pour 100).

Bibliographie : The Electron; its isolation and measurement and the determination of some of its properties, par Robert-Andrews Millikan, professeur de Physique à l'Université de Chicago (1). — En écrivant ce livre, l'auteur s'est proposé d'exposer d'une manière méthodique nos connaissances actuelles sur l'électron et les phénomènes électroniques. Il s'adresse non seulement aux physiciens, mais encore à tous ceux qui, possédant une instruction d'un niveau suffisamment élevé, veulent se tenir au courant des progrès de la physique moderne ; aussi ne rencontre-t-on, dans le cours de l'exposé, aucun de ces longs et compliqués calculs dont sont émaillés les mémoires originaux sur la théorie électronique : ceux que l'auteur a jugé indispensables aux lecteurs désireux d'avoir une preuve mathématique de certaines propositions ont été présentés dans quelques courts appendices. C'est donc moins un traité didactique sur l'électron qu'un ouvrage de haute vulgarisation que nous présente M. Millikan; son travail n'en est que plus intéressant pour la plupart des lecteurs de cette Revue.

L'ouvrage est divisé en dix chapitres. Le premier est consacré au rappel des idées anciennes sur la nature de l'électricité : théorie du fluide unique de Franklin, théorie de deux fluides de Symmers qui constitue plutôt un recul qu'un progrès dans l'évolution de nos connaissances sur la nature de l'électricité, théorie de Faraday qui attribue un rôle fondamental au diélectrique séparant les corps électrisés et laisse de côté la nature de l'électricité elle-même, bien que l'existence d'une quantité élémentaire d'électricité ait été mise en évidence par Faraday lui-même dans ses travaux sur l'électrolyse, théorie de l'électromagnétisme de Weber où apparaît la considération de masses élémentaires d'électricité, considération qui fut développée plus tard par Lorenz ainsi que par les nombreux physiciens qui contribuèrent à l'édification de la théorie électronique. Dans les trois chapitres suivants, l'auteur montre tout d'abord comment les lois de la conduction dans les électrolytes ont pu être étendues à la conduction dans les gaz; il expose ensuite les tentatives faites anciennement en vue de déterminer directement la valeur e de la quantité élémentaire d'électricité, puis il indique les considérations générales qui prouvent la nature atomique de l'électricité et termine par la description des méthodes qui ont permis une détermination de e. Un chapitre est consacré à l'étude du mécanisme d'ionisation des gaz par les rayons X et les rayons du radium; un autre à celle des mouvements browniens dans les gaz. Le chapitre VIII aborde une question qui, dans ces derniers temps, a donné lieu à de nombreux travaux : existe-t-il une quantité d'électricité élémentaire plus petite que celle admise jusqu'ici? Existe-t-il un sous-électron? Après discussion, M. Millikan conclut « qu'il n'y a jusqu'ici aucune évidence de l'existence d'un sous électron ». Dans le chapitre suivant, fort intéressant, sont exposées les diverses hypothèses qui ont été faites sur la structure de l'atome; dans le dernier sont discutés les problèmes que la théorie corpusculaire de l'électricité a soulevés dans le domaine de l'énergie radiante et qui ont donné lieu à la théorie des quanta.

Ce court aperçu de l'ouvrage de M. Millikan suffira, croyons-nous, pour montrer l'intérêt que présente sa lecture

(1) Un vol., 19 cm × 13 cm, 268 pages, 31 fig., édité par The University of Chicago Press. Chicago, Illinois. Prix, cartonné, 1 dollar 50 cent.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Le diagramme des moteurs asynchrones

Comme suite à la note « Construction pratique du diagramme du fonctionnement des moteurs biphasés », publiée dans le numéro du 7 septembre 1918, t. IV, p. 349, par M. J. Damien, un de nos lecteurs, ingénieur à Lyon, nous adresse la note ci-dessous relative au même sujet. La méthode très simple de construction décrite dans cette note est appliquée journellement par l'auteur qui s'est assuré de son exactitude pratique par des essais complets de moteurs.

Parmi les différentes méthodes indiquées pour la construction du diagramme d'intensité des moteurs asynchrones, nous croyons utile d'en rappeler une ne nécessitant le tracé que d'un seul cercle et seulement la connaissance des courants à vide et en court-circuit, avec leurs déphasages respectifs et des résistances du stator et du rotor (celle du stator pour le cas des moteurs à induit en court-circuit peut d'ailleurs suffire).

En outre, la connaissance des pertes mécaniques à vide (frottement, ventilation) peut être utile pour préciser un point de fonctionnement, comme on le verra ultérieurement, mais ce n'est pas absolument nécessaire.

Toutes les valeurs ci-dessus peuvent être calculées s'il s'agit d'un moteur à construire ou déterminées par des essais courants, s'il s'agit d'un moteur à vérifier.

Appelons :

U_1, la tension d'alimentation par phase;

R_1, la résistance par phase du stator;

R_2, la résistance par phase du rotor;

R'_2, la résistance par phase du rotor ramenée au stator;

m_1, le nombre de phases du stator;

m_2, le nombre de phases du rotor;

I_0, le courant à vide;

$\cos\varphi_0$, le déphasage du courant à vide;

I_{cc}, le courant de court-circuit;

$\cos\varphi_{cc}$, le déphasage du courant de court-circuit.

A partir d'une origine O, suivant deux axes rectangulaires OX et OY, portons en abscisses les courants réactifs et en ordonnées les courants actifs. Les puissances correspondantes seront obtenues en multipliant les intensités par $m_1 U_1$.

Nous obtiendrons facilement les valeurs des facteurs de puissance en prenant sur OY une échelle divisée à partir de o, de o à 1, et en traçant un quart de cercle ayant comme rayon l'unité choisie; le facteur de puissance sera indiqué par l'intersection avec l'échelle, de l'horizontale menée du point de rencontre du quart de cercle avec le vecteur d'intensité considéré, et réciproquement.

Traçons ainsi les deux vecteurs représentant les intensités à vide et en court-circuit, soit P_0 et P_{cc}, les deux points obtenus et traçons la droite $P_0 P_{cc}$, rencontrant l'axe des abscisses en S.

Le centre du cercle de fonctionnement doit se trouver sur la perpendiculaire élevée au milieu de $P_0 P_{cc}$.

Menons la verticale $P_0 A$ jusqu'à sa rencontre avec le vecteur du courant de court-circuit; le centre se trouve sur l'horizontale menée par un point B situé entre P_0 et A. Soit C le centre cherché et soit α l'angle COX. On a

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{I_0 \sin(\varphi_0 + \varphi_{cc})}{I_{cc} - I_0 \cos(\varphi_0 + \varphi_{cc})}.$$

Les angles φ_0 et φ_{cc} étant presque égaux en général et la distance $P_0 A$ étant très petite, on peut prendre très approximativement B au milieu de $P_0 A$.

Ayant tracé le cercle pour un point P de fonctionnement en charge, OP sera l'intensité totale I absorbée par phase par le stator et PD l'intensité wattée correspondante.

Le facteur de puissance sera $\cos\varphi = \frac{PD}{OP}$; on l'obtiendra directement sur l'échelle des facteurs de puissance, comme il a été dit précédemment.

Soit E l'intersection de PD avec la droite $P_0 P_{cc}$, que nous appellerons la droite des puissances utiles; la distance PE représente la puissance utile, ED les pertes, et le rendement sera donné par le rapport $\frac{PE}{PD}$.

Nous pouvons tracer une échelle de rendement de la manière suivante : menons par P_{cc} la tangente au cercle jusqu'à sa rencontre S_1 avec l'axe OY et menons SS_1; traçons une horizontale limitée entre SS_1 et la droite des puissances utiles : $P_0 P_{cc}$; cette horizontale graduée de o à 100 servira d'échelle des rendements en pour 100, lequel, pour le point P, sera déterminé par l'intersection de cette échelle avec la droite SP.

Le point S_1, sortant en général des limites du diagramme, il suffira très approximativement de remplacer la droite SS_1 par une verticale menée par S.

Soit P_A le point de glissement nul ou de synchronisme, obtenu en prenant $P_A P_0$ égal à l'intensité wattée correspondant aux pertes mécaniques à vide. La

Digitized by Google

distance PP_A représente l'intensité dans le rotor ramenée au stator I'_2.

Si n_1 et n_2 représentent le nombre de spires en série par phase du stator et du rotor et f_1 et f_2 les facteurs de bobinage de ces enroulements, le courant dans le rotor sera donné par l'expression $I_2 = I'_2 \frac{m_1 f_1 n_1}{m_2 f_2 n_2}$.

La puissance utile maximum est donnée par la distance $P_M E_M$, P_M étant l'intersection du cercle avec la verticale menée du centre C à la ligne des puissances utiles $P_0 P_{cc}$.

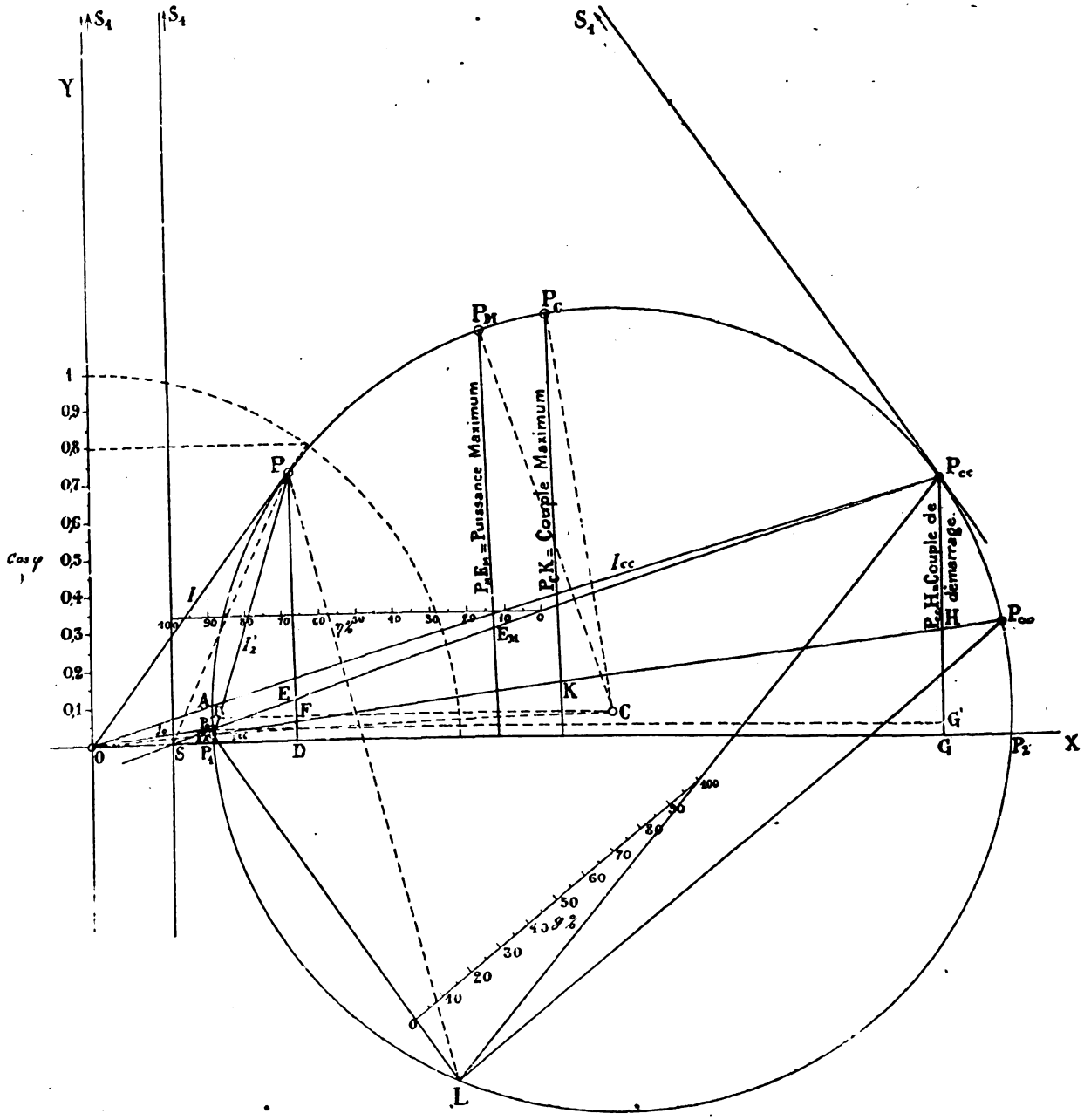


Fig. 1.

Cette puissance maximum est d'ailleurs donnée par la formule

$$W_{max} = m_1 U_1 \frac{I_{cc} - I_0 \cos(\varphi_0 - \varphi_{cc})}{2(1 + \cos \varphi_{cc})}.$$

ou, en supposant $\varphi_0 = \varphi_{cc}$, par la formule approchée connue

$$W_{max} = m_1 U_1 \frac{I_{cc} - I_0}{2(1 + \cos \varphi_{cc})}.$$

On obtient les points de rendement et de facteurs de puissances maximum en menant de S et O les tangentes

Digitized by Google

au cercle. On voit que ces deux points coïncident quand $\varphi_0 = \varphi_c$.

Du point de court-circuit P_{cc}, menons la verticale $P_{cc}G$ et prenons dessus un point H la divisant en deux segments GH et $P_{cc}H$ respectivement proportionnels aux pertes dans le stator et le rotor (en comprenant dans le stator les pertes dans le fer). Pour cela, menons l'horizontale $P_A G'$ et divisons $P_{cc}G'$ en deux segments G'H et $P_{cc}H$ proportionnels aux pertes par effet Joule dans le stator et le rotor.

Dans le cas des moteurs à induit en court-circuit où on ne peut mesurer que la résistance du stator, il suffit de porter GH égal à l'intensité wattée correspondant aux pertes en court-circuit dans le stator, c'est-à-dire porter en G'H les pertes par effet Joule $m_1 R_1 \overline{I_{cc}}^2$ (plus exactement $G'H = R_1 \frac{\overline{I_{cc}}^2}{\overline{U_1}}$).

Traçons la droite $P_A H P_\infty$ que nous appellerons droite des couples. P_∞ est un point de glissement infini, correspondant à un rotor sans résistance.

On aura en PF le couple correspondant au point P;

$P_{cc}H$ le couple de démarrage, dans le cas de mise en route directe (moteurs à induits en court-circuit);

Pc K, le couple maximum.

Par un point quelconque L, du cercle, traçons les trois droites LP_A — LP_{cc} et LP_∞ et graduons de 0 à 100 une parallèle à $P_\infty L$ (P_∞ étant un point de glissement infini) s'appuyant à ses extrémités sur $P_A L$ et $P_{cc} L$ (P_A et P_{cc} étant les points de glissement nul et égal à l'unité). Nous obtenons ainsi un échelle de glissements donnés en pour 100. Le glissement correspondant au point P sera donné par l'intersection de PL avec cette échelle.

Enfin, soit P_1 la projection du point P_0 sur l'axe des X (OP_1 est le courant magnétisant à vide) et P_2 la projection, sur cet axe, de l'extrémité extrême du diamètre du cercle parallèle à cet axe; le coefficient de dispersion est donné par le rapport

$$\sigma = \frac{OP_1}{OP_2}.$$

Dans toutes les applications que nous avons faites de cette méthode très simple, nous avons constaté que les résultats étaient très voisins de la réalité, et ce diagramme se prête très bien à la détermination des différentes courbes de rendements, déphasages, glissements des moteurs, ainsi qu'à la détermination simple des rhéostats de démarrage des moteurs à induits à bagues et des différents démarrages des moteurs à induit en court-circuit.

L. Lagron.

Revues, analyses et informations

Sur les coefficients d'aimantation de l'oxygène, de l'oxyde azotique et la théorie du magnéton (1).

La théorie du magnéton (2) a donné une grande importance aux mesures des coefficients d'aimantation. Celles-ci permettent, en effet, de soumettre au contrôle de l'expérience la loi des rapports rationnels entre les moments magnétiques moléculaires, et, d'une façon indirecte, les hypothèses cinétiques qui sont à la base de la théorie de Langevin.

La théorie s'applique d'une façon presque immédiate aux gaz paramagnétiques. M. Weiss avait déjà communiqué deux notes à l'Académie (3) sur les coefficients d'aimantation de l'oxygène et de l'oxyde de carbone. Il vient de reprendre leur mesure, en collaboration avec MM. Edmond Bauer et Auguste Piccard, afin d'éliminer toute cause d'erreurs systématiques. Ils ont employé trois méthodes différentes dont deux étaient des variantes de celles qui avaient été employées autrefois. On mesure alternativement la dénivellation magnétique de l'eau dans une atmosphère d'hydrogène h_0 et dans le gaz à étudier h. La formule

$$\chi = \chi_0 \frac{h_0}{h - h_0}$$

donne la susceptibilité χ en fonction de la susceptibilité χ_0 de l'eau. L'un des appareils employés par les auteurs était un tube en U sensiblement analogue à ceux ayant servi dans les précédentes mesures; l'autre appareil était un tube en O permettant d'opérer en vase clos à l'abri de l'oxygène de l'air et des perturbations de la pression atmosphérique. Cet appareil a permis de trouver une cause d'erreur importante dont il n'avait pas encore été tenu compte. La dissolution d'un gaz magnétique dans l'eau abaisse sa susceptibilité (diamagnétique) d'une très petite quantité, 4 à 6 pour 1 000 au maximum. Mais si l'eau change de propriétés d'une expérience à l'autre, si, pendant la mesure de h_0, elle ne dissout que de l'hydrogène, sans influence sur sa susceptibilité, tandis qu'elle absorbe du gaz paramagnétique pendant la mesure de h, il en résulte, sur la différence $h - h_0$, une erreur par défaut qui peut atteindre 3,3 pour 100 pour l'oxygène, 5 pour 100 pour AzO. Pour éviter cette erreur, les auteurs se sont efforcés de faire les mesures de h et h_0 avec le même liquide, condition impossible à réaliser entièrement.

Cependant, en remplissant l'appareil au début de l'expérience d'eau privée de tout gaz en dissolution et commençant par la mesure sous l'hydrogène, on obtient un nombre trop faible; au contraire, en saturant au préalable l'eau du gaz magnétique à étudier, la mesure donne un nombre probablement trop fort, mais assez voisin de la valeur réelle. Les auteurs, par ce procédé, sont arrivés à enfermer les valeurs possibles des coefficients d'aimantation à 20°C, χ_{20},

(1) Edmond Bauer, Pierre Weiss et Auguste Piccard, *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 30 septembre 1918, t. clxvii, p. 485.

(2) Pierre Weiss. Le magnéton; *R. G. E.*, 10 février 1917, t. I, p. 203. — Le magnéton et les sels paramagnétiques dissous; *R. G. E.*, 15 décembre 1917, t. II, p. 925.

(3) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1912, t. clv, p. 1234, et 1913, t. clvii, p. 916.

Digitized by Google

entre des limites étroites différant l'une de l'autre de moins de 1 pour 100.

		O^2	AzO
χ_{20}	limite inférieure..	$1{,}0695.10^{-4}$	$0{,}483.10^{-4}$,
	limite supérieure.	$1{,}0790.10^{-4}$	$0{,}486.10^{-4}$.

La troisième méthode est nouvelle et indépendante de cette cause d'erreurs : étant donnée une colonne horizontale d'un gaz paramagnétique aboutissant d'un côté dans l'atmosphère et de l'autre dans un champ magnétique H, on mesure directement l'excès $\frac{\varkappa H^2}{2}$ de la pression dans le champ sur la pression extérieure, à l'aide d'un petit manomètre à eau.

Pour que l'eau ne subisse pas l'action du champ, on interpose entre ce manomètre et le gaz à étudier un tube rempli d'un gaz non magnétique, comme CO^2 (très faiblement diamagnétique), qui transmet la pression au manomètre. Il faut que la zone d'interdiffusion des deux gaz, qui s'étend peu à peu, reste confinée pendant toute la durée d'une mesure dans une région de champ magnétique uniforme. On y arrive en raccordant les deux colonnes gazeuses par un labyrinthe, c'est-à-dire un tube de diamètre variable recourbé en S multiple, assez ramassé pour être tout entier dans un champ magnétique uniforme. Grâce à cet appareil, la diffusion ne devenait gênante qu'une minute au moins après le remplissage, ce qui donnait chaque fois le temps de faire trois lectures avec champ et trois sans champ. Les auteurs ont obtenu ainsi les nombres définitifs qui suivent (σ représente le moment magnétique par molécule ou atome-gramme, calculé à l'aide de la formule de Langevin).

(O^2) $\chi_{20}=1{,}077.10^{-4}\pm0{,}003.10^{-4}$, $\sigma_{O^2}=1{,}587.10^4$, $\sigma_0=0{,}793$,

(AzO) $\chi_{20}=0{,}487.10^{-4}\pm0{,}0025.10^{-4}$, $\sigma_{NO}=1{,}033.10^4$.

En divisant par le magnéton-gramme 1123,5, on obtient, par atome d'oxygène, $n=7{,}06$ et, par molécule d'oxyde azotique, $n=9{,}20$, deux nombres qui ne sont pas entiers. Même pour l'oxygène, la différence de 1 pour 100 entre n et un entier n'est pas attribuable à des erreurs d'expérience qui devraient atteindre 2 pour 100.

Si on supposait les deux atomes librement articulés dans la molécule, on obtiendrait, il est vrai, des nombres entiers de magnétons ($n=9{,}99$ pour l'oxygène); mais, jusqu'à présent, la valeur de la chaleur spécifique suggère plutôt l'hypothèse de la molécule rigide.

En conclusion, ces résultats, calculés à la manière habituelle, sont en contradiction avec la théorie du magnéton. Cependant, celle-ci repose, par ailleurs, sur un ensemble si étendu de concordances que les auteurs ne se croient pas permis d'y renoncer. Ils émettent deux hypothèses : ou bien l'oxygène et son composé seraient une exception à la loi générale, ou bien les discordances observées seraient dues à un écart entre la théorie cinétique classique et les faits, écarts qu'on rencontre fréquemment en physique.

Sur un procédé de dosage des métaux par dépôt électrolytique sans emploi d'une énergie étrangère [1].

Plaçons en travers d'un creuset de platine contenant de l'acide sulfurique dilué une tige de métal conducteur d'un millimètre de diamètre environ et suspendons à cette tige une petite lame de zinc ou d'aluminium courbée en crochet à sa partie supérieure et plongeant, par sa partie inférieure, dans l'acide sans atteindre le fond du creuset, nous constituons une petite pile dont la lame de zinc ou d'aluminium forme le métal attaquable. Si le creuset contient en plus de l'acide sulfurique dilué, un sel de mercure, de l'iodure mercurique par exemple, le mercure se dépose sur la paroi du creuset de platine et non sur le zinc. Le courant intérieur de la petite pile peut donc produire un dépôt du métal d'un sel qu'on y a introduit, et la pesée de ce dépôt peut conduire à un procédé de dosage.

Si on remplace l'acide sulfurique dans le creuset par un autre réactif susceptible d'attaquer le zinc ou l'aluminium en fournissant un courant, et le sel de mercure par un sel d'un métal électrolysable, l'ensemble des phénomènes constatés reste le même.

M. Maurice François a procédé ainsi au dosage de l'argent, de l'or et du mercure.

Pour le dosage de l'argent et de l'or le liquide consiste en une solution de potasse chargée de cyanure de potassium; pour le dosage du mercure, c'est une solution d'acide sulfurique.

En pratique, une difficulté surgit, causée par des actions secondaires qui font qu'une petite quantité du métal à doser se dépose sur le zinc ou l'aluminium. Ce fait est dû à l'existence de petits couples électriques constitués par les impuretés du zinc ou de l'aluminium et qui agissent pour leur part, indépendamment de l'action principale qui porte le métal à doser sur le creuset de platine.

L'auteur a évité ces actions secondaires en employant exclusivement du zinc amalgamé recouvert d'une membrane poreuse constituée par du papier filtre.

L'appareil auquel s'est arrêté M. Maurice François comprend :

a) Un creuset de platine de 20 à 25 cm³ de capacité;

b) Une lame de nickel de 0,5 mm d'épaisseur, 60 mm de longueur et 12 mm de largeur, taillée en fourchette, c'est-à-dire portant sur la moitié de sa longueur une échancrure de 3 mm de largeur; elle est posée sur le creuset et porte la baguette de zinc;

c) Une baguette cylindrique de zinc pur de 5 mm de diamètre et 40 mm de hauteur, portant, à 3 cm environ de l'une de ses extrémités, deux encoches en regard qui permettent de l'engager dans l'échancrure de la fourchette de nickel.

Cette baguette est amalgamée au moins 24 heures avant l'usage et est couverte, avant l'emploi, d'un papier filtre replié et maintenu par un fil à coudre.

Pour les dosages d'argent et d'or, le liquide contenu dans le creuset est formé de : 2 cm³ d'eau destinés à dissoudre le sel à doser; 9 cm³ de dissolution de cyanure de potassium pur à 100 g par litre; 5 cm³ de lessive de potasse à 36° B; 2 cm³ d'ammoniaque à 22° B.

Pour le dosage du mercure, le creuset contient 20 cm³ d'une solution d'acide sulfurique à 100 g par litre et 0,5 g d'iodure de potassium.

La durée de l'opération, dans tous les cas, est de 24 heures.

L'auteur a effectué différentes mesures qui établissent la nature des phénomènes qui se passent dans le creuset pendant les dosages.

a) Si on supprime la fourchette de nickel et relie le creuset de platine et la baguette de zinc plongeant dans le creuset à un galvanomètre, on constate l'existence d'un courant.

b) Au cours des dosages, dans la période où l'élément à doser reste abondant dans le bain qui remplit le creuset, le poids de zinc dissous et le poids du métal à doser déposé sont ceux que font prévoir les lois de Faraday. Pour un atome de zinc dissous, il se dépose un atome de mercure.

c) Par la pesée du dépôt métallique produit en un temps donné, on peut connaître l'intensité moyenne du courant électrique pendant ce temps et en déduire la densité de courant sur le creuset dont la surface couverte par le dépôt métallique est de 30 cm².

Pour l'argent pendant les 45 premières minutes de l'opération, l'intensité moyenne est de 7 milliampères; la densité du courant sur le creuset est de 23 milliampères par décimètre carré.

Pour le mercure, l'intensité moyenne pendant les 45 premières minutes est de 33 milliampères; la densité du courant sur le creuset est de 110 milliampères par décimètre carré.

[1] Maurice FRANÇOIS. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 11 novembre 1918, t. CLXVII, p. 725. 800 mots.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Etude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice (*Suite*) (1)

Dans cette sixième partie de son travail, l'auteur étudie un moyen d'utilisation de la force motrice des marées basé sur l'emploi de bassins travaillant un temps déterminé après la pleine et la basse mer et donnant un travail continu. Il applique, comme d'habitude, ce nouveau procédé aux régions de Saint-Malo et de La Rochelle.

VI. — Moyen basé sur l'emploi de bassins travaillant un temps déterminé après la pleine et la basse mer, et donnant un travail continu.

1° Région de Saint-Malo.

Nous envisagerons deux bassins de 100 hectares chacun. Les brevetés pour l'emploi de ce système ont raisonné sur des marées de grande amplitude, et ne se sont pas rendu compte qu'en mort d'eau la chute devenait nulle.

Pour obtenir une force motrice continue, il faut adopter, en mort d'eau surtout, une hauteur de chute très inférieure au tiers de l'amplitude, et faire baisser l'eau du bassin plus lentement que la mer. Nous prendrons donc comme chute le quart de la dénivellation, soit 1 m. Le système fonctionnerait alors ainsi, le bassin de

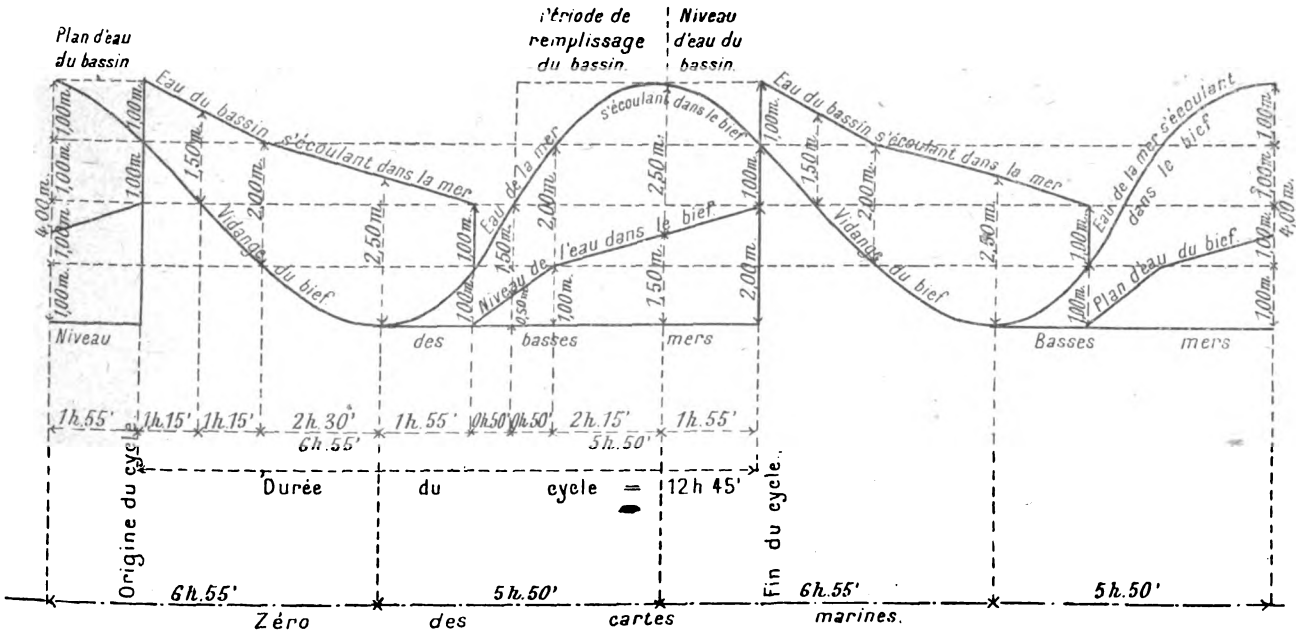


Fig. 30. — Diagramme de fonctionnement des bassins en mort d'eau.

marée étant plein, et le second, formant bief, vide :

Partant du quart du jusant, la chute serait de 1 m ; l'eau du bassin serait alors écoulée dans la mer jusqu'à ce qu'elle ait remonté en flot de 1 m au-dessus de la basse mer. A ce moment, la marée serait introduite dans le bassin vide jusqu'à ce que la mer soit descendue de 1 m en jusant. A la pleine mer, le bassin se serait rempli, et, à la basse mer, le bief se viderait ; le cycle recommencerait ensuite (fig. 30).

(1) Voir *R. G. E.*, 2, 9, 16; 23 et 30 novembre, t. IV, 653-658, 697-715, 749-761, 753-802 et 823-843

Digitized by Google

Mais pour qu'il y ait toujours chute, le plan d'eau du bassin ne devrait baisser que de 0,50 m, alors que la mer descendrait de 1 m; de même, l'introduction de l'eau dans le bief devrait être réglée pour que son plan ne s'élève que de 0,50 m par mètre de marnage de la mer (fig. 30).

La chute passerait successivement par les valeurs suivantes :

1° Les eaux du bassin étant écoulées à la mer :

Du 1/4 à 1/2 jusant, 1 à 1,50 m, moyenne, 1,25 m;

De moitié à 3/4 jusant, 1,50 à 2 m, moyenne, 1,75 m;

De 3/4 jusant à basse mer, 2 à 2,50 m, moyenne 2,25 m.

Le deuxième bassin se vide au bas d'eau.

De la basse mer au 1/4 du flot, 2,50 à 1 m, moyenne, 1,75 m.

2° L'eau de mer étant écoulée dans le deuxième bassin :

Du 1/4 à la moitié du flot, 1 à 1,50 m, moyenne, 1,25 m;

De moitié aux 3/4 du flot, 1,50 à 2 m, moyenne, 1,75 m;

Des 3/4 du flot à la pleine mer, 2 à 2,50 m, moyenne, 2,25 m.

Le bassin de marée se remplit au plein.

Du plein au 1/4 du jusant, 2,50 à 1 m, moyenne, 1,75 m.

La chute varierait donc de 1 m à 2,50 m (fig. 30), et la moyenne serait de 1,85 m.

Pendant le cycle, le volume d'eau mis en action dans le bassin de marée n'aurait que 2 m de hauteur; de même, le volume d'eau introduit dans le deuxième bassin formant bief, n'aurait également que 2 m de hauteur.

Le diagramme présente un ressaut brusque dans le plan d'eau du bief parce que la hauteur a été déterminée selon la marée, mais, en pratique, l'écoulement serait réglé de manière que le diagramme donne une ligne régulière A E B.

Le travail réel qui pourrait être recueilli dans une marée de morte eau de 12 h 45′ serait, pour un bassin de 100 hectares, égal à

$$1\,000\,000 \times 4{,}00 \times 1\,026 \times 1{,}85 \times \times 0{,}80 = 6\,073\,920\,000 \text{ kgm},$$

correspondant à une puissance de

$$\frac{6\,073\,920\,000}{12\text{ h }45' \times 270\,000} = 1\,765 \text{ ch.}$$

La puissance théorique moyenne étant de

$$\frac{16\,416\,000\,000 \text{ kgm}}{12\text{ h }45' \times 270\,000} = 4\,769 \text{ ch,}$$

le rendement ne serait que de

$$\frac{1\,765}{4\,769} = 0{,}3701,$$

c'est-à-dire la moitié de ce que pourrait donner, dans les mêmes conditions, un bassin de 100 hectares rempli d'eau sur 1 m de hauteur. Mais pour le même volume d'eau que dans le système type, le rendement serait double, soit 0,7402.

Le bassin devrait avoir son fond à la cote (4,50) + (2) = (6,50), et le second, qui servirait de bief, à la cote (0,00).

Le diagramme fig. 30 indique la chute successivement obtenue. Comme elle varierait de 1 à 2,50 m, on pourrait employer une partie de la force motrice à accumuler, dans un réservoir spécial de 100 hectares, l'eau nécessaire au fonctionnement des turbines sous une chute de 1,50 m par exemple.

Pour effectuer cette régularisation, remarquons qu'au début du fonctionnement la chute n'aurait que 1 m; il faudrait donc élever un volume d'eau de $1\,000\,000 \times 0{,}50 = 500\,000$ m³ à $1 + \frac{0{,}50}{2} = 1{,}25$ m au-dessus de la basse mer. La chute serait alors supérieure à 1,50 m jusqu'à la basse mer; mais du bas d'eau au 1/4 du flot, comme la chute varierait de 2,50 à 1 m, il serait nécessaire d'élever $1\,000\,000 \times 0{,}50 = 500\,000$ m³ d'eau à $2 + \frac{0{,}50}{2} = 2{,}25$ m au-dessus de la basse mer.

La chute serait ensuite supérieure à 1,50 m jusqu'à ce que la mer ait baissé de 0,67 m, d'après l'égalité $4 - x$ (abaissement) $= 1{,}50$ (hauteur d'eau du bief) $+ 1{,}50$ (chute) $+ \frac{x}{2}$;

d'où

$x = 0{,}67$ m = abaissement de la mer au début du jusant.

Il faudrait donc élever à ce moment $1\,000\,000 \times (0{,}50 - 0{,}33) = 170\,000$ m³ d'eau à $3{,}33 + \frac{0{,}17}{2} = 3{,}42$ m au-dessus de la basse mer.

Le fond du bassin auxiliaire devrait donc être à la cote $(4{,}50 + 2) = (6{,}50)$, comme celui du bassin de marée. Mais les volumes supplémentaires d'eau, sauf celui utile au début du fonctionnement, devant être à des niveaux inférieurs à la pleine mer, il ne serait pas nécessaire de les refouler mécaniquement; seuls 500 000 m³ seraient à élever, en les prenant à mi-marée, à $4{,}25 - 2 = 2{,}25 + 0{,}55$ m pour les pertes de charge $= 2{,}80$ m.

Par suite de la mise en œuvre de ces volumes supplémentaires d'eau, la chute varierait de 1,50 à 3 m, et la moyenne serait de 2,19 m, au lieu de 1,85 m, soit 0,34 m de majoration.

L'eau du réservoir supplémentaire serait, par ce moyen, aussi bien utilisée au point de vue du rendement que l'eau du bassin de marée, car les 1 170 000 m³ pourraient produire, sous la chute moyenne de 2,547 m, un travail de 2 979 990 kilogrammètres, alors que la majoration de travail réel obtenue serait de $1\,000\,000 \times 4 \times 1026 \times (2{,}19 - 1{,}85) \times 0{,}80$, soit de 1 116 288 kilogrammètres. Le rendement serait donc de

$$\frac{1\,116\,288}{2\,979\,990} = 0{,}3754,$$

c'est-à-dire légèrement supérieur à celui de 0,3701 trouvé ci-dessus.

Mais il est évident que si l'on considérait le volume

Digitized by Google

total d'eau du bassin auxiliaire, qui serait de $1\,000\,000 \times (4{,}50 - 2) = 2\,500\,000$ m³, le rendement serait médiocre, car il n'atteindrait plus que

$$\frac{1\,116\,288}{2\,500\,000 \times 1\,026 \times \left(\frac{2{,}00 + 2{,}50}{2}\right)} = 0{,}1339.$$

En compensation, on obtiendrait une puissance constante plus importante.

La puissance nécessaire à l'élévation de l'eau serait, pour une marée, de

$$\frac{500\,000 \times 1\,026 \times 2{,}80}{12\text{h}45 \times 270\,000 \times 0{,}80} = 522 \text{ ch.}$$

La puissance moyenne que produirait la chute rectifiée de 2,19 m, serait de

$$\frac{1\,000\,000 \times 4{,}00 \times 1\,026 \times 2{,}19 \times 0{,}80}{12\text{ h }45' \times 270\,000} = 2\,089 \text{ ch.}$$

Il resterait..... = 1 567 ch.

La puissance que produirait la chute de 1 m 50 serait de

$$\frac{1\,000\,000 \times 4{,}00 \times 1\,026 \times 1{,}50 \times 0.80}{12\text{ h }45' \times 270\,000} = 1\,431 \text{ ch,}$$

il resterait 1 567 — 1 431, soit... 136 ch

pour élever l'eau destinée à compenser les pertes par infiltration et par évaporation.

Le rendement en puissance continue et constante serait en définitive de $\frac{1431}{4769} = 0{,}300$, et 0,600 pour le volume d'eau du système type.

Faisons remarquer qu'on pourrait réduire la puissance de 522 ch en puisant l'eau à refouler aux trois quarts par exemple du flot, au lieu de la mi-marée; la hauteur d'élévation serait ainsi ramenée à $(4{,}25 - 3) + 0{,}35$ pertes de charge $= 1{,}60$ m, et la puissance réelle réduite à

$$\frac{522 \times 1{,}60}{2{,}80} = 298 \text{ ch.}$$

Le système serait ainsi bien équilibré, mais les turbines devraient fonctionner sous une chute variant de 1,50 à 3 m; ce serait en somme un léger inconvénient. Toutefois, afin de leur conserver une vitesse de rotation constante, chaque turbine serait accouplée, comme nous l'avons dit précédemment, à une pompe centrifuge à débit variable et réglable, qui laisserait constamment disponible sur l'arbre de la turbine, pour les besoins extérieurs de l'usine, la puissance de 1431 ch, correspondant à la chute de 1,50 m.

En marée d'équinoxe de 13 m d'amplitude, la chute varierait, le bassin étant plein, et la mer ayant baissé de un quart, soit 3,25 m :

Du quart du jusant à mi-jusant, 3,25 m à 4,875 m, moyenne 4,06 m;

De mi-jusant à trois quarts de jusant, 4,875 m à 6,50 m, moyenne 5,69 m;

Jusqu'à la basse mer, 6,50 m à 8,125 m, moyenne 7,31 m;

Jusqu'au quart du flot, 8,125 m à 3,25 m, moyenne 5,69 m;

Du quart à mi-flot, 3,25 m à 4,875 m, moyenne 4,06 m;

De mi à trois quarts flot, 4,875 m à 6,50 m, moyenne 5,69 m;

Jusqu'à la pleine mer, 6,50 m à 8,125 m, moyenne 7,31 m;

Du plein à un quart de jusant, 8,125 m à 3,25 m, moyenne 5,69 m.

Le cycle se renouvellerait ensuite (fig. 31).

La chute passerait donc de 3,25 m à 8,125 m; la moyenne serait de 5,69 m. Ce cycle présenterait l'avantage de ne pas donner lieu à des variations brusques de chute.

Le bassin aurait son fond à la cote (6,50).

Le travail théorique total que pourrait donner une marée de 13 m d'une durée de 12 h 20' serait, comme il a été dit, de 173 394 000 000 kgm. Le travail moyen, continu et réel, qui pourrait être recueilli avec la chute moyenne de 5,69 m, en remarquant que le volume d'eau mis en action serait de 13 000 000 m³, atteindrait

$$1\,000\,000 \times 13 \times 1\,026 \times 5{,}69 \times 0{,}80 =$$

60 714 576 000 kgm correspondant à

$$\frac{60\,714\,576\,000}{12.20 \times 270\,000} = 18\,233 \text{ ch.}$$

Le rendement serait, dans ce cas, de

$$\frac{60\,714\,576\,000}{173\,394\,000\,000} = 0{,}3501.$$

Comme en mort d'eau, on pourrait obtenir une puissance continue et constante, disponible, en adoptant une chute minimum de 4,75 m par exemple, et en élevant l'eau nécessaire à l'alimentation des turbines pendant les périodes de faibles chutes.

Pour relever la chute à 4,75 m au début du fonctionnement, il faudrait refouler un volume d'eau de $1\,000\,000 \times (4{,}75 - 3{,}25) = 1\,500\,000$ m³ à $13{,}00 + \frac{1{,}50}{2} = 13{,}75$ m au-dessus de la basse mer. En ce qui concerne le relèvement au début du flot et pendant le quart du jusant, l'eau introduite dans le réservoir auxiliaire lors du plein suffirait aux besoins.

La hauteur d'élévation des 1 500 000 m³ serait, en prenant l'eau à mi-marée, de $13{,}75 - 6{,}50 + 1{,}85$ pour pertes de charge $= 9{,}10$ m.

La chute moyenne se trouverait portée à 6,57 m par l'emploi des volumes d'eau supplémentaires.

Digitized by Google

La puissance réelle nécessaire à l'élévation de l'eau serait de

$$\frac{1\,500\,000 \times 1\,026 \times 9{,}10}{12\text{ h }20 \times 270\,000 \times 0{,}80} = 5\,257 \text{ ch.}$$

La puissance moyenne pouvant être recueillie avec la chute rectifiée de 6,57 m étant de

$$\frac{1\,000\,000 \times 13{,}00 \times 1\,026 \times 6{,}57 \times 0{,}80}{12{,}20 \times 270\,000} = 21\,053 \text{ ch,}$$

il resterait $21\,053 - 5\,257 = 15\,796$ ch.

Mais la puissance que produirait la chute de 4,75 m étant de

$$\frac{1\,000\,000 \times 13{,}00 \times 1\,026 \times 4{,}75 \times 0{,}80}{12{,}20 \times 270\,000} = 15\,220 \text{ ch,}$$

il resterait $15\,796 - 15\,220 = 576$ ch pour élever l'eau destinée à compenser les pertes par infiltration et évaporation.

Le rendement en puissance continue et constante serait en définitive de

$$\frac{15\,220 \times 270\,000}{173\,394\,000\,000} = 0{,}2370.$$

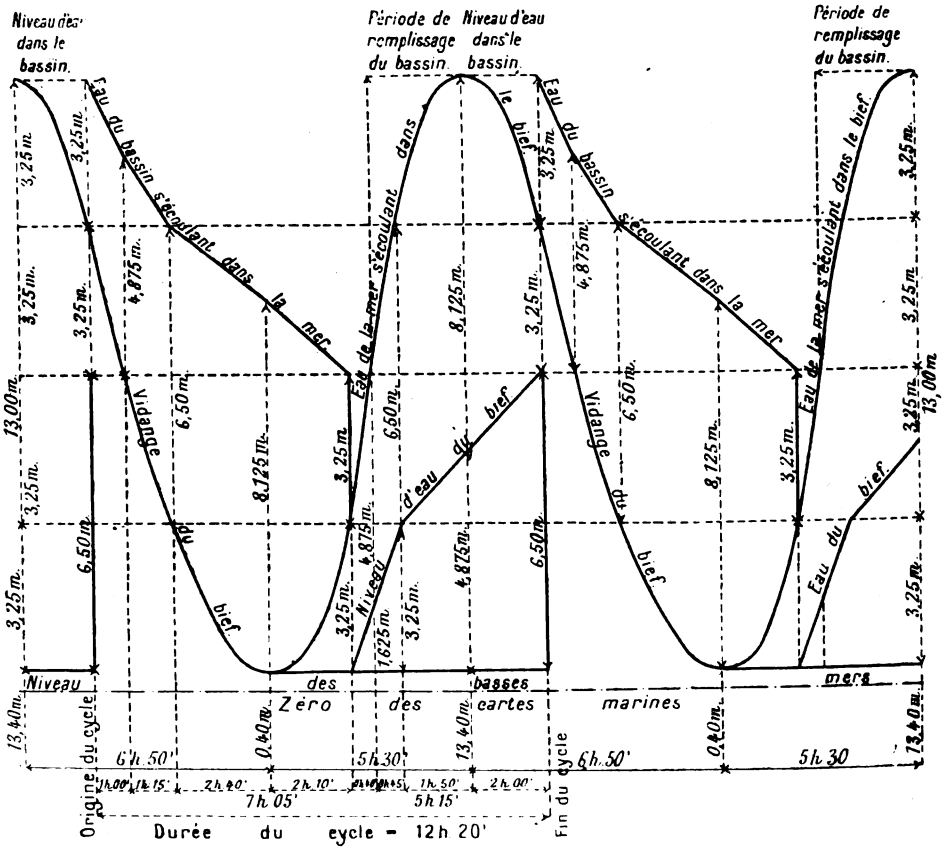


Fig. 31. — Diagramme de fonctionnement des bassins en vives eaux.

On pourrait réduire la puissance de 5 257 ch employée à élever l'eau en puisant celle-ci aux trois quarts du flot, au lieu de la mi-marée; la hauteur d'élévation serait alors réduite à $13{,}75 - \frac{13{,}00 \times 3}{4} = 4$ m, plus 1 m pour pertes de charge = 5 m, et la puissance nécessaire serait ramenée à

$$\frac{5\,257 \times 5{,}00}{9{,}10} = 2\,888 \text{ ch.}$$

Les turbines seraient appelées à fonctionner sous une chute variant de 5 m à 9,48 m, mais, pour qu'elles conservent une vitesse de rotation constante, elles seraient, ainsi qu'il a été expliqué, conjuguées chacune avec une pompe centrifuge à débit variable et réglable. La puissance de 15 220 ch pourrait donc être utilisée en entier pour l'industrie.

Résumé. — En résumé, le système de bassins travaillant un temps déterminé après la pleine et la basse mer permettrait d'obtenir en mort d'eau une puissance constante et continue de 1 431 ch, et en outre une puissance croissant en sept jours et demi avec les marées, de zéro à $(15\,220 - 1\,431) = 13\,789$ ch et décroissant de

Digitized by Google

même, qui pourrait être employée à des fabrications diverses ou à élever de l'eau pour constituer une réserve afin d'augmenter la puissance continue et constante de 1 431 ch, mais il faudrait disposer de réservoirs capables de contenir pendant quatre jours les eaux que les grandes marées permettraient d'accumuler.

La puissance théorique moyenne que les marées pourraient produire avec un bassin de 100 hectares (fig. 26) serait de

$$\frac{82\,593\,000\,000}{270\,000 \times \frac{(12\text{ h }45' + 12\text{ h }20')}{2}} = 24\,400 \text{ ch.}$$

Or, nous avons vu que le rendement en puissance *continue et constante* était de 0,27 environ en moyenne. La puissance constante que pourraient dès lors produire les marées avec le système étudié serait de $24\,400 \times 0{,}27 = 6500$ *ch*. Le reste $(24\,400 - 6\,500) = 17\,900$ ch serait absorbé par le pompage de l'eau dans un réservoir supérieur et par les *pertes résultant du système de fonctionnement des bassins*. Mais avec l'emploi d'un volume double d'eau, contenu dans un bassin de 200 hectares, la puissance obtenue serait de 13 000 ch au lieu des 21 000 donnés par le système à bief.

Telle serait, en définitive, la puissance continue et constante que les marées pourraient produire avec deux bassins de 100 hectares fonctionnant un temps déterminé après la pleine et la basse mer, abstraction faite comme pour le deuxième dispositif de la puissance qu'on pourrait recueillir lors du remplissage du bassin et la vidange du bief.

L'équipement de l'usine pourrait alors comprendre deux turbines de $\frac{1\,431}{2} = 765$ ch et cinq turbines développant chacune 1 024 ch, afin de pouvoir adopter, soit la marche avec 1 431 ch constants et puissance supplémentaire variant de 0 à 13 789 ch, soit la marche avec 6 500 ch constants pendant les vingt-quatre heures d'une journée.

Forme du bassin de marée. — Comme les variations de niveau de la mer en périodes de plein et de bas d'eau surtout ne sont pas proportionnelles au temps, le bassin de marée devrait avoir à sa partie supérieure, pour le cas où la marche avec 1 431 ch constants serait adoptée, une superficie de 138,57 hectares au lieu de 100 hectares, afin de conserver à la chute la hauteur à peu près constante de 1,50 m en mort d'eau. En effet, le débit des turbines pendant le bas d'eau du jusant serait de $\frac{1\,108\,570}{2}$ m³ (voir plus haut), et le plan d'eau de ce volume ne devrait s'abaisser que de $\frac{0{,}80}{2} = 0{,}40$ m; la superficie du réservoir auxiliaire devrait donc être de $\frac{1\,108\,170}{2 \times 0{,}40} = 138{,}57$ hectares comme ci-dessus. De même, la superficie du bassin formant bief devrait être augmentée dans des proportions identiques.

Augmentation de la hauteur de chute avec la superficie du bief. — Il y a lieu de remarquer que si le bassin formant bief avait une superficie deux, trois, etc., fois plus grande que celle du bassin de marée, la hauteur d'eau écoulée dans ce bief serait deux, trois, etc... fois moindre; la chute, pendant la période d'écoulement de la mer dans le bief, se trouverait alors notablement augmentée. C'est ainsi que, pour un bief dix fois plus grand que le bassin, la chute moyenne réelle, en tenant compte de la courbure du diagramme, serait, en mort d'eau, de

Eau du bassin s'écoulant dans la mer pendant 6 h 55.	1,86 m
Eau de la mer s'écoulant dans le bief pendant 5 h. 50.	2,96 m
Moyenne générale.....	2,38 m

au lieu des 1,85 m obtenus avec le bief de superficie égale à celle du bassin de marée.

D'autre part, en comparant cette chute moyenne de 2,38 m avec celle de 2,48 m donnée par le cycle du deuxième système (bassin avec bief dix fois plus grand), on constate que les bassins travaillant un temps déterminé après la pleine et la basse mer donnent un résultat, non seulement inférieur au système à bief comme volume d'eau utilisé, mais encore comme hauteur de chute. Le cycle que MM. Lucas-Richardière, Gervaise-Even, de Malbec et Diamant-Kusmaul ont fait breveter, ne semble donc pas à recommander.

En vives eaux, la chute moyenne réelle, pendant l'écoulement des eaux du bassin dans la mer, serait de 6,26 m;

Et pendant l'écoulement de la mer dans le bief de 9,65 m;

La moyenne générale serait de 7,71 m, au lieu des 8,04 m trouvés pour le deuxième système (bassin avec bief dix fois plus grand), résultat qui confirme celui obtenu pour les mortes eaux.

2° Région de La Rochelle.

Les deux bassins auraient toujours 100 hectares chacun.

L'amplitude étant de 2 m en mort d'eau, la chute varierait de 0,50 m à 1,25 m (fig. 32). La moyenne serait de 0,92 m. Pendant le cycle, le volume d'eau mis en action n'aurait que 1 m de hauteur par demi-marée, comme le volume d'eau du bief.

La puissance que donnerait le volume de 2 000 000 m³ utilisé serait de

$$\frac{1\,000\,000 \times 2{,}00 \times 1\,026 \times 0{,}92 \times 0{,}80}{12\text{ h }45' \times 270\,000} = 440 \text{ ch,}$$

soit le quart de la puissance obtenue à Saint-Malo. Le rendement serait de 0,3701.

Le bassin aurait son fond à la cote $(2{,}30 + 1{,}00) = (3{,}30)$, et celui qui servirait de bief serait creusé au niveau des plus basses mers.

En refoulant de l'eau pour régulariser la chute à

Digitized by Google

0,75 m au minimum, on obtiendrait une puissance constante de 360 ch. Le rendement serait de 0,300.

En vives eaux, la chute varierait de 1,50 m à 3,75 m (fig. 33). La moyenne serait de 2,79 m, sans tenir compte de la courbe des marées.

La puissance moyenne que le volume d'eau utilisé permettrait de recueillir par heure serait, pour un bassin de 100 hectares avec bief de même superficie, de

$$\frac{1\,000\,000 \times 6{,}00 \times 1\,026 \times 2{,}79 \times 0{,}80}{12\text{ h }20' \times 270\,000} = 1\,126 \text{ ch.}$$

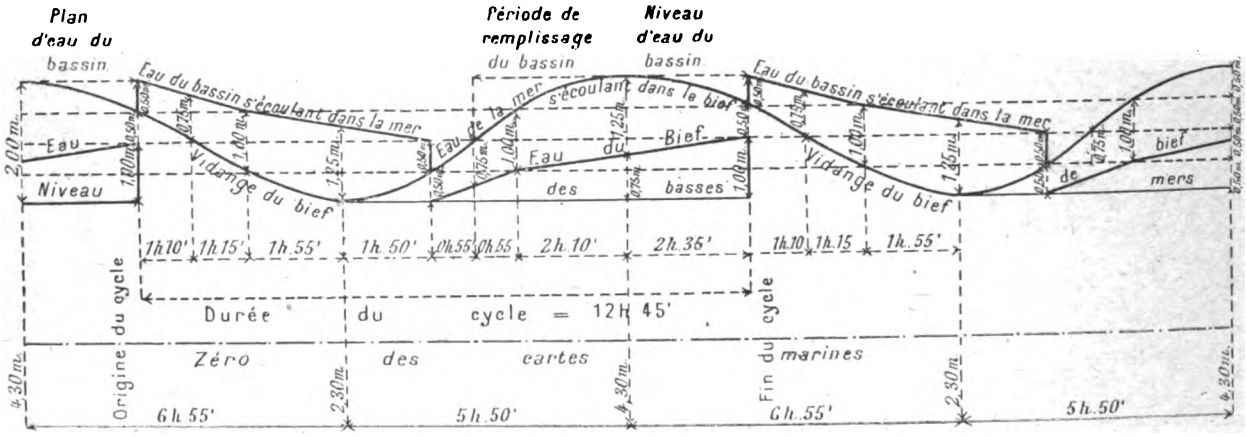


Fig. 32. — Diagramme de fonctionnement des bassins en mort d'eau.

La puissance théorique totale pour une marée complète étant de

$$\frac{36\,936\,000\,000}{12\text{ h }20' \times 270\,000} = 11\,092 \text{ ch.,}$$

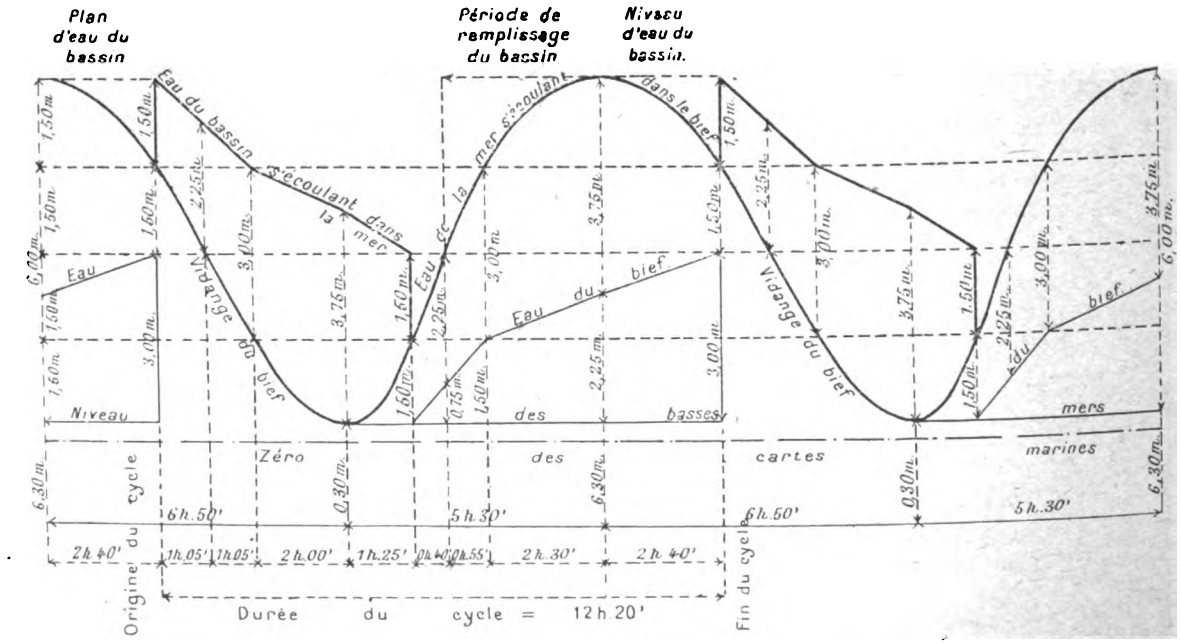


Fig. 33. — Diagramme de fonctionnement des bassins en vives eaux.

le rendement serait de

$$\frac{1\,126}{11\,092} = 0{,}3720.$$

Par rapport à l'utilisation du volume d'une marée complète, qui est double du précédent, le rendement serait de 0,7440, mais les bassins devraient avoir chacun 200 hectares de superficie.

Le bassin de marée serait creusé à la cote (3,30) et celui formant bief au niveau des plus basses mers, cote zéro, comme pour le mort d'eau.

Digitized by Google

En refoulant de l'eau avec l'excès de puissance développé par les turbines sur la chute minimum de 2,20 m qui conviendrait dans le cas présent, on obtiendrait une puissance continue et constante pendant toute la marée, d'environ 3265 ch.

Le rendement serait de

$$\frac{3265}{11092} = 0{,}2943.$$

Si enfin on voulait, tout en employant le cycle étudié, régulariser la puissance pour toutes les marées, en refoulant de l'eau dans un réservoir spécial, divisé en deux parties comme il a été dit précédemment, au-dessus de la pleine mer, cote (6,30), on obtiendrait une puissance continue et constante d'environ

$$\frac{596 + 1200 + 3450 + 3750 + 5546}{5} \times \times \frac{0{,}3000 + 0{,}2943}{2} = 860 \text{ ch.}$$

Ce nombre peu élevé montre que le cycle considéré ne présente pas grand intérêt.

Résumé. — En résumé, le système de bassins travaillant un temps déterminé après la pleine et la basse mer, permettrait d'obtenir, dans la région de La Rochelle:

En mortes eaux, une puissance continue et moyenne, pendant toute la marée, de 440 ch, et une puissance continue et constante de 360 ch;

En vives eaux, une puissance continue et moyenne de 4126 ch, et une puissance continue et constante de 3265 ch;

Ou encore une puissance continue et constante de 360 ch et une puissance variant en sept jours et demi de zéro à 2905 ch et décroissant de même;

Ou enfin une puissance constante pour toutes les marées de 860 ch.

VII. — Cycles divers pour le fonctionnement des bassins.

Outre les cycles déjà étudiés pour le fonctionnement de systèmes à bassin de marée unique et à deux bassins, seuls ou avec l'adjonction de réservoirs auxiliaires, il existe d'autres cycles plus ou moins intéressants à examiner, car on peut modifier à volonté le système de fonctionnement des bassins selon la chute adoptée, le point de départ du cycle, et la superficie de chaque bassin.

Deux exemples de cycles. — Parmi ces cycles, nous citerons ceux ci-après, que nous appliquerons aux marées de la région de Saint-Malo:

1° En admettant un bassin de marée de 300 hectares et un bief de même superficie, puis en partant en mort d'eau de la chute de 1,33 m au tiers du jusant et en écoulant l'eau du bassin jusqu'à ce que son niveau se soit abaissé de 1,33 m et que la mer ait 1,34 m de flot, en amenant la chute à 1,33 m, on obtiendrait le résultat donné par la figure 34.

La chute varierait de 1,33 m à 3,20 m, et la moyenne, en tenant compte de la courbe des marées, serait de 2,46 *m*, soit, très sensiblement, la hauteur de chute 2,48 m, obtenue avec le dispositif à bassin de marée de 100 hectares et bief dix fois plus grand. Le cycle de la figure 34 présenterait en outre l'avantage d'être plus régulier et de ne pas avoir des variations brusques dans la chute; il mérite donc une attention particulière, surtout parce que les eaux du bassin seraient écoulées à la mer pendant 6 h 35′ au lieu de 5 h.

La puissance moyenne développée serait de

$$\frac{8\,000\,000 \times 1026 \times 2{,}46 \times 0{,}80}{12\text{ h }45' \times 270\,000} = 4693 \text{ ch,}$$

soit un rendement de $\frac{4693}{4769} = 0{,}9841$, mais par rapport à un bassin de 100 hectares, la puissance développée serait de $\frac{4693}{3} = 1564$ ch, et le rendement de 0,3280.

2° Au lieu d'un bassin de marée unique de 300 hectares et un écoulement régulier jusqu'au tiers du flot, on pourrait avoir un premier bassin de

$$\frac{1\,330\,000 + 1\,250\,000}{1{,}33} = 1\,927\,400 \text{ m}^2,$$

soit 192,74 hectares, dont les eaux s'écouleraient dans la mer jusqu'à 0 h 40′ avant la basse mer en s'abaissant de 1,33 m (fig. 35), puis avec le même régime d'écoulement, un second bassin de

$$\frac{1\,330\,000 + 70\,500}{0{,}94} = 1\,489\,400 \text{ m}^2,$$

soit 148,94 hectares, par exemple, dont les eaux s'écouleraient dans la mer jusqu'au tiers du flot en s'abaissant de 0,94 m (fig. 35). La marée serait ensuite introduite dans le bassin de 300 hectares formant bief, suivant le même régime pour le cycle de la figure 34. La chute varierait de 1,33 à 3,93 m, et la moyenne, en tenant compte de la courbe des marées, serait de 2,54 m, soit 0,06 m de plus que dans le cycle à bassin de marée de 100 hectares avec bief dix fois plus grand.

Le cycle de la figure 35 serait donc avantageux, mais, par contre, il exigerait un réservoir, divisé en deux parties, de 341,68 hectares, avec bief de 300 hectares.

La puissance développée serait de

$$\frac{8\,000\,000 \times 1026 \times 2{,}54 \times 0{,}80}{12\text{ h }45' \times 270\,000} = 4845 \text{ ch,}$$

et le rendement de $\frac{4845}{4769} = 1{,}018$, mais par rapport à un bassin de marée de 100 hectares, la puissance serait de $\frac{4845}{3} = 1615$ ch, et le rendement de $\frac{1{,}018}{3} = 0{,}3393$.

Digitized by Google

Si dans le cas des cycles 34 et 35, la superficie du bief était plus grande que celle du bassin de marée, la hauteur de chute augmenterait notablement, et si cette superficie devenait dix fois plus grande, la chute moyenne et réelle atteindrait pour le cycle de la figure 34, 2,59 m, et pour le cycle de la figure 35, 2,68 m, soit 0,11 m et 0,20 m de plus que les 2,48 m obtenus avec bassin et bief dix fois plus grand (2e système).

Dans les deux cycles considérés, le volume d'eau mis en action par marée est de 8 000 000 m³ pour des bassins de 300 et 341,68 hectares, alors que le dispositif avec bief dix fois plus grand ne comporte qu'un bassin de 100 hectares.

Le rendement en force motrice du bassin pour les cycles 34 et 35 serait donc 3 fois à 3 fois et demie moindre par rapport à la superficie, mais par contre, le bief n'aurait que 300 hectares au lieu de 1 000 hectares. Or, il serait bien plus facile de trouver ou d'aménager des bassins ayant leur fond à la cote $(4,50+2,67)=(7,17)$, par exemple, que de trouver des biefs de grande superficie, ayant leur fond au niveau du zéro des cartes marines, et en définitive, ces cycles seraient plus avantageux à tous égards.

Les cycles qu'on pourrait encore imaginer donneraient des résultats inférieurs à tous ceux que nous avons décrits ; nous croyons donc inutile de les citer.

Pour les vives eaux, en appliquant les mêmes dispositions que pour les figures 34 et 35, on obtiendrait les cycles des figures 36 et 37 pendant lesquels les eaux du bassin s'écouleraient dans la mer en 7 h 5' et celles de la marée dans le bief pendant 5 h 15' seulement.

La chute varierait, dans le cycle 36, de 4,33 m à 10,32 m et dans le cycle 37, de 4,33 m à 12,90 m. La moyenne serait de 7,98 m pour le cycle 36, alors que

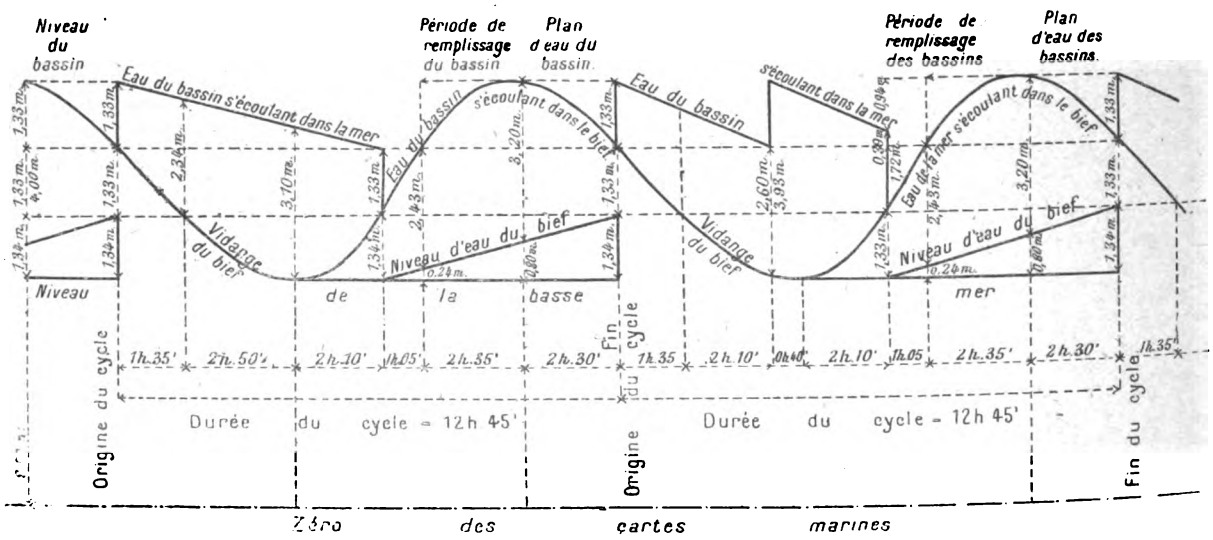


Fig. 34 et 35. — Marées de mortes eaux.

pour le dispositif à bassin avec bief dix fois plus grand, on a obtenu 8,04 m. Les deux systèmes sont donc à peu près équivalents, mais le cycle 36 aurait l'avantage d'une plus grande régularité et surtout d'écouler les eaux du bassin dans la mer pendant 7 h 5' au lieu de 3 h 5' seulement.

La puissance développée serait de

$$\frac{26\,000\,000 \times 1\,026 \times 7,98 \times 0,80}{12\text{ h }20' \times 270\,000} = 51\,141 \text{ ch},$$

et le rendement de $\frac{51\,141}{52\,070} = 0,9821$; mais par rapport à un bassin de 100 hectares, la puissance serait de

$$\frac{51\,141}{3} = 17\,047 \text{ ch},$$

et le rendement de $\frac{0,9821}{3} = 0,3274$.

Pour le cycle 37, la chute moyenne serait de 8,26 m au lieu de 8,04 m. La puissance développée serait de

$$\frac{43\,385 \times 8,26}{7\text{ h }55'} = 52\,935 \text{ ch},$$

et le rendement de $\frac{52,935}{52,070} = 1,0167$, mais par rapport à un bassin de 100 hectares, la puissance serait de

$$\frac{52\,935}{3} = 17\,645 \text{ ch},$$

et le rendement de $\frac{1,0167}{3} = 0,3389$.

Le bassin de marée du cycle 36 aurait 300 hectares de superficie, ainsi que le bief, au lieu des 100 et 1 000 hectares prévus dans le deuxième dispositif.

Digitized by Google

Le bassin du cycle 37 devrait être divisé en deux parties de

$$\frac{4{,}33 + 4{,}23}{4{,}33} \times 1\,000\,000\ m^2 = 1\,976\,900\ m^2,$$

ou 197,69 hectares, et de

$$\frac{(4{,}33 + 0{,}10)}{3{,}33} \times 1\,000\,000 = 1\,330\,300\ m^2,$$

ou 133,03 hectares. Quant au bief, il aurait toujours 300 hectares.

Le plan d'eau des bassins ne s'abaisserait qu'à la cote (9,07), mais nous avons vu que, pour le mort d'eau, leur fond devait être à (7,17).

Si le bief avait dix fois la superficie du bassin, la chute moyenne se trouverait portée à 8,88 m et à 9,11 m, soit 0,84 m et 1,07 de plus que pour le deuxième dispositif précédemment étudié.

L'application des cycles 34 à 37 devrait donc être examinée attentivement lors de l'étude d'une utilisation de la force motrice des marées, en raison des avantages sérieux qu'ils présenteraient.

Toutefois, il y a lieu de faire remarquer que la puissance développée pour 100 hectares de bassin de marée serait inférieure à celle produite par les deuxième et troisième systèmes (bassin avec bief dix fois plus grand et bassin travaillant après la pleine et la basse mer).

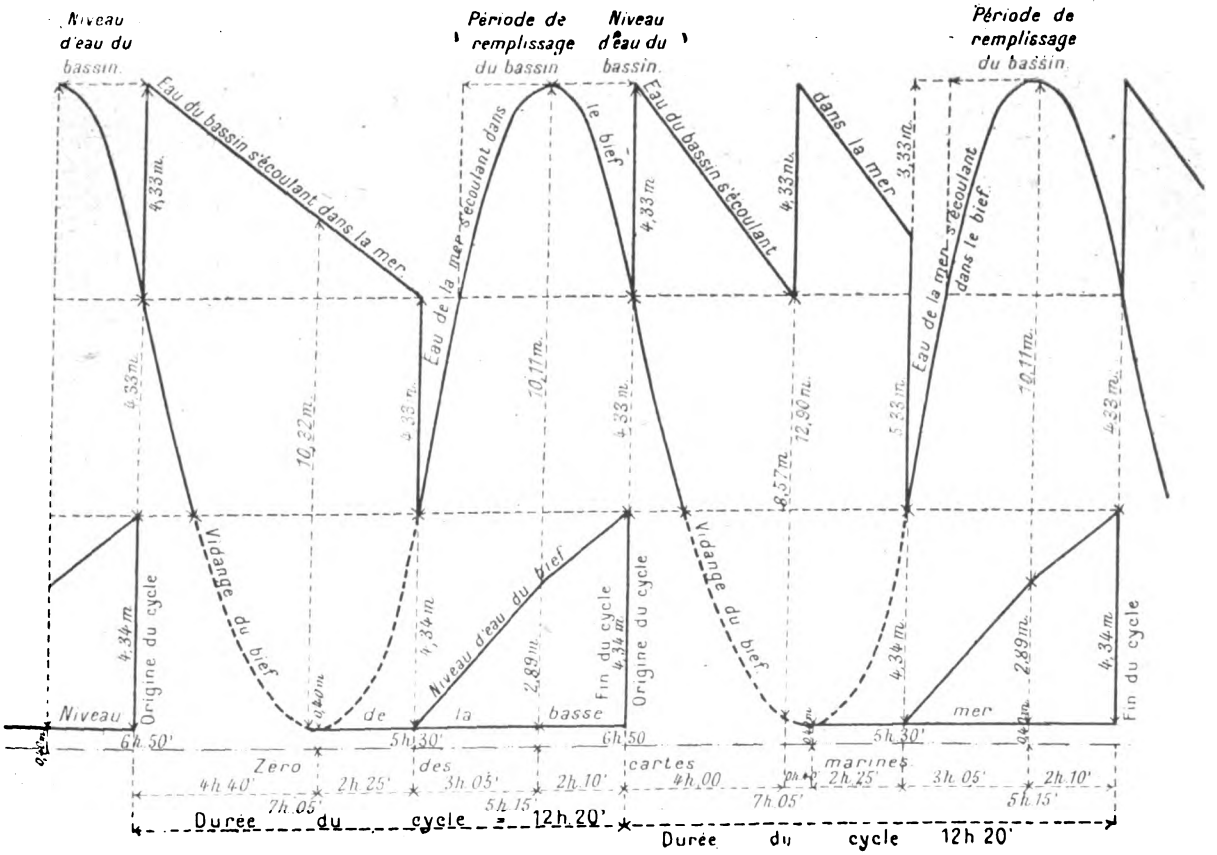


Fig. 36 et 37. — Marées de vives eaux.

Moyen de régularisation de la puissance au moyen du cycle des figures 34-36. — L'examen du cycle 34 suggère un mode différent du premier système à bassin unique d'obtenir une puissance constante.

Pour faire développer à la marée, dans les conditions les plus faciles à réaliser, la plus grande puissance, on doit chercher à écouler le plus possible les eaux retenues dans le bassin dans la mer même, afin d'éviter l'emploi de biefs de grande étendue creusés au niveau des plus basses mers, difficiles à trouver ou à aménager. L'idéal serait de les supprimer. Or, la figure 34 montre qu'en partant de 1,33 m de chute en mort d'eau, on pourrait écouler les eaux du bassin pendant 6 h 35′ consécutives, sur une durée totale de 12 h 45′ de marée, jusqu'à ce que la mer ait 1/3 de flot. Dans cet intervalle de temps, le plan d'eau du bassin ne devrait baisser que de 1,33 m, soit le 1/3 de l'amplitude.

Si donc on donnait au bassin, dont le fond serait à la cote (7,17) et qui, dès lors, serait en général assez facile à aménager à peu de frais, une superficie très grande, on pourrait obtenir d'abord une puissance continue et constante pendant 6 h 35′, puis avec l'excès de puissance sur la puissance constante admise, refouler de l'eau dans

Digitized by Google

un réservoir annexe afin de l'utiliser, soit pendant la durée de fonctionnement du bief à augmenter la chute, soit à accroître la durée d'écoulement à la mer, de telle sorte que le bief n'ait besoin que d'avoir une petite superficie.

A titre d'exemple, supposons que le bassin de marée ait 900 hectares de superficie, au lieu de 300 hectares, ainsi qu'il a été prévu dans le cycle 34. Comme son plan d'eau s'abaisserait de 1,35 m, le volume mis en action en mort d'eau serait, en 6 h 35′, de 12 000 000 m³.

La chute, qui varierait de 1,33 à 3,10 m à la basse mer pour revenir à 1,33 m lorsque le flot serait à 1,34 m, aurait une hauteur réelle moyenne de 2,38 m.

La puissance développée serait donc de

$$\frac{12\,000\,000 \times 1\,026 \times 2{,}38 \times 0{,}80}{6\text{ h }35' \times 270\,000} = 12\,706 \text{ ch.}$$

Or, si l'on se fixait comme puissance constante disponible pour les besoins extérieurs de l'usine, *6000 ch* par exemple, il resterait 6706 ch pendant 6 h 35′ pour élever de l'eau.

En admettant que cette eau soit refoulée sur 4 m de hauteur au-dessus de la cote (8,50), la hauteur moyenne d'élévation serait de

$$\frac{4}{2} + \frac{4}{2} + 1{,}20 \text{ pour pertes de charge, } = 5{,}20 \text{ m.}$$

Le volume total refoulé serait de

$$\frac{6\,706 \times 6\text{ h }35' \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 5{,}20} = 1\,787\,400 \text{ m}^3.$$

Ce volume d'eau pourrait alors être utilisé à produire 6000 ch en l'écoulant à la mer sous une chute moyenne de

$$\frac{\dfrac{(2{,}66+4{,}00)+(0{,}50+4{,}00)+4{,}00}{3} + \dfrac{2{,}66+0{,}50+0}{3}}{2} = 3{,}05 \text{ m.}$$

Il produirait donc 6000 ch pendant un nombre d'heures égal à

$$\frac{1\,787\,400 \times 1\,026 \times 3{,}05 \times 0{,}80}{270\,000 \times 6\,000} = 2\text{ h }45',$$

Le bief qui devait fonctionner pendant 6 h 10′ sous l'action de la marée, n'aurait plus à servir que pendant 6 h 10′ — 2 h 45′ = 3 h 25′. Si donc on lui conservait sa superficie de 300 hectares, il pourrait recevoir 4 000 000 m³ d'eau qui agiraient sous la chute moyenne de 2,52 m. Cette masse d'eau développerait 6000 ch pendant

$$\frac{4\,000\,000 \times 1\,026 \times 2{,}52 \times 0{,}80}{270\,000 \times 6\,000} = 5\text{ h }5',$$

soit pendant 5 h 5′ — 3 h 25′ = 1 h 40′ de plus qu'il ne serait nécessaire, ce qui servirait à compenser les pertes. Au lieu d'un fonctionnement de 5 h 5′, on pourrait réduire le volume d'eau mis en action et par suite la superficie du bief, de telle sorte que la puissance de 6000 ch soit développée pendant 4 h environ, afin d'avoir une demi-heure pour parer aux pertes de toute nature.

On devrait alors utiliser un volume d'eau de la marée de

$$\frac{4\,000\,000 \times 4\text{ h}}{5\text{ h }5'} = 3\,137\,300 \text{ m}^3,$$

qui pourraient être contenus dans un bief de

$$\frac{3\,137\,300}{1.34} = 234{,}10 \text{ hectares,}$$

au lieu de 300 hectares.

Ce système permettrait, avec des bassins peu profonds et de grande étendue, creusés à la cote (7,17), d'obtenir une puissance importante pendant plus de 6 h 1/2 et par suite, même sans bief, d'arriver à recueillir par l'accumulation de l'eau, une puissance constante pendant toute la durée d'une marée.

Dans le cas pris comme exemple, la puissance réelle et constante obtenue est de 6 000 ch. Or, la puissance théorique que le volume d'eau du bassin produirait, en supposant qu'il soit entièrement écoulé à mer basse sous la chute de $\left(2{,}66 + \frac{1{,}34}{2}\right)$, serait de

$$\frac{12\,000\,000 \times 1\,026 \times 3{,}33 + 3\,137\,300 \times 1\,026 \times \left(2{,}52 + \frac{1{,}34}{2}\right)}{12\text{ h }45' \times 270\,000} = 14{,}893 \text{ ch.}$$

Le rendement serait donc de

$$\frac{6\,000}{14\,893} = 0{,}4029,$$

c'est-à-dire d'une moyenne très suffisante.

Par ce moyen, on obtiendrait un bien meilleur résultat qu'avec le système à bassin de marée unique décrit en premier lieu. Le même procédé pourrait être employé pour régulariser la puissance pour toutes les marées.

En vives eaux, les conditions seraient encore plus favorables, car l'écoulement des eaux à la mer durerait sept heures en partant du tiers du jusant sous la chute de 4,33 m pour revenir à 4,33 m après le tiers du flot. Mais on pourrait augmenter cette durée jusqu'à 8 h 15′ en commençant l'écoulement sous la chute de 2 m et en l'arrêtant sous la même hauteur de chute en flot. Dans ce cas, on n'aurait à refouler de l'eau que pour une durée de marche des turbines de 4 h 5′, soit pour le tiers de la marée seulement.

Le plan d'eau devant s'abaisser de 4,33 m pendant l'écoulement, le bassin emmagasinerait un volume d'eau de 4,33 × 9 000 000 = 38 970 000 m³. La chute qui varierait de 4,33 m à 10,09 m à la basse mer, pour revenir à 4,33 m au tiers du flot, aurait une hauteur réelle et moyenne de 7,82 m.

Digitized by Google

La puissance développée par heure serait donc en moyenne de

$$\frac{38\,970\,000 \times 1\,026 \times 7{,}82 \times 0{,}80}{7\text{ h} \times 270\,000} = 132\,347 \text{ ch.}$$

Si l'on admettait comme puissance constante disponible, 60 000 ch par exemple, il resterait 72 347 ch pendant sept heures pour élever de l'eau.

Cette eau serait refoulée sur 4 m de hauteur au-dessus de la cote (13,40); la hauteur moyenne d'élévation serait de

$$\frac{13{,}00}{2} + \frac{4{,}00}{2} + 2{,}50 \text{ pour pertes de charge} = 11 \text{ m.}$$

Le volume total refoulé serait de

$$\frac{72\,347 \times 7\text{ h} \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,036 \times 11{,}00} = 9\,400\,200 \text{ m}^3.$$

Ce volume pourrait alors être utilisé à produire 60 000 ch en l'écoulant à la mer sous la chute moyenne de

$$\frac{\frac{(8{,}66+4{,}00)+(2{,}00+4{,}00)+4{,}00}{3} + \frac{8{,}66+2{,}00+0}{3}}{2} = 5\,55 \text{ m.}$$

Il produirait 60 000 ch pendant un nombre d'heures égal à

$$\frac{9\,400\,200 \times 1\,026 \times 5{,}55 \times 0{,}80}{270\,000 \times 60\,000} = 2\text{ h } 40'$$

en chiffres ronds.

Le bief qui devait fonctionner pendant 5 h 20′ sous l'action de la marée, n'aurait plus à servir que pendant 5 h 20′ — 2 h 40′ = 2 h 40′ ou 3 heures pour compenser les pertes.

La chute étant de 7,93 m, le volume d'eau à utiliser ne serait, au lieu de 4,34 × 3 000 000 = 13 000 000 m³, que de

$$\frac{270\,000 \times 60\,000 \times 3\text{ h}}{1\,026 \times 7{,}93 \times 0{,}80} = 9\,745\,850 \text{ m}^3,$$

qui seraient contenus dans un bief de

$$\frac{9\,475\,850}{4{,}34} = 224{,}56 \text{ hectares,}$$

au lieu de 300 hectares.

La puissance théorique développée étant de

$$\frac{38\,970\,000 \times 1\,026 \times 10{,}83 + 9\,745\,850 \times 1\,026 \times \left(7{,}93 + \frac{4{,}34}{2}\right)}{12\text{ h } 20' \times 270\,000} = 160\,364 \text{ ch.}$$

le rendement en puissance constante serait de

$$\frac{60\,000}{160\,364} = 0{,}3082.$$

Dans le cas où l'on voudrait obtenir par marée une puissance continue et constante sans l'intervention d'un bief, c'est-à-dire au moyen de la force motrice développée par l'écoulement des eaux du bassin de marée seulement, on obtiendrait le résultat ci-après :

1° En mort d'eau.

En appelant P la puissance constante à réaliser et F la portion de cette puissance à employer pour refouler l'eau destinée à produire la puissance P pendant les 12 h 45′ — 6 h 35′ = 6 h 10′ d'interruption de fonctionnement du bassin, et sachant que la hauteur d'élévation de l'eau serait de 5,20 m et que cette eau serait utilisée sous une chute moyenne de 3,05 m, comme il a été dit, on aurait $P + F = 12\,706$ ch.

La puissance F permettrait d'élever par heure à 5,20 m un volume d'eau de

$$V = \frac{F \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 5{,}20},$$

Ce volume utilisé sous la chute de 3,05 m produirait une puissance F' égale à

$$\frac{V \times 1\,026 \times 3{,}05 \times 0{,}80}{270\,000};$$

ou

$$F' = \frac{F \times 0{,}80 \times 0{,}80 \times 3{,}05}{5{,}20} = \frac{1{,}952\,F}{5{,}20},$$

d'où

$$F = \frac{5{,}20\,F'}{1{,}952} = 2{,}664\,F'.$$

Donc, $P + 2{,}664\,F' = 12\,706$ ch, c'est-à-dire que les puissances P et F seront dans le rapport de 1 à 2,664; dès lors P sera égal à

$$\frac{12\,706 \times 1}{1 + 2{,}664} = 3\,468 \text{ ch,}$$

et F, égal à 12 706 — 3 468 = 9 238 ch.

Mais afin de compenser les pertes de toute nature, nous prendrons seulement 3 400 ch comme puissance constante à réaliser en mort d'eau avec le bassin de 900 hectares envisagé.

Le volume d'eau que les 9 306 ch restants permettraient de refouler à 5,20 m serait, par heure, de

$$\frac{9\,306 \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 5{,}20} = 376\,760 \text{ m}^3,$$

et ce volume écoulé sous 3,05 m de chute produirait une puissance de

$$\frac{376\,760 \times 1\,026 \times 3{,}05 \times 0{,}80}{270\,000} = 3\,420 \text{ ch,}$$

soit 20 ch de plus que la limite admise pour parer aux pertes. Ces dernières seraient en outre compensées par

Digitized by Google

le refoulement des eaux pendant 6 h 35′ au lieu des 6 h 10′ de fonctionnement nécessaires.

En vives eaux, on aurait de même $P + F = 132\,347$ ch.

$$F' = \frac{11{,}00\,F}{0{,}64 \times 5{,}55} = 3{,}10\,F,$$

et

$$P = \frac{132\,347 \times 1}{3{,}10 + 1} = 32\,280 \text{ ch.}$$

Nous prendrons en conséquence comme puissance constante 32 000 ch. Les 100 347 ch restants permettraient de refouler par heure un volume d'eau de

$$\frac{100\,347 \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 11{,}00} = 1\,929\,460 \text{ m}^3.$$

Ce volume écoulé sous la chute de 5,55 m produirait une puissance de

$$\frac{1\,929\,460 \times 1\,026 \times 5{,}55 \times 0{,}80}{270\,000} = 32\,554 \text{ ch,}$$

soit 554 ch de plus que la limite admise, ce qui permettrait de compenser les pertes. Il convient au surplus de remarquer que ces 32 554 ch seraient développés pendant sept heures, durée de l'écoulement des eaux du bassin, soit pendant 7 h — 5 h 20′ = 1 h 40′ de plus qu'il ne serait strictement nécessaire ; dans ces conditions, tout aléa serait bien garanti.

Les 376 760 m³ × 6 h 35′ seraient contenus dans un réservoir annexe de

$$\frac{2\,480\,320}{4{,}00} = 62 \text{ hectares.}$$

Et les 1 929 460 m³ × 7 h refoulés en vives eaux, dans un réservoir de

$$\frac{13\,506\,260}{4} = 337{,}66 \text{ hectares.}$$

Résumé. — En résumé, avec le bassin de marée de 900 hectares considéré, et un réservoir annexe de 337,66 hectares, ayant son fond à (8,50), on pourrait obtenir en mortes eaux une puissance constante de 3 400 ch et en vives de 32 000 ch au moins, ou encore une puissance constante de 3 400 ch pour toutes les marées, et une puissance croissant en sept jours et demi de zéro à 32 000 — 3 400 = 28 600 ch et décroissant de même, toujours en négligeant la puissance qu'on pourrait recueillir lors du remplissage du bassin.

Régularisation de la puissance pour toutes les marées. — Si enfin on voulait obtenir une puissance continue et constante pour toutes les marées, il faudrait partir des puissances constantes trouvées ci-dessus en mortes et en vives eaux.

D'après les résultats précédemment trouvés pour le système de bassin avec bief dix fois plus grand, on peut admettre que les eaux de la marée, en remplissant le réservoir annexe jusqu'à la cote (13,30), suffiraient pour produire la puissance constante de *16 000 ch* qui correspond à une marée de 7 m avec le bassin de 900 hectares considéré.

La puissance moyenne développée dans les cinq marées inférieures à 7 m serait

Pour une marée de 4 m	6 000 ch.
5 m	8 300
6 m	11 800
7 m	16 000
	32 100 ch,

soit en moyenne $\frac{32\,100}{4} = 8\,025$ ch.

L'énergie pour 5 marées serait de 12 h 40′ × 8 025 × 5 = 509 590 ch-h.

L'énergie produite par la puissance constante étant de 16 000 × 5 × 12 h 40′ = 1 013 360 ch-h, le déficit serait de 503 770 ch-h.

L'eau emmagasinée agirait pendant 6 h 40′ environ sous la chute moyenne de

$$\frac{13{,}40 - 9{,}30}{2} + 2{,}38 + \frac{7{,}82 - 2{,}38}{9} \times 3 = 6{,}24 \text{ m;}$$

et pendant six heures, période de mer haute, sous la chute moyenne de

$$\frac{\frac{13{,}40 - 9{,}30}{2} + \frac{2{,}66 + 0{,}50 + 0}{3} + \frac{1{,}33 + 0{,}40 + 0}{3}}{2} = 2{,}86 \text{ m.}$$

La moyenne générale de la chute serait par suite de

$$\frac{6{,}24 \times 6 \text{ h } 40' + 2{,}86 \times 6 \text{ h } 00'}{12 \text{ h } 40'} = 4{,}64 \text{ m.}$$

La masse d'eau emmagasinée devrait donc produire 503 770 ch-h sous cette dernière chute.

On aurait par suite

$$\frac{V \times 1\,026 \times 4{,}64 \times 0{,}80}{270\,000} = 503\,770 \text{ ch-h,}$$

d'où $V = 35\,700\,000$ m³ qui seraient contenus dans un réservoir de

$$\frac{35\,700\,000}{(13{,}40 - 9{,}30)} = 892{,}50 \text{ hectares.}$$

Il ne resterait plus qu'à parfaire, avec l'eau refoulée, la puissance entre 16 000 ch et celle de *25 000 ch* que nous prendrons comme puissance régulière pour toutes les marées.

Cette puissance correspond environ à une marée de 8,50 m. Il y aurait donc, comme précédemment, six marées et demie inférieures et sept et demie supérieures à 8,50 m dans le cycle lunaire de sept jours et demi.

Digitized by Google

L'excédent de puissance disponible pour élever de l'eau serait :

Pour une marée de	9 m,	27 000—25 000	=	2 500 ch
	10 m,	34 500—25 000	=	9 500
	11 m,	42 500—25 000	=	17 500
	12 m,	51 000—25 000	=	26 000
	13 m,	60 060—25 000	=	35 000
				90 500 ch,

soit en moyenne $\frac{90\,500}{5} = 18\,100$ ch.

L'énergie produite par sept marées et demie serait $12\text{ h }30' \times 18\,100 \times 7{,}5 = 1\,696.875$ ch-h.

L'eau serait à élever à 11 m; le volume refoulé serait de

$$\frac{1\,696\,875 \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 11{,}00} = 32\,474\,640 \text{ m}^3$$

que contiendrait un réservoir de

$$\frac{32\,474\,640}{4{,}00} = 811{,}87 \text{ hectares.}$$

Ce volume agirait sous la chute moyenne de

$$\frac{4{,}00}{2} + 2{,}38 + \frac{7{,}82 - 2{,}38}{9} \times 4{,}5 = 7{,}10 \text{ m.}$$

L'énergie qu'il développerait serait de

$$\frac{32\,474\,640 \times 1\,026 \times 7{,}10 \times 0{,}80}{270\,000} = 800\,930 \text{ ch-h.}$$

Or, le déficit en énergie est de $(25\,000 - 16000) \times 6{,}5 \times 12\text{ h }20' = 741\,030$ ch-h.

Le surplus d'énergie, soit $800930 - 741030 = 59900$ ch-h, servirait à compenser les pertes. Cet excédent correspond à une puissance de

$$\frac{59\,900}{12\text{ h }20' \times 6{,}5} = 727 \text{ ch.}$$

Les choses seraient ainsi bien équilibrées et en définitive, avec un bassin de 900 hectares, ayant son fond à (7,17), écoulant ses eaux de 6 h 35' à 7 h par marée, et un réservoir auxiliaire composé de deux parties de 892,50 hectares ayant leur fond à (8,50), et écoulant leurs eaux pendant les marées d'amplitude inférieure à 8,50 m, on obtiendrait une puissance continue et constante de *25 000 ch* pendant toutes les marées.

Cet exemple montre donc qu'il sera possible, sans bief, bassin ou réservoir, creusé au niveau des basses mers, d'obtenir une puissance régulière et continue avec les marées, mais par contre, il faudrait pouvoir disposer de vastes dépressions ; toutefois ces dernières seraient bien plus faciles à trouver et moins coûteuses à aménager que des baies ou anses profondes.

La puissance régulière de 25 000 ch correspond, pour 100 hectares, à $\frac{25\,000}{3} = 8\,330$ ch.

La puissance moyenne pour toutes les marées étant de 24 400 ch (fig. 26), le rendement serait de

$$\frac{8\,330}{24\,400} = 0{,}3414.$$

Pour la région de La Rochelle et dans les mêmes conditions, la puissance recueillie serait, pour un bassin de 100 hectares, de $\frac{4{,}00^2}{8{,}00^2} \times 8\,330 = 2080$ ch.

(*A suivre.*)

E. MAYNARD,
Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment Ingénieur du Service maritime à La Rochelle et à Saint-Nazaire.

Système de freinage avec récupération d'énergie pour véhicules actionnés par moteurs monophasés à collecteur

Après une rapide critique des différents modes de freinage électrique employés jusqu'ici, l'auteur donne la description et la théorie du système de récupération que les Ateliers de Construction Oerlikon ont adopté pour les locomotives monophasées du Saint-Gothard et qui est tel qu'il permet d'étendre les limites d'opération du freinage avec récupération, sans aucune restriction, à toutes les charges et à toutes les vitesses jusqu'à l'arrêt complet. Une bobine de réactance bien déterminée est le seul appareil qui s'ajoute à l'installation normale des moteurs.

I. — L'extension toujours croissante que prend la traction électrique dans le domaine des chemins de fer à voie normale donne une importance de plus en plus considérable au freinage électrique et tout spécialement à la récupération de l'énergie rendue par un train, tant à la descente des rampes qu'aux ralentissements pour arrêt. On a souvent cité comme étant un des avantages du système triphasé, la propriété que possèdent les moteurs de ce système de pouvoir fonctionner comme générateurs sans qu'il soit nécessaire de changer leurs connexions. L'utilité pratique de cet avantage est cependant très restreinte, car la récupération ne peut se faire que lorsque la vitesse coïncide exactement avec quelques vitesses de synchronisme en nombre très réduit et

Digitized by Google

parce que sur beaucoup de lignes, par suite des nombreuses périodes de démarrage, cette coïncidence ne se produit que rarement. Quelques chemins de fer de montagne ont cherché à obvier à ce défaut en renonçant à la récupération et en employant, d'après le système des Ateliers de Construction Oerlikon (Brevet suisse n° 20481 23 novembre 1899), des excitatrices à courant continu spéciales au moyen desquelles les moteurs de traction fonctionnent à la descente comme générateurs polyphasés qui sont chargés avec des résistances. Au moyen de ce dispositif on peut aussi marcher avec freinage électrique à des vitesses différant plus ou moins des vitesses de synchronisme et sans être lié au courant d'alimentation.

Dans les chemins de fer à courant continu avec moteurs-série, il a de tous temps été d'usage de freiner les moteurs électriquement en les faisant fonctionner comme générateurs série auto-excités, chargés avec les résistances de démarrage. Les essais et inventions tendant à obtenir un freinage avec récupération par l'emploi de moteurs dérivation avec excitatrices spéciales n'ont pas manqué (entre autres Brevet suisse n° 36123, 14 février 1906 des Ateliers de Construction Oerlikon). On fait actuellement état des succès obtenus sur quelques nouvelles locomotives américaines par des freinages avec récupération de ce genre. Mais ici aussi il s'agit d'installations et de connexions compliquées et la récupération ne se fait que dans des limites de vitesse très restreintes.

On peut dire qu'aujourd'hui c'est le moteur série qui est le plus généralement employé sur les *chemins de fer à courant monophasé*, celui-ci étant prévu dans la plupart des cas avec un champ de commutation transverse d'après le principe des Ateliers de Construction Oerlikon (Brevet suisse n° 30388 du 29 février 1904). Avec de tels moteurs il est possible d'effectuer, comme avec les moteurs série à courant continu, un freinage électrique, en les faisant travailler comme générateurs série à courant continu, auto-excités, sur des résistances. Pour la récupération de l'énergie de freinage, on a proposé d'exciter l'enroulement du champ principal par des excitatrices à courant alternatif spéciales, ou de le connecter en série avec l'induit par l'intermédiaire de transformateurs de courant. La première solution complique beaucoup l'installation et la seconde se heurte à la grande difficulté qu'il y a de réduire l'auto-excitation provoquée par des oscillations internes de fréquences indépendantes de celles du réseau.

Les nouvelles commandes de locomotives passées par les Chemins de fer Fédéraux pour la ligne du Gothard stipulent qu'au moins le poids propre des locomotives doit pouvoir être retenu à la descente par freinage électrique, toute liberté étant laissée au constructeur de freiner sur résistances ou de prévoir le freinage avec récupération. Le but du freinage électrique est, en tout premier lieu, de réduire l'usure des bandages et sabots produite par le freinage mécanique; il n'est présentement pas attaché d'importance spéciale à la récupération d'énergie. Cependant sur la ligne du Gothard, à la descente d'une rampe de 26 pour 100, on devrait pouvoir récupérer aux balais des moteurs environ la moitié de l'énergie électrique absorbée à la montée par un train de même poids et roulant à la même vitesse.

II. — Les Ateliers de Construction Oerlikon ont entrepris depuis longtemps, dans leurs usines, des essais complets et détaillés de divers systèmes de freinage de leurs moteurs de locomotives, aussi bien par résistances, courant de retour, qu'avec récupération, et, au début de cette année, les résultats très satisfaisants obtenus par le freinage avec récupération de moteurs de 250 ch purent être présentés à un cercle restreint de personnalités compétentes.

Tout récemment encore, on a réussi à modifier complètement ainsi qu'à simplifier considérablement le dispositif des connexions, et *à étendre les limites d'opération du freinage avec récupération, sans aucune restriction, à toutes les charges et à toutes les vitesses jusqu'à l'arrêt complet*, de sorte que même une partie de l'énergie de démarrage peut être récupérée, et cela sans qu'il soit nécessaire d'employer pour la commande d'autres appareils que le contrôleur de marche utilisé pour le service normal des moteurs. Il n'est plus nécessaire d'employer ni réactances de choc, ni réactances spéciales sursaturées, transformateurs de courant, dispositifs d'excitation ou transformateurs de phases; une bobine de réactance ordinaire, d'une réactance de valeur fixe et bien déterminée, est le seul appareil qui vienne s'ajouter à l'installation normale des moteurs. Par ce nouveau système de connexions, le moteur série ordinaire est transformé en un moteur ou générateur de genre particulier présentant des propriétés nouvelles, très appropriées au freinage pratique. Le constructeur a toute latitude de fixer à son gré le rendement et le facteur de puissance pour chaque puissance et chaque vitesse; l'auto-excitation et l'instabilité qui étaient toujours à craindre avec les systèmes précédents sont complètement éliminées.

Dans ce qui suit nous nous proposons d'exposer ce que ce nouveau système présente de plus essentiel au point de vue théorique.

III. — Le schéma (fig. 1) montre sous sa forme habituelle un moteur ou générateur bipolaire avec son induit tournant a et son enroulement inducteur m. Tous les enroulements éventuels de compensation ou de pôles auxiliaires sont réunis schématiquement en un enroulement c, la connexion de ces enroulements entre eux, d'après un schéma connu quelconque, étant pour le moment sans importance pour le fonctionnement du moteur. L'induit, en série avec la bobine de réactance d, de dimensions bien déterminées, est connecté en deux points d'un transformateur t comprenant entre eux la tension e_1, qui peut être réglée en déplaçant les points de connexion; l'inducteur est également connecté au même transformateur en deux points comprenant entre eux une tension e_2 convenablement choisie. Le schéma paraît ainsi représenter dans ses grandes lignes un

Digitized by Google

moteur dérivation ordinaire que chacun jusqu'ici regardait comme inutilisable. Contrairement à cette conception, si l'on choisit convenablement la valeur de la réactance d, cette machine développe, dans un sens comme moteur et dans l'autre comme générateur à chaque vitesse à partir de l'arrêt complet, un couple constant; pour des tensions appliquées e_1 et e_2 données, la puissance

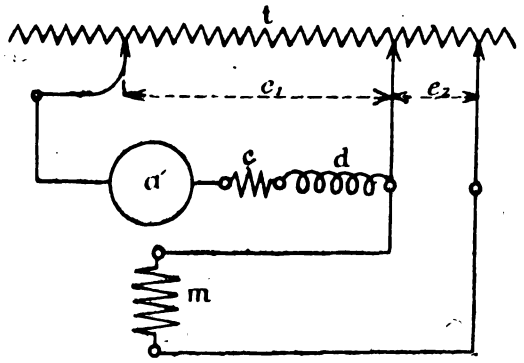


Fig. 1.

croît proportionnellement à la vitesse. A notre connaissance c'est ici la première fois que cette propriété est réalisée avec des machines électriques. Pour une tension appliquée donnée, l'intensité du courant croît à partir d'une valeur minimum à l'arrêt, plus rapidement que la vitesse; le facteur de puissance s'approche de l'unité.

La figure 2 donne les courbes théoriques du générateur sans pertes, pour trois tensions appliquées e, qui sont dans les rapports de 1 à 0,6 et à 0,3, en admettant une tension d'excitation constante et égale à celle sous laquelle le générateur tournant à sa pleine vitesse 1 donnerait une tension 1 entre les balais de l'induit. La figure 3 montre un groupe de courbes analogues à vitesse et excitation constantes, mais avec tension appliquée variable. Les courbes de courant i, facteur de puissance cos φ et puissance P sont établies pour le nombre de tours 1 pour lequel la tension entre balais doit être 1, en fonction de la tension appliquée e, qui est portée en abscisses en fractions de la tension entre balais. Si nons désignons par R_1 la réactance totale du circuit de l'induit avec la bobine de réactance, par R_2 la réactance de l'enroulement inducteur, les résistances ohmiques par r_1 et r_2, l'intensité de courant de l'induit par i_1, celle de l'enroulement inducteur par i_2, le flux magnétique engendré par l'enroulement inducteur par F_2 et la force électromotrice, induite par rotation de l'induit dans ce flux par e_r, le nombre de tours par n, nous obtenons les relations simples suivantes

$$i_1 r_1 + \frac{di_1}{dt} R_1 \pm n . M i_2 = e_1,$$

$$i_2 r_2 + \frac{di_2}{dt} R_2 = e_2,$$

le signe + ou le signe — étant pris suivant le sens de rotation caractérisant le fonctionnement comme moteur ou comme générateur.

e_1 et e_2 doivent être en phase, d'autre part $n M i_2$ représente la tension engendrée par rotation, ou tension entre balais e_r; on peut donc aussi écrire

$$i_1 r_1 + \frac{di_1}{dt} R_1 = e_1 \pm e_r.$$

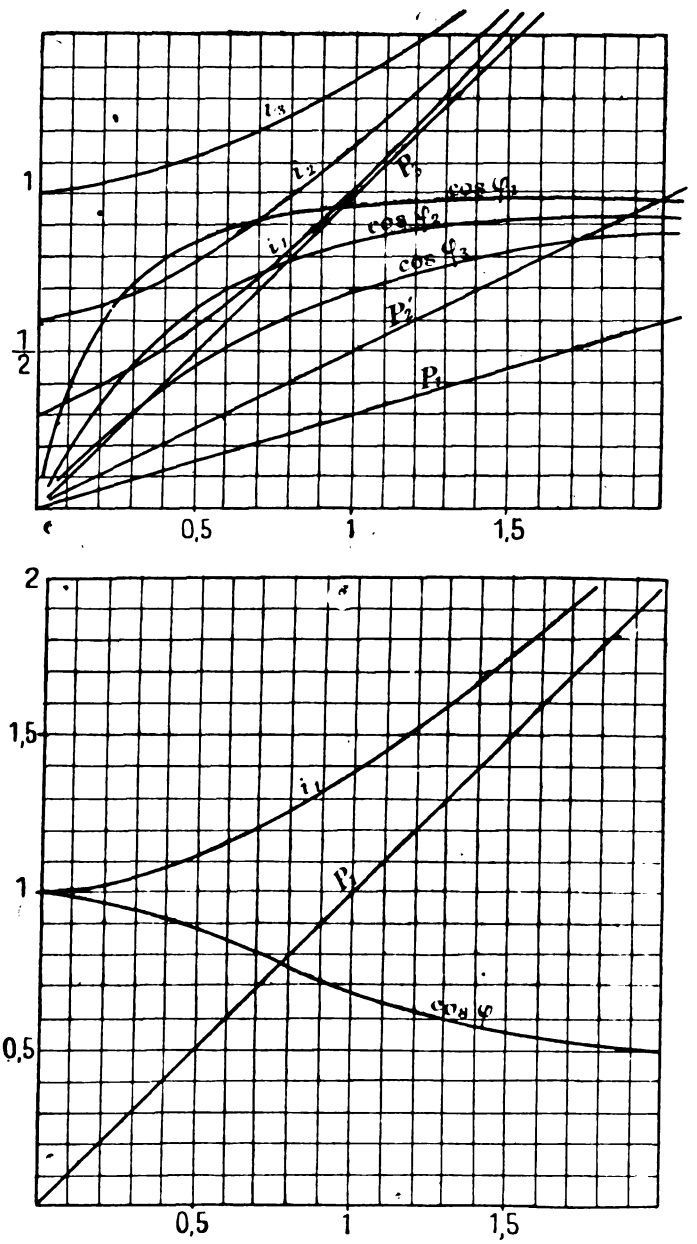


Fig. 2 et 3.

Pour simplifier, on peut négliger les résistances ohmiques et on obtient

$$\frac{di_1}{dt} = \frac{e_1 \pm e_r}{R_1}, \qquad \frac{di_2}{dt} = \frac{e_2}{R_2}.$$

Le courant i_1 est ainsi déphasé de 90° par rapport à

Digitized by Google

a résultante des tensions e_1 et e_r, le courant i_2 de 90° par rapport à e_2. Puisque e_r est en phase avec i_2, e_r est donc aussi déphasé de 90° par rapport à e_2 et e_1. Si l'on désigne par des majuscules les valeurs efficaces, on obtient pour l'angle φ entre e_1 et i_1

$$\cos \varphi = \frac{E_r}{\sqrt{E^2_1 + E^2_r}}.$$

La puissance est

$$P = E_1 I_1 \cos \varphi$$

mesurée aux points de connexion du transformateur.

La puissance mesurée aux balais de l'induit est

$$P = E_r I_1 \sin \varphi,$$

et en général

$$P = \frac{E_1 E_r}{R_1}.$$

Le couple ou l'effort de traction devient

$$C = \frac{P}{n} \cdot 716 = \text{const.} \frac{E_1}{R_1} . M i_2 = \text{const.} \frac{E_1 E_2}{R_1}.$$

Pour une excitation et une tension aux bornes données, le couple est constant; il varie proportionnellement à la tension aux bornes E_1 et en proportion inverse à la réactance R_1.

On obtient pour $n = 0$ la valeur caractéristique $I_1 = \frac{E_1}{R_1}$,

et pour $e_1 = 0$ la valeur caractéristique $I_1 = \frac{E_2}{R_1}$.

L'énergie d'excitation $e_2 i_2$ constitue une perte qui est à calculer et à mesurer séparément en watts et volts-ampères.

Le diagramme de fonctionnement du générateur prend la forme simple représentée par la figure 4; pour

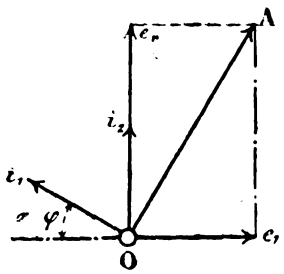


Fig. 4.

le fonctionnement comme moteur, e_2 et P seraient dirigés vers le bas.

Pour l'utilisation pratique du moteur ou générateur, il est nécessaire que R_1 soit choisi assez grand pour que le courant i_1 à la vitesse normale ou maximum, aussi bien que la tension de rotation e_r qui est limitée par le flux F_2 et par le courant d'excitation admissible i_2, ne dépassent pas les valeurs limites pour lesquelles la machine est construite.

La réactance R_1 peut être constituée par n'importe quel appareil connu, par exemple par des bobines inductives ordinaires, ou en partie par la réactance de l'induit, de l'enroulement de compensation et des pôles auxiliaires. Pour l'ajustage du champ transversal par les pôles auxiliaires et l'enroulement transversal, les mêmes règles que pour le moteur série subsistent, en tenant compte dans un sens convenable du déphasage de la tension entre lames, induite par effet transformateur du flux F_2 avec la tension induite dans l'armature par la rotation de celle-ci. En général, avec le nouveau système, les phases de ces deux tensions se rapprochent davantage qu'avec le moteur série; on peut ainsi supprimer en partie les moyens employés pour décaler le champ transversal, et, par exemple, court-circuiter tout simplement l'enroulement transversal du moteur à deux circuits d'alimentation.

Si l'on tient compte, dans le diagramme 5, des pertes

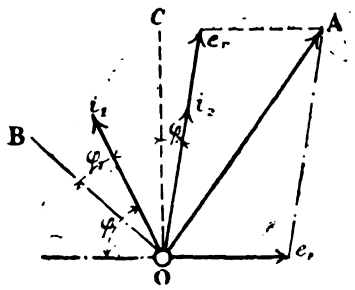


Fig. 5.

ohmiques se rapportant aux résistances r_1 et r_2, le vecteur e_r se décale à droite de la verticale, d'un angle φ_2; la résultante se décale avec lui d'une façon analogue; i_1 ne sera plus décalé de 90° à gauche de P, mais d'un angle $(90° - \varphi_1)$. En posant

$$\text{tg } \varphi_2 = \frac{r_2}{\omega R_2}, \qquad \text{tg } \varphi_1 = \frac{r_1}{\omega R_1},$$

l'angle φ croîtra avec les angles φ_1 et φ_2 et le facteur de puissance $\cos \varphi$ diminuera (voir fig. 5). La valeur de ce facteur est

$$\cos \varphi = \frac{E_1 \sin \varphi_1 E_r \cos \varphi (\varphi_2 + \varphi_1)}{\sqrt{E^2_1 + E^2_r + 2 E_1 E_r \sin \varphi_2}}.$$

IV. — Comme le courant de l'induit et celui de l'inducteur sont complètement séparés, aucune auto-excitation n'est à craindre si les balais sont convenablement ajustés, et aussi si les enroulements transversaux sont court-circuités. Pour régler l'effort de traction et la vitesse, seul le réglage de la tension appliquée e_1 est nécessaire. C'est là un des avantages principaux de ce

Digitized by Google

nouveau système d'obtenir un réglage sans pertes, en même temps que la stabilité d'opération, sans devoir recourir à des résistances spéciales. L'enroulement inducteur peut être connecté à l'intérieur ou à l'extérieur des prises de courant e_1 ou aussi à un transformateur spécial; la tension e_2 pourrait également être rendue réglable. On peut aussi varier la réactance R_1 et la faire contribuer au réglage.

Pour ce qui concerne le fonctionnement en moteur proprement dit, ce nouveau système ne paraît présenter aucun avantage, car, pour une même puissance, le poids est en général plus grand et le facteur de puissance plus petit qu'avec le moteur série ordinaire; à cela il faut encore ajouter le prix, le poids et les pertes dans la bobine d'induction.

Le passage d'un moteur série de connexions usuelles du service moteur au service générateur pour freinage avec récupération se fait à l'aide de moyens très simples. Pour le premier service, la bobine d'induction peut être court-circuitée et l'enroulement inducteur connecté à l'induit.

Le passage du freinage avec récupération au freinage sur résistances, qui peut être éventuellement désiré pour effectuer des descentes sans rester connecté au réseau, est également facile à faire, vu qu'il suffit de prévoir une résistance de freinage qui sera à volonté mise en circuit ou court-circuitée. Le changement de connexions ou l'ajustage des enroulements de compensation et des pôles auxiliaires qui serait nécessité pour la commutation, peut se faire du même coup et par le même inverseur de marche qui établit les nouvelles connexions de l'inducteur et de l'induit pour le freinage avec recupération.

Une fois que l'inverseur de marche se trouve dans la position de freinage, la manœuvre se réduit à ajuster avec le contrôleur de marche la tension appliquée et le couple, jusqu'à ce qu'on marche à la vitesse désirée. On peut, d'autre part, effectuer aussi des marches arrière en gardant la même connexion, les machines fournissant un travail moteur. Il est recommandable de couper l'excitation aux bornes de l'inducteur en même temps que le contrôleur de marche arrive dans la position zéro.

Ce nouveau système donne sans autre la possibilité d'employer le freinage avec récupération à chaque vitesse, spécialement aussi pour effectuer l'arrêt du train, et, pour autant que les pertes mécaniques et celles dans les enroulements le permettront, de rendre au réseau le dernier reste d'énergie mécanique accumulée dans le train; il ne demande, en plus des machines et appareils de nécessité usuelle, qu'une simple bobine d'induction. Cette simplicité, ainsi que le champ d'opérations très étendu de ce système, le mettent bien au-dessus de toutes les méthodes et installations connues jusqu'à ce jour pour les courants continu et triphasé et peuvent l'appeler à donner une nouvelle supériorité très marquée au courant monophasé.

Le mode de fonctionnement de l'installation est montré si clairement par les simples formules et diagrammes ci-dessus que la présentation de résultats d'essais est superflue. Des essais nombreux, exécutés sur de grands moteurs de locomotives, comme aussi sur des petits moteurs stationnaires, confirment absolument les calculs et la théorie. Pour le calcul, il paraît le plus pratique de partir de la tension normale du moteur E_r à la vitesse normale n, et du courant maximum admissible I_1. La puissance devient

$$P = E_r I_1 \sin \varphi.$$

La réactance nécessaire R_1 de la bobine d'induction s'obtient alors par

$$R_1 = \frac{E_r}{I_1 \sin \varphi}.$$

Si, par exemple, la puissance qu'on veut récupérer sur une rampe à la descente doit être d'environ la moitié de la puissance absorbée normalement à la montée, on pourrait faire fonctionner le moteur, sous tension normale aux balais et avec environ 80 pour 100 du courant normal, comme générateur de freinage avec un $\cos \varphi = 0{,}8$. La ligne de contact devra fournir, outre la composante réactive $I_1 \sin \varphi$, également le courant d'excitation I_2 du moteur et du transformateur.

Si cette méthode de freinage est également introduite pour effectuer l'arrêt des trains, la récupération sur des parcours horizontaux atteindra environ les 40 pour 100 de l'énergie absorbée par les démarrages. Comme cette énergie de démarrage atteint, par le réglage de tension sans pertes des moteurs monophasés, environ 30 pour 100 de l'énergie nécessaire pour vaincre la résistance du train en marche (pour chemins de fer faisant environ 50 km à l'heure et dont les distances entre les stations d'arrêt sont d'environ 10 km), l'énergie totale nécessaire, ou si l'on veut les watts-heures nécessaires par tonne-kilomètre pourraient être réduits de 12 pour 100 en effectuant les arrêts au moyen du freinage avec récupération.

Pour les véhicules à courant continu qui démarrent à l'aide de résistances de démarrage et au moyen de la connexion série-parallèle des moteurs, l'énergie nécessaire pour le démarrage atteint, par suite des pertes dans les résistances, environ 1,5 fois celle qu'absorbent les moteurs monophasés, donc environ 45 pour 100 de l'énergie nécessaire en marche dans les mêmes conditions que ci-dessus. Une récupération aux arrêts n'entre pas en considération, de sorte que les chemins de fer à courant continu emploient environ 20 pour 100 d'énergie de plus que les chemins de fer monophasés où les arrêts sont effectués par freinage avec récupération, et cela lors même que les moteurs monophasés avec transformateurs accusent un rendement global de 5 pour 100 inférieur à celui des moteurs à courant continu.

Dr Behn-Eschenburg,
Ingénieur aux Ateliers Oerlikon.

Digitized by Google

Considérations sur les disjoncteurs à l'huile

L'auteur, dans le présent article, discute un certain nombre de questions pratiques ; il trouve qu'un interrupteur de bonne exécution doit satisfaire à neuf conditions ; il envisage ensuite leur utilisation en combinaison avec des relais à temps différé, ou à retard fixe réglable, puis leur fonctionnement dans le montage à barres omnibus simples ou doubles et dans le montage en boucle. Une étude sur le mode d'essais des disjoncteurs à huile sera publiée ultérieurement ; en attendant, rappelons les beaux travaux parus sur ce sujet dans « La Revue électrique », 1er et 15 sept. 1916, p. 133 et 169 et dans la « R. G. E. », 31 août et 7 sept. 1918, t. IV, p. 311 et 343.

Généralités. — Il n'existe probablement aucune pièce d'appareillage dont l'utilisation soit aussi peu connue que celle du disjoncteur à huile.

Malgré les vingt années pendant lesquelles cet appareil a reçu une application commerciale, il y a encore beaucoup à apprendre sur les grandes questions de son exécution.

Il n'y a pas plus de huit ans que l'étude des deux interrupteurs de constructeurs bien connus a été faite et on a trouvé que, dans les deux cas, la capacité de rupture des interrupteurs était évaluée d'une façon directement proportionnelle à la course. Aujourd'hui, tous les constructeurs (les deux en question inclus) sont d'accord à trouver que cette évaluation n'est pas exacte.

Dans ces dernières années, de nombreux essais ont été faits pour déterminer la puissance apparente maximum qu'un interrupteur serait capable de couper d'une façon satisfaisante. La plupart de ces essais furent faits en Amérique où les grandes installations hydrauliques se prêtent admirablement à une telle opération, d'autres ont été faits également en Angleterre et en Scandinavie. Les grands constructeurs d'appareillage ont pris et prennent encore part à toutes ces expériences ; on peut en voir les résultats dans les gammes très complètes d'interrupteurs à huile qui sont maintenant sur le marché pour des conditions différentes.

Au cours de ces essais, on a trouvé dans les bacs des grands et petits interrupteurs une pression excédant 7 kg : cm² et il n'est pas rare de trouver des interrupteurs ayant fait explosion et des bacs bosselés après l'ouverture, sous un violent court-circuit, ce qui démontre que l'établissement des interrupteurs à huile, d'après leur capacité, est une question très sérieuse.

Conditions à remplir. — Nous ne pouvons évidemment donner ici des détails complets sur les différents essais, mais un article paraîtra prochainement sur ce sujet. Pour le moment, il suffit de dire qu'il a été prouvé d'une façon concluante que dans la réalisation des interrupteurs à huile, il est indispensable de prévoir :

1° Un isolement permettant de supporter une tension d'essai d'au moins deux fois la tension normale (cette règle ne s'applique pas aux tensions très élevées, soit 30 000 v et au-dessus).

2° Une quantité suffisante de métal dans les contacts pour supporter le courant normal sans que l'augmentation de température dépasse 35° approximativement.

3° Les contacts auxiliaires séparés, dans lesquels le circuit est coupé après que les contacts principaux sont bien séparés ; ceci assure que la condition n° 2 sera maintenue en travail continu.

4° Une quantité suffisante d'huile autour et au-dessus des contacts pour empêcher l'arc, au moment de la rupture, d'atteindre le niveau d'huile et d'y faire exploser le mélange d'air et d'huile qui est toujours présent après l'ouverture de l'interrupteur sous charge.

5° Un espace d'air libre au-dessus du niveau d'huile, de façon que le gaz dégagé par l'arc ait suffisamment de place pour se dilater. Dans les disjoncteurs de grande capacité, des mesures de précaution doivent être prises pour soulager cette pression de gaz et éloigner les vapeurs (qui sont semi-conductrices) des jonctions au-dessus de l'interrupteur.

6° Les bacs et toutes les parties de carcasse doivent être prévus de façon à supporter de très fortes pressions.

7° On doit placer un écran isolé immobile entre les contacts au-dessous de l'huile, de façon à empêcher que les arcs sur les deux phases ne se trouvent en contact l'un avec l'autre.

8° Une ouverture d'une longueur suffisante doit être ménagée sous l'huile, pour assurer la coupure nette et complète du courant.

9° Il est important d'établir le mécanisme de telle façon qu'il complète sa course dans le minimum de temps possible. Il est bien entendu que ceci est complètement indépendant de la question de l'emploi d'un dispositif à temps destiné à retarder l'instant où le disjoncteur commence à s'ouvrir.

Dans les études diverses ces points peuvent être appliqués de différentes manières, mais il existe encore, sur la place, beaucoup d'interrupteurs dans la construction desquels, paraît-il, les points 1 et 2 seuls ont été pris en considération.

Il est intéressant de noter que les règlements de la V. D. E. considérés, tout récemment encore, comme les plus complets en ce qui concerne ce sujet, ne prennent réellement en considération que les points 1 et 8 et, indirectement, le point n° 4. Aucun de ces points n'a été entièrement pris en considération dans les interrupteurs de construction allemande.

Etablir un interrupteur pour ces conditions normales de courant est chose facile. Ce n'est qu'une question de superficie de contacts et de surface de refroidissement. Pour un bon appareil, il faut aussi considérer le courant

Digitized by Google

que l'interrupteur peut être susceptible de couper automatiquement dans le cas d'un court-circuit.

Considérons un instant le système de la figure 1. Supposons un court-circuit sur le côté départ de chaque interrupteur; dans ces conditions, l'interrupteur doit couper une puissance limitée seulement par la réactance interne de la génératrice, et la résistance infime du circuit; la puissance à couper par l'interrupteur b est réduite par la réactance du transformateur de 1000 kv-A tandis qu'à l'interrupteur d, le courant du court-circuit est limité par les réactances de la génératrice et de deux transformateurs de 1000 kv-A chacun, ainsi que par l'impédance de la ligne. Il est évident que les services demandés à chacun de ces trois interrupteurs sont très différents, bien que leurs charges normales soient identiques.

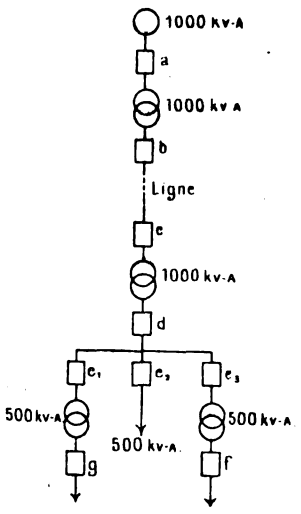


Fig. 1. — Schéma d'une ligne à haute tension alimentant deux dérivations.

Chaque client devrait donner dans sa spécification la puissance apparente maximum appelée à circuler en cas d'un court-circuit, à l'endroit où se trouve l'interrupteur, ou bien, alors, tous les renseignements utiles afin de permettre de calculer l'impédance totale du circuit.

Considérons à nouveau les conditions qui peuvent exister à l'interrupteur a de la figure 1. Les courbes dans la figure 2 représentent approximativement les conditions de courant d'une génératrice moderne en court-circuit. Pendant la première période, l'intensité du courant s'élève à une valeur limitée seulement par la réactance interne de la génératrice même. Cependant, ceci n'affecte en rien la forme générale ni les valeurs finales de la courbe; la pointe initiale sera moins haute, simplement. Il faut noter que cette courbe est tracée en supposant que la courbe du courant est sinusoïdale et symétrique. Selon la tension instantanée au moment d'un court-circuit, les quelques premières périodes peuvent se trouver déplacées par rapport à la ligne de zéro, de façon que, pendant la durée du court-circuit, l'amplitude de la courbe de courant soit bien plus grande au-dessus qu'au-dessous de la ligne zéro, ou vice versa. Cet effet disparaît généralement avant que l'interrupteur ne soit ouvert et, dans ce cas, il n'y a pas à s'en occuper.

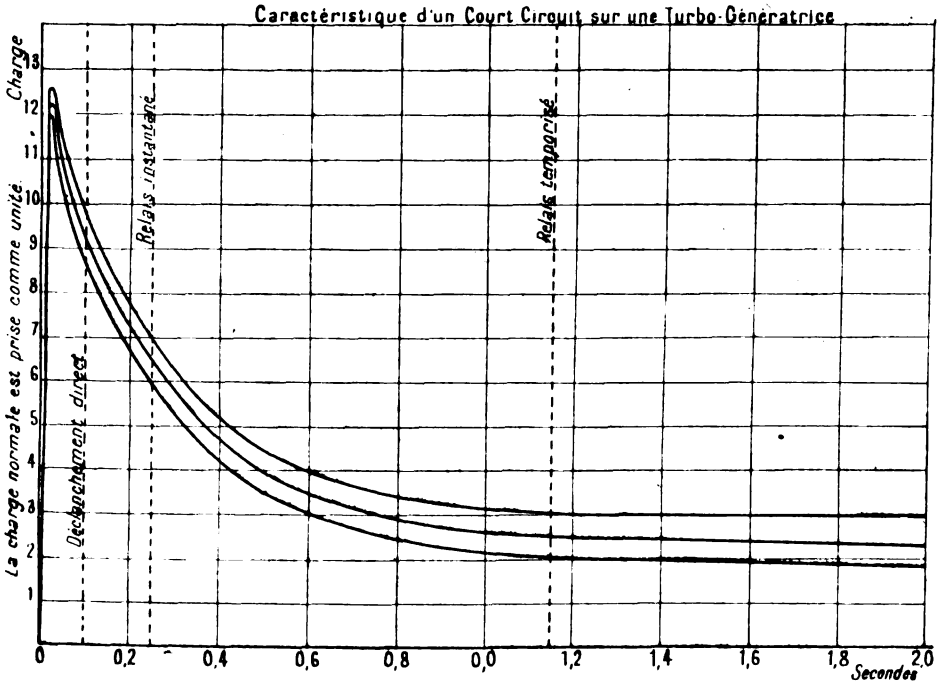


Fig. 2. — Caractéristiques d'un court-circuit sur une turbo-génératrice.

Actuellement, les interrupteurs à déclanchement direct par solénoïde alimenté par transformateur série n'ont pas été construits pour s'ouvrir en moins d'un dixième de seconde; l'interrupteur a de la figure 1, s'il est de ce type, doit être capable de couper 9,5 à 10 fois le courant normal de pleine charge de la génératrice, disons 9 500 kv-A, en admettant que la tension normale soit maintenue.

Utilisation des relais. — L'emploi d'un tel inter-

Digitized by Google

rupteur à cet endroit est rare, l'usage étant d'y mettre un relais, celui-ci permettant un réglage plus facile. Un tel relais amène un certain délai dans l'opération, ce délai pouvant être estimé de 0,25 seconde et, à ce moment, la charge de court-circuit peut être réduite de moitié. Donc, l'interrupteur a, s'il est commandé par relais, n'est appelé à couper que 6500 kv-A.

Étant donné que les génératrices modernes sont construites normalement pour supporter les chocs mécaniques dus aux courts-circuits, la pratique courante est d'employer pour les interrupteurs des relais d'un type tel que la génératrice ne soit pas retirée du circuit avant un certain laps de temps.

Ceci est préférable pour l'interrupteur, car le courant de court-circuit a ainsi le temps de descendre plus près de sa valeur constante. Ce retard permet aussi à l'interrupteur qui est le plus proche du défaut de s'ouvrir, soulageant ainsi entièrement les interrupteurs principaux.

Ces relais sont, généralement, de deux types :

1° Relais à temps différé ;

2° Relais à retard fixe réglable.

Le *relais à temps différé* est le plus connu des deux. La figure 3 montre graphiquement le fonctionnement de cet appareil. On remarquera que ces courbes deviennent horizontales à partir de 240 pour 100 de la charge normale, de sorte que théoriquement, les interrupteurs réglés d'après les courbes A, B, C devront s'ouvrir dans un ordre bien défini.

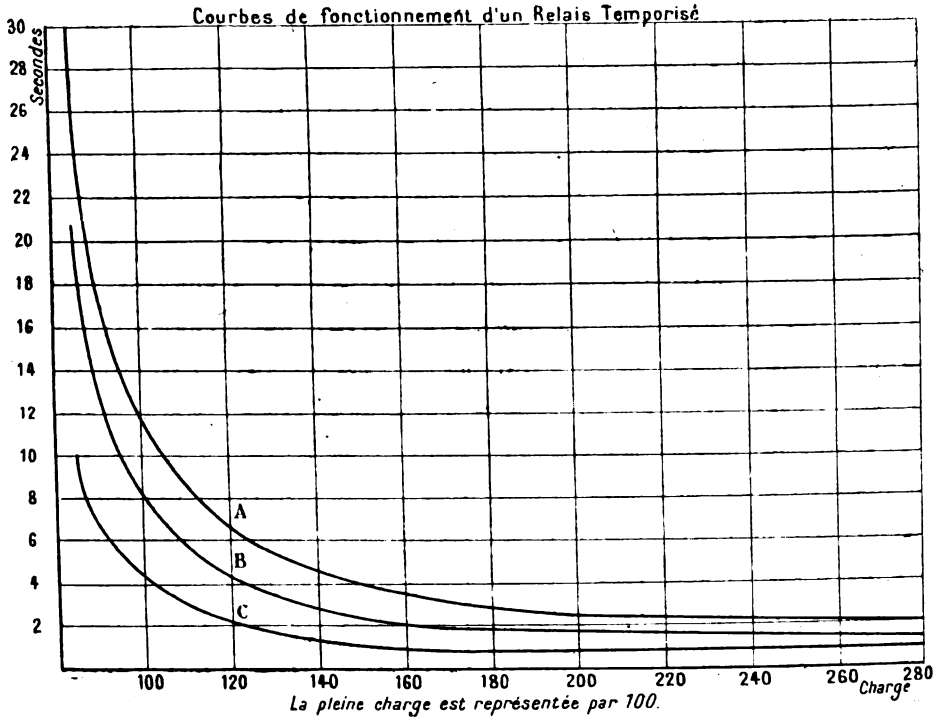


Fig. 3. — Courbes de fonctionnement d'un relais temporisé.

Il est douteux que, dans la pratique, on puisse toujours compter sur l'application de cet ordre, car tous les appareils d'une série démarrent en même temps et les différences de temps dans des conditions de surcharge excessive peuvent être moindres que le temps nécessaire pour ouvrir le premier interrupteur excité et pour soulager la surcharge, avant que la bobine de déclanchement de l'interrupteur suivant soit également excitée.

A ce point de vue, les relais pouvant être réglés de façon à fonctionner après un laps de temps déterminé et indépendamment du circuit, sont préférables.

Chaque type de relais limiterait le travail effectué par le disjoncteur à la coupure de, mettons trois fois la surcharge normale ou, dans notre cas, à 3 000 kv-A. Cette action limitative ne serait pas si évidente aux points éloignés du réseau, à cause de l'impédance supplémentaire.

Nous référant de nouveau à la figure 1, on remarquera que les disjoncteurs a, b, c et d ont tous la même charge, en ne tenant pas compte des pertes minimes à vide et dans la ligne. S'il y avait un court-circuit sur un système, il serait préférable que, seul, le disjoncteur le plus proche de l'endroit où se produit le court-circuit soit ouvert automatiquement de façon que, sur un réseau compliqué, le défaut soit localisé. Pour arriver à ce résultat, les disjoncteurs a, b, c, d doivent avoir des relais tels que, tandis qu'ils fonctionnent pour la même valeur de courant, le disjoncteur le plus éloigné de la station doit s'ouvrir avant le disjoncteur qui se trouve être le plus proche de cette dernière. Par exemple, le relais d peut être instantané, tandis que les relais des disjoncteurs c, b et a pourraient être prévus pour fonctionner après 2, 4 et 6 secondes respectivement, s'ils

Digitized by Google

sont du type à temps fixe ou, suivant les courbes, marqués avec leurs lettres respectives, données à la figure 6, s'ils sont du type à temps différé.

Ces considérations rapides, résultant de l'examen des courbes de la figure 2, montrent la raison pour laquelle il est préférable de ne pas évaluer un disjoncteur d'après la puissance maximum des génératrices.

Facteurs caractéristiques. — Les facteurs caractéristiques d'un disjoncteur à huile sont les suivants :

Intensité normale du courant.

Tension normale de fonctionnement.

Puissance apparente maximum en kilovolt-ampère que le disjoncteur est appelé à couper.

Il n'est pas toujours possible, au point de vue économique, d'installer un disjoncteur si grand qu'il soit capable de couper la puissance nécessaire sans être endommagé. Il est estimé suffisant qu'un disjoncteur puisse être garanti, par le constructeur, capable de couper la puissance maximum à la tension normale, de telle façon que le circuit soit ouvert convenablement et que le disjoncteur puisse être refermé immédiatement pour le service normal, après deux coupures. Avec tous les disjoncteurs, il est utile de nettoyer les contacts et, en cas de nécessité, de changer ou de filtrer l'huile après un service chargé.

Quand un disjoncteur se trouve au bout d'un long feeder, la puissance sur laquelle on peut compter est limitée plutôt par l'impédance de la ligne que par les caractéristiques de la génératrice. En ce cas, la variation de tension du feeder doit être prise en considération. Si, au disjoncteur, la tension s'abaisse de r pour 100 à charge normale, le courant maximum en court-circuit serait de $\frac{100 \times \text{charge normale}}{r}$.

Généralement, ceci est peu de chose par rapport à la puissance totale de la station génératrice et la tension sera maintenue de façon que la puissance à couper soit calculée à tension normale.

Pour des disjoncteurs branchés à la suite d'un transformateur, la régulation des feeders primaires et secondaires est ajoutée à la régulation du transformateur lui-même et le court-circuit est calculé comme pour un feeder. Intensité de court-circuit

$$= \frac{100 \times \text{pleine charge normale}}{r_1 + r_2 + r_t}.$$

La méthode la plus ancienne et la plus simple de relier des génératrices aux feeders est le système de la barre omnibus unique indiqué sous forme de schéma (fig. 1). Avec ce système, la capacité de rupture nécessaire pour tous les disjoncteurs est le total de toutes les valeurs du courant de court-circuit de toutes les génératrices travaillant en parallèle, ce qui veut dire que tous les disjoncteurs des feeders doivent avoir la même capacité de rupture, bien que leurs charges normales soient très différentes.

Il est quelquefois possible, mais non usuel, d'employer des disjoncteurs de capacités de rupture différentes sur les circuits des génératrices. Prenons comme exemple une station avec quatre génératrices de puissances différentes, chacune étant protégée par relais à maximum et à retour de puissance du type à temps. Dans le cas d'ouverture des disjoncteurs, provoquée par une surcharge, c'est-à-dire dans le cas d'un court-circuit sur le feeder ou sur les barres omnibus, la puissance à couper n'est pas très grande, étant limitée par la capacité de la génératrice intéressée à protéger et par les limites de temps employées. On a évalué cette puissance et on l'a portée dans la colonne 3 du tableau I. Si dans une génératrice quelconque se manifestait un défaut intérieur, le disjoncteur sur cette génératrice devrait couper (au moyen du relais à retour de puissance) la puissance totale correspondant au courant de court-circuit des génératrices sans défaut encore limitées par le temps. Ce chiffre est indiqué dans la colonne 4 ci-dessous. Comme les disjoncteurs des feeders doivent être capables de couper un court-circuit avec toutes les génératrices en marche, on comprendra que leur capacité de rupture sera la plus grande de toutes, 49 500 kv-a par exemple, avec action à temps.

Tableau I.

GÉNÉRATRICE	PUISSANCE APPARENTE NORMALE en kv-a	PUISSANCE APPARENTE AU MOMENT DU COURT-CIRCUIT en kv-a	PUISSANCE APPARENTE A COUPER PAR RETOUR DE PUISSANCE en kv-a
A	500	1 500	48 000
B	1 000	3 000	46 500
C	5 000	15 000	34 500
D	10 000	30 000	19 500

Dans la pratique, il est rare que les types adoptés par un constructeur lui permettent de tirer parti de ces besoins variés, les différences étant généralement trop petites.

La puissance de plus en plus grande des unités génératrices et l'emploi de feeders de plus en plus gros amènent, nécessairement, des difficultés particulières, mais l'art d'établir des disjoncteurs se développe rapidement et des disjoncteurs d'une très grande capacité de rupture sont maintenant sur le marché.

Cependant, à l'occasion, le sectionnement des barres omnibus peut devenir utile et même nécessaire dans des centrales exceptionnellement importantes, ou encore à certaines heures de la journée certains feeders peuvent prendre une très forte charge et demandent alors une plus grande tension à la station ; sinon une avarie dans une génératrice pourrait amener l'arrêt complet de la station, ce qui aurait des conséquences sérieuses sur un grand réseau ; de là l'évolution de la boucle et du système des barres omnibus en double indiqué sur les figures 4 et 5.

Avec la boucle, le schéma général est presque le

Digitized by Google

même que dans la figure 6, sauf que les barres omnibus sont interrompues au moyen de sectionneurs normalement fermés, et les deux bouts des barres omnibus sont reliés ensemble. D'une façon générale, toutes les génératrices travailleraient en parallèle et la charge serait répartie également entre elles. En ouvrant les disjoncteurs 1 et 3, les groupes « A » et « B » sont fermés, et, en ouvrant les disjoncteurs 2 et 4, les génératrices du groupe « A » alimentent les feeders du groupe « B » et les génératrices du groupe « B » alimentent les feeders du groupe « A ».

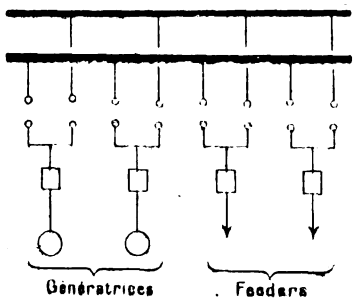


Fig. 4. — Montage avec doubles barres omnibus.

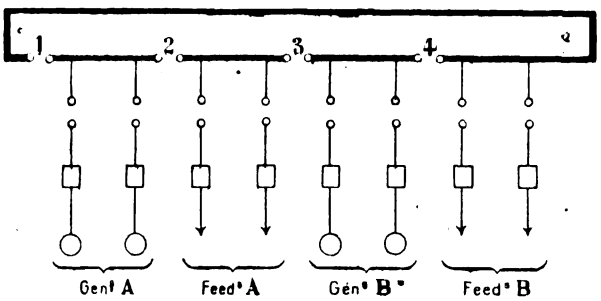


Fig. 5. — Montage en boucle.

Le système de double jeu des barres omnibus (fig. 4) est généralement plus coûteux, mais beaucoup plus souple que la boucle, car on peut relier une génératrice ou un groupe de génératrices quelconques à un feeder ou à un groupe de feeders quelconque.

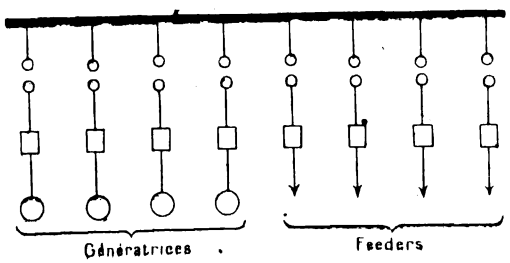


Fig. 6 — Montage avec barres omnibus unique.

Puisque, dans chacun de ces deux cas, il est possible de faire marcher en parallèle toutes les génératrices, les capacités de rupture des disjoncteurs pour un tel système sont calculées de la même façon que pour le système de la barre omnibus unique de la figure 6.

Dans les grandes stations, les résultats dus aux courts-circuits sont limités grâce au système dit « groupe » ou au moyen de réactances séparées.

Le système « groupe » a son application idéale là où se trouvent un grand nombre de génératrices et de feeders, tous correspondant à une intensité relativement faible, mais dont la puissance apparente totale est assez importante. Des cas analogues se trouvent souvent dans les villes où le débit actuel dépasse les limites de puissance prévues lors de l'installation. Dans ce système (fig. 7), les disjoncteurs des génératrices « a » sont

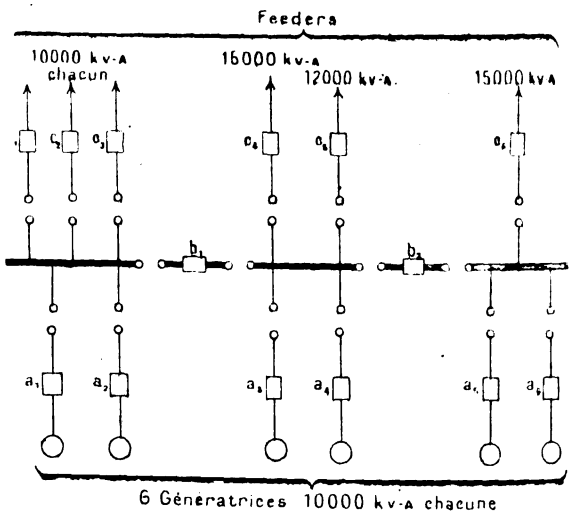


Fig. 7. — Montage par groupes.

soit non automatiques, soit munis de relais à retour de puissance seulement ou de relais maxima à temps. Les relais à maxima doivent être d'un modèle permettant de garantir absolument les réglages échelonnés. Les disjoncteurs « b » dits disjoncteurs de groupe ou disjoncteurs de sectionnement, sont prévus pour déclanchement instantané en surcharge. Normalement, tous les interrupteurs doivent être fermés, les réglages des relais « b » étant tels qu'ils laissent passer le courant normal de chaque groupe dans chaque sens. Si une forte surcharge se produit, par exemple sur le feeder n° 1, le disjoncteur « b_1 », se déclanche, empêchant ainsi les deux groupes du côté droit d'alimenter le défaut. Il en résulte que les disjoncteurs du feeder « c » et le disjoncteur de la génératrice « a » peuvent être établis pour une capacité de rupture en rapport avec la capacité des génératrices avec lesquelles ils sont directement reliés seulement.

D'après cette description, on pourrait croire que le système de disjoncteurs de sectionnement est le système idéal pour les grandes installations à basse tension; ce n'est pas toujours le cas, car un très grand soin est nécessaire en réglant les relais sur les diffé-

Digitized by Google

rents disjoncteurs de sectionnement, et ces réglages doivent être vérifiés très souvent en utilisant les feuilles des enregistreurs de charge des feeders, si une protection efficace est à assurer sans interruptions fréquentes du courant.

A cause de ces limitations, l'usage des réactances séparées dans les circuits des génératrices et dans les sections des barres omnibus devient de plus en plus courant, malgré leur prix élevé et leur encombrement.

Dans une grande installation, des réactances peuvent remplacer les disjoncteurs de sectionnement représentés figure 1. Celles-ci agissent à peu près comme des disjoncteurs de sectionnement ; en limitant la puissance qui peut passer d'un côté à un autre du système, elles ont l'avantage de ne jamais couper les circuits.

Le problème de l'application convenable des réactances n'est nullement aisé. Il ne faut pas oublier, cependant, leur utilité possible dans l'étude d'un grand projet d'appareillage.

W.-A. Coales et W.-H. Wadmore.

L'aluminium dans l'appareillage électrique

La France doit importer de l'étranger le cuivre qu'elle consomme tandis qu'elle peut produire une quantité presque illimitée d'aluminium avec les bauxites de la Provence et l'énergie électrique de ses chutes d'eau. L'intérêt national commande donc de substituer l'aluminium au cuivre toutes les fois que cette substitution est possible. L'Union des Syndicats de l'Electricité s'est préoccupée de cette question et a nommé une Commission pour l'étudier. L'article ci-dessous est une contribution aux travaux importants et déjà nombreux effectués par cette Commission dont l'auteur fait partie.

L'aluminium a pris depuis quelques années une grande extension dans la mécanique en général.

Comme tous les métaux usuels, il est mis à la disposition de l'industrie sous les trois formes principales : lingots, planches laminées et barreaux étirés

Il y a donc lieu, pour étudier son emploi dans la spécialité de l'appareillage électrique, d'envisager son usage sous les trois formes d'utilisation courante : pièces fondues, pièces découpées ou embouties et pièces décolletées.

1° **Pièces fondues.** — Chaque fois qu'on a eu besoin de pièces légères, peu coûteuses et suffisamment rigides, c'est sous forme de pièces fondues que l'aluminium s'est imposé.

Ce métal peut se mouler au sable, comme la fonte de fer et le bronze par exemple, mais, grâce à sa température de fusion relativement basse, il est possible de le couler dans des moules métalliques, c'est ce qu'on appelle couramment couler « en coquille ».

De par leur solidité, ces coquilles métalliques sont pratiquement invariables.

On peut leur donner des dimensions absolument rigoureuses et leurs surfaces intérieures peuvent être parfaitement polies.

Grâce à ce procédé, les pièces ont un aspect de fini remarquable, un degré d'exactitude et de précision permettant de supprimer une grande partie et souvent la totalité des opérations d'usinage qui seraient nécessaires pour d'autres métaux.

L'opération se réduit à une simple coulée, précédée et suivie de la fermeture et de l'ouverture du moule construit une fois pour toutes suivant la forme et la nature des pièces; ces manipulations sont plus ou moins rapides, mais la production est considérablement augmentée par rapport au moulage au sable, dans lequel le moule est construit et brisé pour chaque pièce. La main-d'œuvre de moulage en coquille est donc très réduite; par suite les pièces ainsi fondues sont très économiques.

On conçoit donc qu'indépendamment de son adaptation aux procédés habituels de fonderie, ces coquilles doivent être mûrement étudiées et conçues spécialement en vue de leur facilité de manipulation et de démoulage. Cette question doit être primordiale et, au besoin, dominer les considérations relatives au prix d'établissement du moule lui-même.

Par contre, il faut reconnaître que, pour remplir les conditions ci-dessus, l'outillage est d'une valeur assez élevée, et on ne peut envisager l'emploi des pièces qu'il produit que si elles sont assez nombreuses.

Ce mode de fabrication n'est donc en général admissible que pour des pièces de grande série.

Or, le but principal des efforts d'unification entrepris dans toutes les industries est d'amener la répétition fréquente du même modèle, de sorte que, de plus, en plus le moulage en coquille s'imposera.

L'application de ce procédé étant le plus rationnel avec l'aluminium, ce métal doit être choisi chaque fois qu'il est possible.

En outre de son économie et de son exactitude, ce système permet de placer dans le moule des pièces métalliques déjà terminées, de telle sorte qu'à la coulée elles sont englobées dans la masse et fixées exactement en place sans aucun travail d'ajustage.

La figure 1 donne un exemple de cette application. Elle représente un bâti de magnéto, en aluminium, venu d'une seule pièce.

L'usinage et l'assemblage sont considérablement simplifiés par rapport aux anciens bâtis en plusieurs pièces de bronze, dont l'ajustage était si minutieux.

De plus, les masses polaires en fer, préalablement usinées, font corps avec ce bâti par l'opération de la fon-

Digitized by Google

derie, sans vis de pose ni taraudages et concourent cependant à la solidité de l'ensemble.

La figure 2 représente la magnéto complète dont le bâti vient d'être montré. Il s'agit de la magnéto type Magnès, modèle B B 8, pour moteur à 8 cylindres qui est adoptée depuis un certain temps par l'aviation.

Le couvercle détaché de cette magnéto, placé à gauche de la figure 2, est également en aluminium ; très léger, économique et d'un aspect très satisfaisant.

On peut signaler, à ce propos, qu'il est tout indiqué d'étendre l'emploi de l'aluminium à la fabrication de boîtiers, couvercles, carters, capots et toutes pièces servant d'enveloppes, devant presque toujours être légères et ne supportant que peu d'effort mécanique.

Les pièces d'aluminium peuvent encore venir de fonderie percées de trous d'un diamètre donné et parfaitement en place pour recevoir des axes, vis, etc.

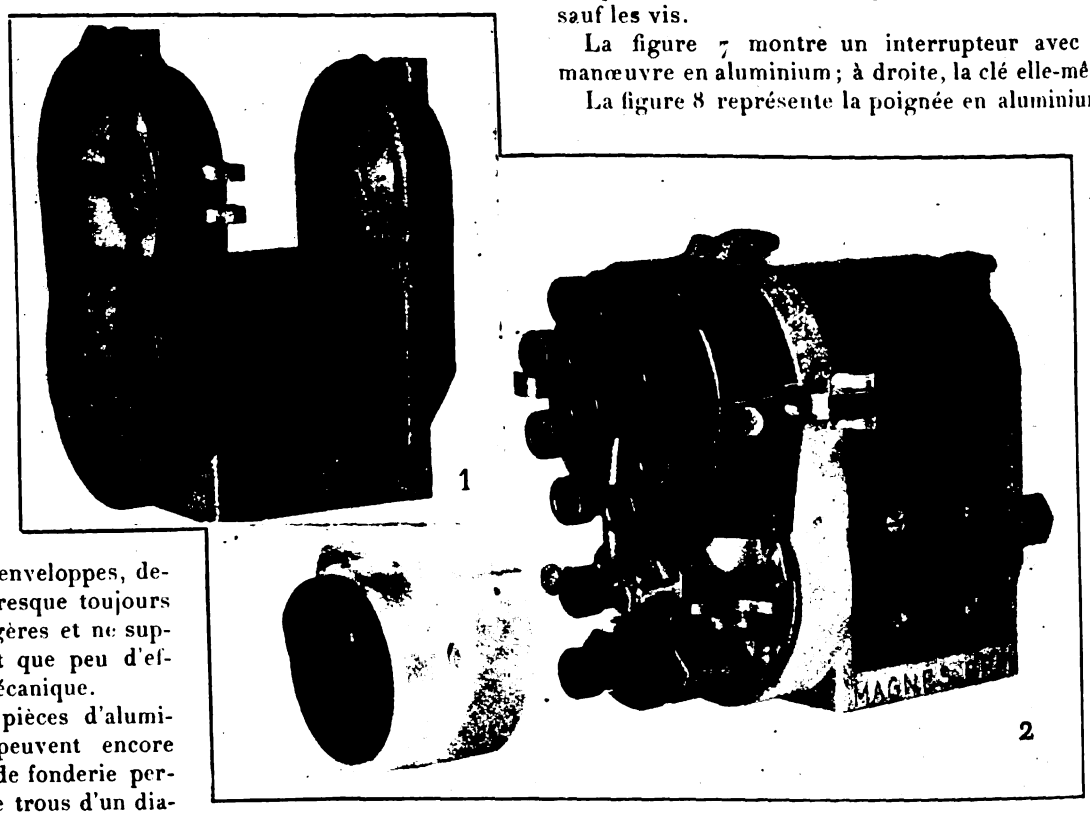


Fig. 1 Bâti de magnéto en aluminium. — Fig. 2. Vue d'ensemble de la magnéto.

Dans cet ordre d'idées, la figure 3 représente une targette électrique, permettant de n'obtenir l'éclairage dans un local quelconque qu'après en avoir fermé la porte au verrou. On voit à gauche de la figure les pièces brutes constituant cet appareil. De même, la figure 4 représente pour un contact de porte : à gauche, la pièce sortant de fonderie et à droite la pièce terminée. Enfin la figure 5, représentant un interrupteur d'allumage de moteur, montre une pièce dont les trous et ouvertures viennent de fonderie.

L'aluminium supporte très bien les taraudages femelles.

La figure 6 montre une plaque isolante dont les plots en aluminium reçoivent des vis.

Ces plots pourraient même être venus taraudés de fonderie, mais il en résulterait un retard dans le démoulage, alors que leur taraudage est beaucoup plus rapide par les moyens mécaniques ordinaires. Les filetages de fonderie sont pour cette raison peu employés, pourtant dans certains cas particuliers où cela pourrait être jugé convenable, la fonte d'aluminium aurait assez de finesse pour le permettre.

Il est à signaler en passant que ces mêmes plots en aluminium sont à leur tour, par le procédé de moulage en coquille, noyés dans une matière isolante, de sorte que la plaque de la figure 6, destinée à l'arrivée de courant dans des moteurs triphasés, constitue un appareil complet entièrement obtenu par moulage, sans ajustage sauf les vis.

La figure 7 montre un interrupteur avec clé de manœuvre en aluminium ; à droite, la clé elle-même.

La figure 8 représente la poignée en aluminium d'un interrupteur de signal d'alarme pour tramways ; l'interrupteur, le couvercle enlevé, étant figuré à droite.

La figure 9 montre une griffe pour adapter un abat-jour sur un support de lampe. L'épaisseur de cette griffe est déterminée par la nécessité de donner aux taraudages une largeur suffisante.

La figure 10 représente une roue dentée pour compteurs.

Les quelques exemples ci-dessus montrent ce qu'on peut attendre de la fonderie d'aluminium en persévérant dans la voie de son adoption.

L'aluminium fondu peut, en effet, servir à construire, en appareillage électrique, une quantité d'organes de manœuvre, de support ou d'assemblage.

En leur donnant une forme appropriée, tant au point

Digitized by Google

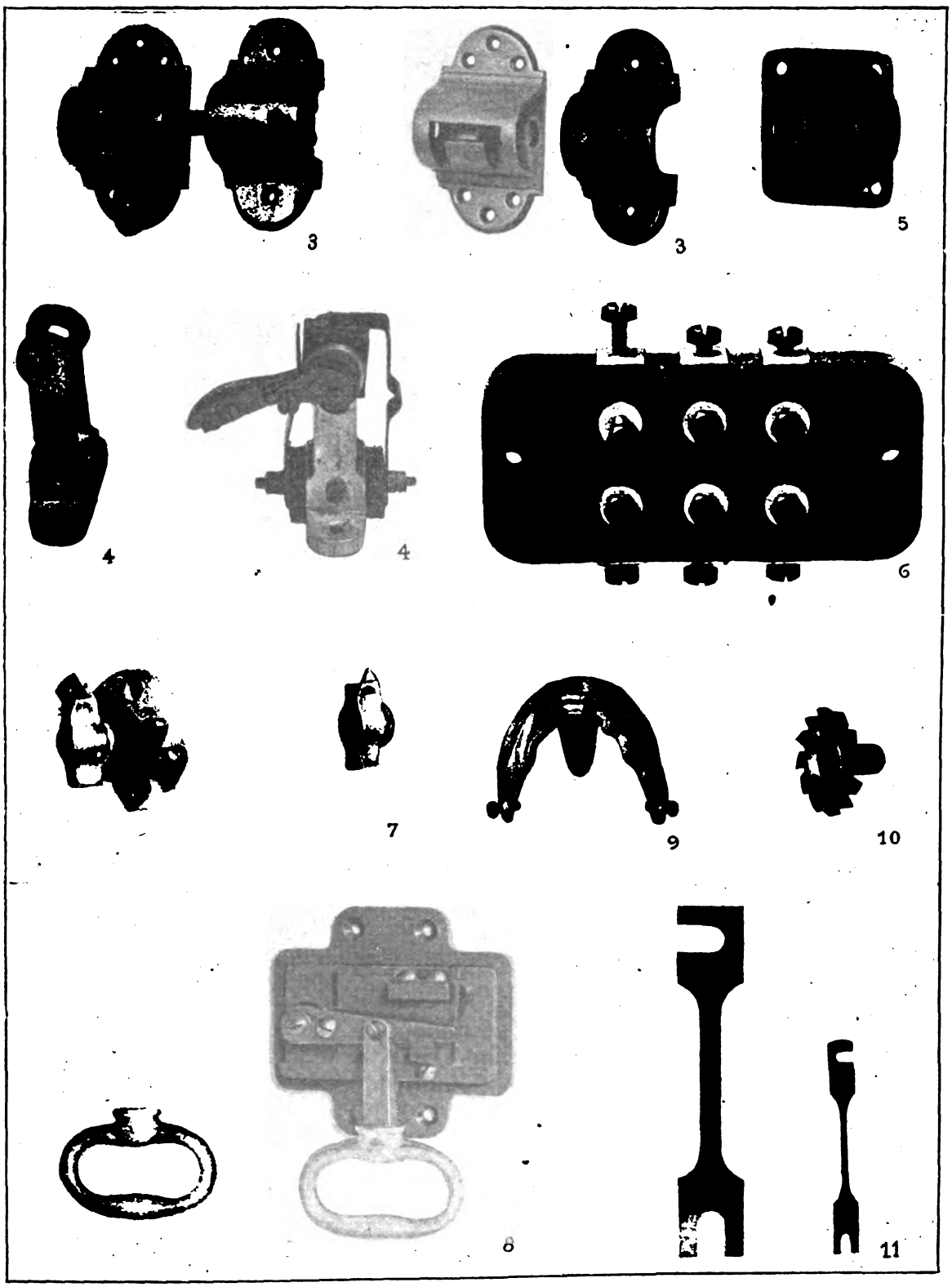


Fig. 3 à 11. — Objets divers en aluminium.

3-3. Targette électrique brute de fonte et finie. — 4-4. Contact de porte. — 5. Interrupteur d'allumage de moteur. — 6. Plaque isolante avec plots d'aluminium. — 7. Interrupteur avec clé. — 8. Interrupteur d'alarme. — 9. Griffe pour abat-jour. — 10. Roue dentée pour compteur. — 11. Lames fusibles.

Digitized by Google

de vue de leur utilisation que de leur facilité de moulage et de refroidissement, on réalise parfaitement des manettes, poignées et volants pour interrupteurs ou réducteurs, des leviers, porte-balais de disjoncteurs ou démarreurs, des cadres de rhéostats, raccords étanches ou non, enfin tous bâtis, socles et couvercles divers.

C'est par simplification du langage qu'il est partout parlé de pièces fondues en aluminium; en réalité, on n'emploie que rarement en fonderie le métal pur, dont le retrait occasionnerait trop souvent des fentes et même la rupture des pièces. On se sert toujours d'un alliage contenant environ 7 à 8 pour 100 de cuivre. Celui-ci augmente beaucoup la solidité des pièces, il améliore leur aspect, il facilite la coulée en rendant l'alliage plus fluide et lui permet ainsi d'épouser les plus petits détails du moule. On ajoute quelquefois de l'étain à cet alliage, dans le but de favoriser encore la coulée et rendre les pièces plus malléables.

L'opération de la fonderie d'aluminium n'est d'ailleurs pas sans difficultés. Au moment de la fusion,

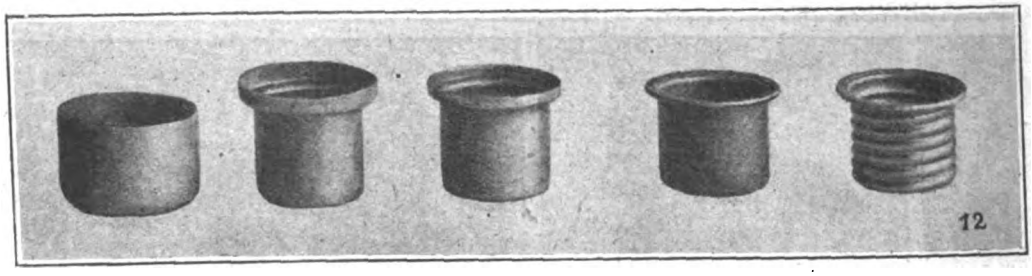


Fig. 12. — Phases diverses de la fabrication d'une douille Edison en aluminium.

l'oxydation est presque inévitable. L'alumine ainsi produite arrive à provoquer des soufflures dans la masse, s'il n'est pas pris les précautions suggérées par l'expérience.

La construction du moule est également un problème sans cesse renouvelé. Outre la prévision des orifices de coulée et des évents, on doit souvent prévoir des masses pour retarder la solidification des parties minces et égaliser en quelque sorte le refroidissement de la pièce. Il faut, enfin et surtout, combiner soigneusement le maintien des noyaux et leur démontage rapide ainsi que le démoulage facile de la pièce, car il importe avant tout de diminuer le plus possible les manipulations du moule pour augmenter son rendement.

En résumé, la fonderie d'aluminium doit voir ses applications devenir de plus en plus fréquentes dans l'industrie de l'appareillage électrique qui, grâce aux efforts d'unification, sera de plus en plus propice à la construction en série et, par conséquent, au moulage en coquille. L'art du constructeur de moules doit être étroitement lié à l'art du fondeur et, si possible, ces deux spé-

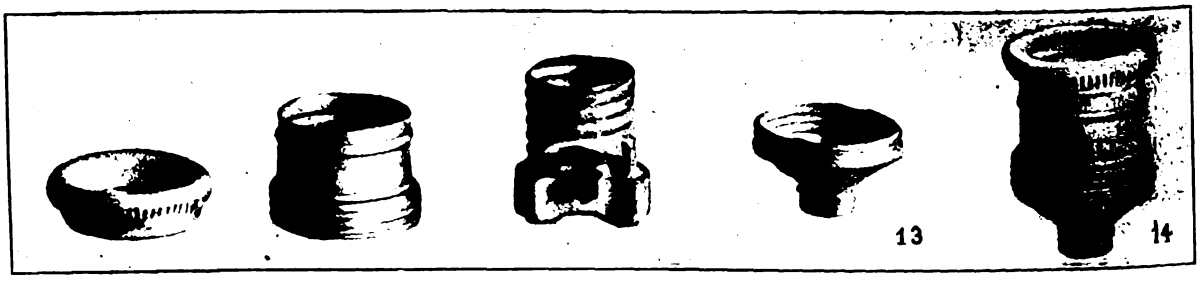


Fig. 13 et 14. — Support Edison : pièces détachées et ensemble.

cialités doivent être confondues sous une même direction, responsable du prix de revient général de pièces remplissant les conditions nécessaires d'utilisation.

De remarquables efforts ont déjà été faits dans ce sens, nombre de constructeurs sont déjà entrés résolument dans cette voie, les résultats obtenus ne peuvent que les engager à persévérer et la fonderie d'aluminium en coquille semble appelée au plus bel avenir.

2° **Pièces découpées et embouties**. — Si les pièces fondues semblent, pour le moment, être les plus nombreuses en appareillage électrique, les pièces découpées en aluminium paraissent également vouées à une rapide extension. L'exemple le plus répandu et peut-être le plus ancien des pièces découpées en aluminium est celui des lames fusibles représentées figure 11.

Ces lames sont beaucoup moins volumineuses qu'en plomb et d'un point de fusion beaucoup plus constant; de sorte que l'étalonnage peut être plus rigoureux et plus précis.

Il ne semble pas indispensable de multiplier les exemples sur cette question de découpage dont la faci-

Digitized by Google

lité est à peu près la même pour tous les métaux; et l'obtention de pièces planes découpées est du domaine de la technique courante.

Il n'en est pas de même des pièces estampées ou embouties à la presse pour la fabrication desquelles la ductibilité et la malléabilité sont des qualités prépondérantes.

Or, la ductibilité de l'aluminium est remarquable, c'est le métal usuel le mieux doué à ce point de vue. Pour la malléabilité, il ne le cède aussi qu'aux métaux précieux.

Il peut être transformé en fils, profilés, tubes, etc., à une température assez basse; et surtout, il peut facilement sans criquer, ni casser, être estampé, embouti ou repoussé avec des recuissons peu nombreuses entre 350 et 400°. L'aluminium étant relativement mou, cette circonstance même devient une qualité le rendant particulièrement apte à l'emboutissage.

On voit sur la figure 12 un exemple de pièce emboutie, ainsi que les différentes passes subies par la planche d'aluminium doux pour former sans recuit intermédiaire la douille de support avec rebord serti et avec filetage Edison obtenu par repoussé.

La figure 13 représente un support de lampe Edison démonté et dont les trois principales pièces métalliques, chemise, douille filetée et culot sont en aluminium embouti. Les filetages mêmes de la chemise et du culot sont repoussés, bien que ce filetage soit d'un pas relativement fin.

La figure 14 montre le même support complet et cet appareil est assez répandu pour donner une idée suffisante du débouché que l'aluminium embouti peut espérer dans l'appareillage électrique.

En outre des supports de lampe, à filetage Edison ou à baïonnette, il y a lieu de citer comme étant ou pouvant être emboutis en aluminium : les griffes pour supporter les abat-jour et les abat-jour eux-mêmes, toute espèce de réflecteurs, tous genres de calottes, couvercles et boîtes légères, l'armature de tubes isolants pour câbles, etc.

Toutes lames, équerres ou pièces ne formant pas contact mobile pourraient être découpées en planche d'aluminium et pliées suivant les besoins, pourvu que leur forme ou leur épaisseur soit suffisante pour la sécurité des taraudages, s'il y en a.

3° **Pièces décolletées.** — Il reste à examiner, ce qui fera l'objet d'une prochaine étude, l'utilisation de l'aluminium sous la forme de pièces décolletées. Mais d'ores et déjà, il semble démontré que l'aluminium est utilisable dans l'industrie de l'appareillage électrique sous les trois formes principales : lingots, planches laminées et barreaux décolletés et que, par suite, il prendra de lui-même dans l'industrie la place à laquelle il a droit.

C. Zetter,
Directeur de « l'Appareillage électrique Grivolas ».

Revues, analyses et informations

Automotrices Diesel électriques [1].

L'article décrit deux automotrices destinées aux chemins de fer de Saxe et de Prusse.

Description générale. — La liaison entre le moteur et les essieux s'effectue d'après les mêmes principes que pour les automotrices pétroléo-électriques. Le moteur Diesel actionne directement, au moyen d'un accouplement mécanique, une dynamo à courant continu, à excitation séparée, qui alimente les moteurs de traction suivant le système Ward-Léonard (fig. 1), ce qui permet de réaliser un réglage simple et très sensible de la vitesse. Le groupe électrogène tourne à vitesse à peu près constante, indépendante de la vitesse propre de l'automotrice. Le couplage Ward-Léonard présente l'avantage, non seulement d'éviter les pointes de courant trop fortes aux démarrages, mais encore de permettre le fonctionnement du moteur à combustion avec la vitesse et le rendement les plus favorables. En outre, il évite l'emploi des contacteurs dont le poids serait assez considérable et permet de réduire le nombre et la longueur des câbles d'amenée du courant.

La caisse de la voiture repose sur deux bogies, dont l'un, à trois essieux, supporte le moteur Diesel avec la génératrice et son excitatrice, et l'autre, à deux essieux, les moteurs de traction. Les dimensions principales sont les suivantes :

Longueur totale de la voiture entre tampons	21,395 m
Empattement du bogie à trois essieux	4,10
Empattement du bogie à deux essieux	2,[illegible]
Distance entre bogies d'axe en axe	14,34
Longueur de la caisse de la voiture	16,68

La voiture comprend deux cabines de wattman, une à chaque extrémité. Le nombre de places dont on dispose s'élève à 80 places assises et 10 places debout. Le poids total de la voiture vide est de 64 t, soit 711 kg par place; à titre de comparaison, le poids par place d'une automotrice à accumulateurs est de 625 kg, et celui d'une automotrice pétroléo-électrique avec moteur de 170 ch de 558 kg. L'automotrice Diesel-dynamo porte un moteur de 200 ch.

La caisse de la voiture est supportée par un bâti renforcé par des poutres armées et dont les entretoises sont constituées par deux fers laminés fixés l'un au-dessus de l'autre; les câbles électriques sont disposés au-dessus des entretoises, contre le plancher; les tringles de manœuvre des freins passent entre les deux fers laminés et les tuyaux sont disposés au-dessous. Les parois latérales de la voiture sont consolidées par la cloison séparant le compartiment des fumeurs de celui des non-fumeurs, et, en outre, par de solides entretoises composées de tôles, de fers plats et de

[1] *Bulletin technique de la Suisse romande*, 13 et 27 juillet, 10 et 24 août 1918, p. 124, 137, 145, 157, 13 fig.

Digitized by Google

fers laminés. Par de grands évidements, on a diminué le poids de ces soutiens et on leur a donné une forme élégante.

Le capot du moteur Diesel est placé devant la caisse de la voiture sur les poutres principales du bâti; il est muni de plusieurs portes et ouvertures de visite; on peut le déplacer vers l'avant au moyen d'une manivelle, de façon à découvrir complètement le moteur. La conduite d'eau de refroidissement et le tuyau d'échappement sortent du capot sur la paroi frontale de l'automotrice. Le radiateur pour l'eau de refroidissement est placé entre la partie coudée du tuyau d'échappement et le toit de la voiture.

Pour le chauffage, on utilise en partie l'eau de refroidissement; après ouverture de deux robinets de réglage placés à l'extérieur, l'eau de refroidissement venant des cylindres est conduite à travers les serpentins de chauffage placés sous les sièges. Les voyageurs peuvent eux-mêmes, de l'intérieur de la voiture, ouvrir ou fermer un ou plusieurs groupes de serpentins.

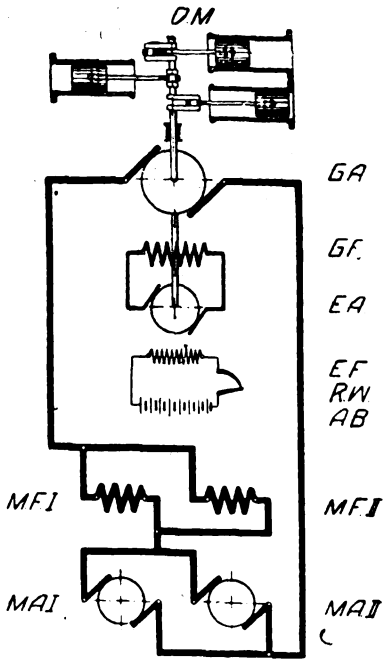


Fig. 1. — Schéma du montage Ward-Léonard.

Les freins agissent sur les deux essieux du bogie à deux essieux, ainsi que sur les deux essieux extrêmes du bogie à trois essieux. Pour le service d'exploitation ordinaire, on se sert du frein à air comprimé système Westinghouse qui fournit un effort de freinage égal à 80 pour 100 de la charge par essieu freiné. L'air comprimé est fourni par le compresseur d'air du Diesel et la pression de cet air est réduite à environ quatre atmosphères au moyen d'une valve de réduction. Quatre sablières actionnées par de l'air comprimé à dix atmosphères sont placées devant les roues du bogie à deux essieux et sont commandées par des manettes placées dans les deux cabines du wattman.

Bogies. — Il a été nécessaire de prévoir un bogie à trois essieux pour porter le moteur Diesel et la génératrice. On est arrivé à réduire à ce point l'effet des trépidations du moteur qu'elles n'incommodent plus les voyageurs. Ce résultat a été obtenu grâce à l'emploi de deux châssis distincts reposant sur les essieux par l'intermédiaire d'organes élastiques.

Ce dispositif est représenté schématiquement par la figure 2. Le châssis intérieur b est directement boulonné au groupe électrogène et repose par l'intermédiaire de solides ressorts à lames sur les boîtes d'essieux intérieures des deux essieux extrêmes. L'essieu central ne supporte pas le poids du groupe. Le châssis extérieur c repose sur les boîtes d'essieux extérieures des trois essieux par l'intermédiaire de ressorts à lames et de ressorts à boudins en acier de section carrée. Il comprend l'entretoise d avec le pivot sphérique e, ainsi que les glissières f, qui supportent le poids de la caisse de la voiture. Le pivot sphérique est maintenu par deux ressorts à lames transversaux; les glissières f sont supportées par des ressorts à boudin en fer plat. La pression par essieu est sensiblement la même pour les trois essieux.

Les moteurs de traction, placés dans le bogie à deux essieux, sont entièrement supportés par des ressorts. Cette disposition n'aurait pu être adoptée avec des moteurs attaquant les roues motrices au moyen d'engrenages; elle a pu être réalisée grâce à l'emploi d'un faux essieu et d'une commande par bielles. Les deux moteurs avec leur carcasse commune en fonte d'acier, ainsi que le faux essieu actionné par deux trains d'engrenages de rapport 1 : 3 fixés à chaque extrémité de l'arbre moteur, sont montés dans le châssis du bogie. Le châssis repose par l'intermédiaire de ressorts à lames et de ressorts à boudin sur les boîtes intérieures des deux essieux. Le faux essieu et les deux essieux moteurs sont munis de contrepoids.

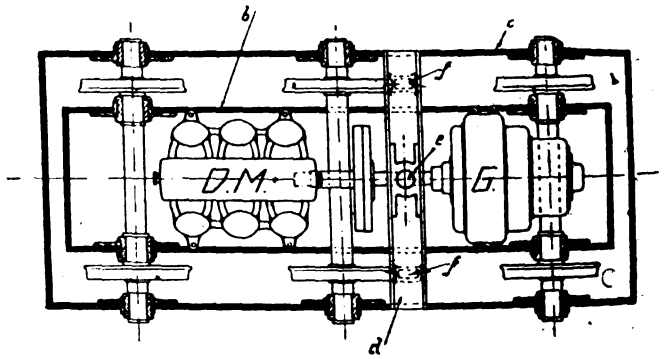


Fig. 2. — Vue en plan du bogie à trois essieux.

La caisse de la voiture n'est pas supportée par le pivot sphérique qui sert uniquement au guidage, mais par des glissières latérales. Le faux essieu s'enlève par le bas, après démontage de deux fixations au cadre; les moteurs s'enlèvent par le haut.

Le moteur Diesel et ses accessoires. — Disons-en quelques mots seulement, renvoyant pour les détails à l'article original (*Bulletin technique de la Suisse romande*, 27 juillet 1918, p. 137). Au premier temps l'air est aspiré; au second, il est comprimé à environ 35 atmosphères, ce qui provoque un échauffement de 600°. Au commencement du troisième, le combustible, pulvérisé par l'air comprimé de 40 à 65 atmosphères, est introduit dans le cylindre où il s'enflamme; la détente s'effectue et l'expulsion a lieu pendant le quatrième temps. La mise en marche du moteur s'effectue

Digitized by Google

par l'air comprimé, puis au moyen de gazoline; après un échauffement suffisant, c'est-à-dire lorsque l'eau de réfrigération a atteint 45°, on remplace la gazoline par de l'huile lourde. Aux essais le moteur a donné 200 ch à la vitesse de 440 t : min, avec une consommation par cheval-heure effectif de 240 g. Au démarrage il faut développer momentanément en surcharge jusqu'à 250 ch. La capacité des réservoirs de combustible étant de 350 litres d'huile lourde et de 100 litres de gazoline, une automotrice peut parcourir 600 km sans qu'il soit nécessaire de remplir à nouveau les réservoirs. La vitesse est de 70 km-h en palier. La vitesse du moteur peut être réduite à 180 t : min soit pendant les descentes, soit aux arrêts.

Les 6 cylindres 1 (fig. 3) de 260 mm d'alésage et de 300 mm de course de piston sont divisés en deux groupes de trois cylindres. Outre les 6 cylindres du moteur, il existe encore les cylindres 2 et 3 pour le compresseur à trois étages. A la partie supérieure de chaque cylindre se trouvent (fig. 4), les soupapes nécessaires au fonctionnement et au démarrage du moteur; celles-ci sont : la soupape d'aspiration 18,

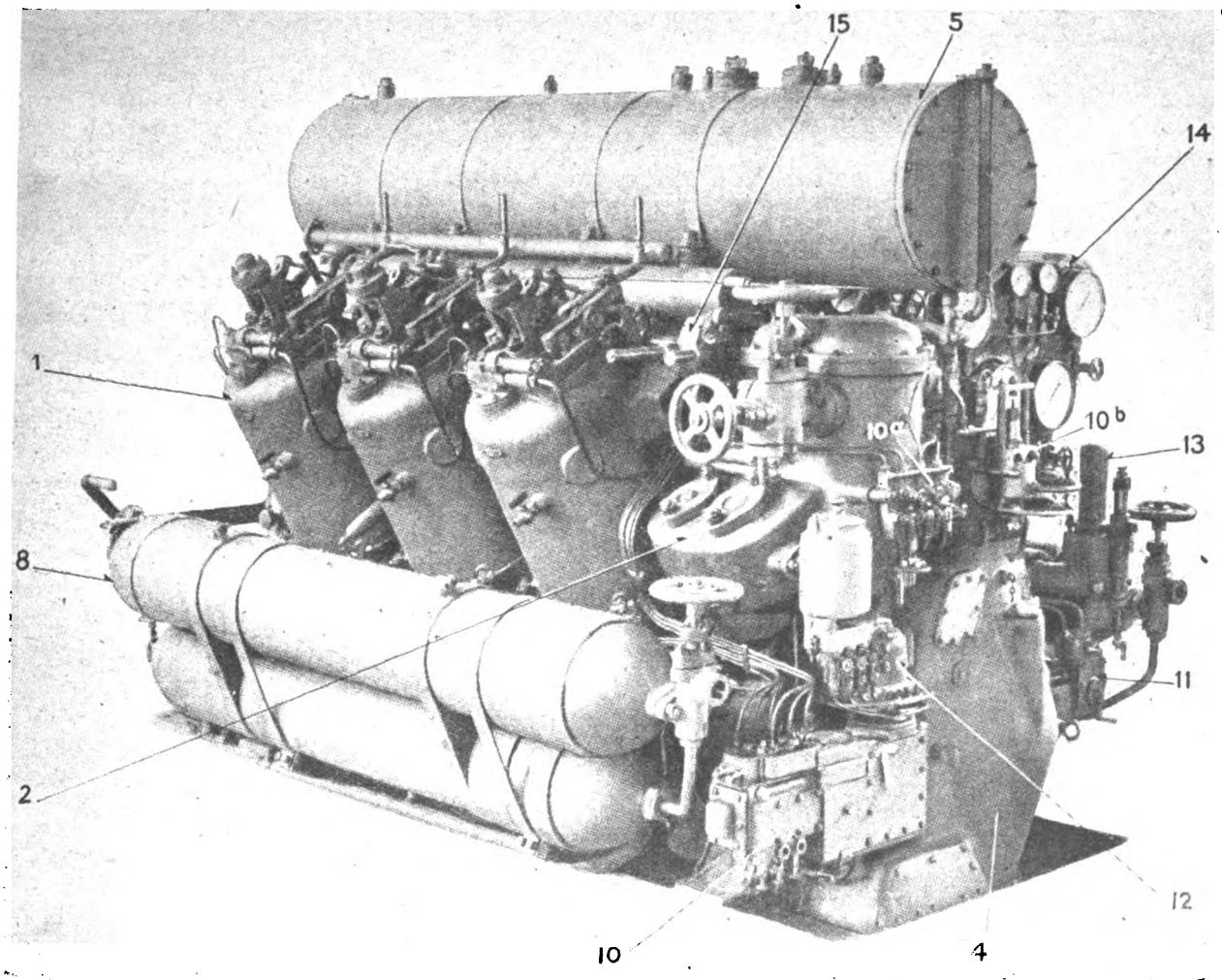


Fig. 3. — Vue du moteur Diesel.

la soupape d'échappement 19, la soupape d'admission de combustible destinée à l'injection simultanée de l'huile lourde et de l'huile nécessaire pour l'allumage 17, ainsi que la soupape d'admission 20 de l'air sous pression. L'arbre à cames 21 tourne à une vitesse moitié de celle du moteur. La durée de l'admission, ainsi que la levée de la soupape, sont commandées par un régulateur représenté dans l'original. Pour chacun des groupes de 3 cylindres, on dispose d'un système d'admission commune avec une poignée 15 et un arbre 15a sur lequel sont calés les excentriques 15b servant de points d'appui aux leviers de commande des soupapes d'admission de combustible et d'air comprimé. Les numéros 1, 2, 3 et 4 désignent les positions dans lesquelles peuvent être arrêtées, le long d'un guidage, les commandes à main. Entre les deux séries de cylindres est placé le pot d'échappement 6 (fig. 5); au-dessus de ce pot se trouve le réservoir de combustible 5, de section circulaire; il est divisé en deux parties, gazoline et huile lourde. L'article décrit en détails le compresseur d'air et la pompe à huile lourde et à huile de graissage sous pression. La pompe 37 (fig. 5) envoie l'eau de réfrigération dans les doubles enveloppes de refroidissement et la chasse ensuite dans le radiateur placé sur le toit de la voiture.

Digitized by Google

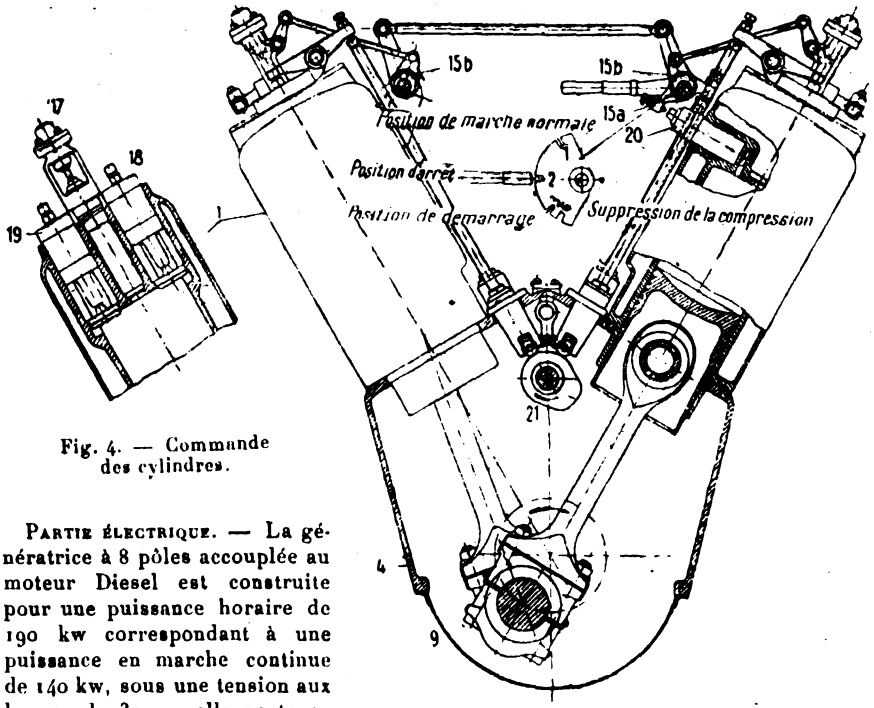


Fig. 4. — Commande des cylindres.

Partie électrique. — La génératrice à 8 pôles accouplée au moteur Diesel est construite pour une puissance horaire de 190 kw correspondant à une puissance en marche continue de 140 kw, sous une tension aux bornes de 300 v; elle porte en bout d'arbre une excitatrice à 6 pôles de 7,5 kw, 70 v, qui produit non seulement le courant d'excitation, mais encore le courant d'alimentation d'un ventilateur de 6 ch, le courant de charge d'une batterie de 35 éléments d'une capacité de 95 A-h, et enfin le courant d'alimentation des circuits auxiliaires et des circuits d'éclairage. Les deux moteurs de traction sont à excitation série et comportent chacun six pôles principaux et le même nombre de pôles auxiliaires; ils sont construits sous forme de moteurs jumeaux avec carcasse commune. Ils développent au total une puissance horaire de 360 ch et une puissance continue de 160 ch. Les connexions électriques des machines et des appareils sont représentées sur le schéma de la figure 6. Les cylindres d'inversion de marche et de verrouillage sont montés sur le même axe que le cylindre de mise en marche, sans en être, toutefois, solidaires. Le courant produit par la génératrice traverse l'inverseur de marche et les interrupteurs à maxima des moteurs; ceux-ci sont toujours couplés en parallèle; ils sont reliés par un câble d'équilibre. Si l'un des moteurs est endommagé, ses enroulements ainsi que le câble d'équilibre peuvent être coupés par la manœuvre d'un seul interrupteur. Le second moteur est encore capable de remorquer seul l'automotrice.

Le courant produit par l'excitatrice est amené à 2 barres omnibus, puis passe dans un contacteur dont le rôle sera expliqué plus loin et arrive au contrôleur après avoir traversé les bobines de soufflage. Il passe ensuite dans les résistances, dans les bobines inductrices de la génératrice et revient aux barres. Au moyen de la manette du contrôleur, on met en circuit ou hors circuit les résistances de démarrage et de

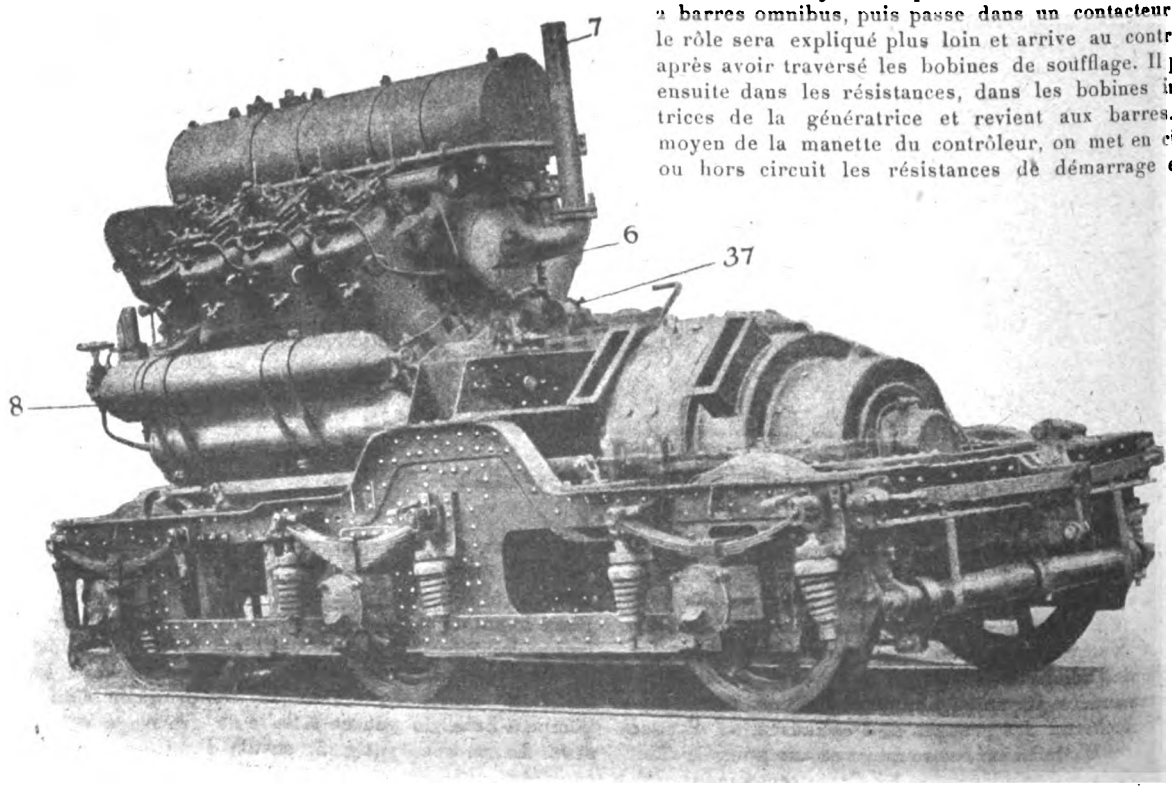


Fig. 5. — Vue du groupe moteur-génératrice.

Digitized by Google

réglage de la vitesse. Pour le démarrage, on fait parcourir à la manette les six premières positions ; le passage d'une touche à la suivante a pour effet d'augmenter la valeur du courant d'excitation ; l'intensité du champ inducteur passe ainsi de o à sa valeur normale. Sur les six dernières positions du contrôleur, les résistances 9 sont branchées en parallèle avec les bobines inductrices des moteurs ; le champ est ainsi réduit et l'induit tourne à une vitesse plus élevée, c'est-à-dire que la vitesse de l'automotrice augmente. Les barres omnibus de l'excitatrice sur lesquelles est également branché un ventilateur avec rhéostat de démarrage sont reliées à deux autres barres voisines, d'une part, par l'intermédiaire d'un ampèremètre et d'un interrupteur automatique à retour de courant, d'autre part, par le robinet de réglage du régulateur du moteur Diesel. A ces barres aboutissent les connexions de la batterie d'accumulateurs, des bobines inductrices de l'excitatrice, des circuits de commande, d'éclairage, des signaux et des sonneries.

Il a été prévu un circuit auxiliaire de commande afin de rendre impossibles les fausses manœuvres et de rendre électriquement dépendants les appareils devant fonctionner simultanément. Le courant du circuit auxiliaire traverse une bobine entourant un noyau de fer relié à un contacteur qui ferme le circuit d'excitation de la génératrice. Les appareils servant au couplage des machines, ainsi que le frein automatique dont le fonctionnement doit entraîner la mise hors circuit des moteurs de traction, sont également branchés sur le circuit auxiliaire. Les différents appareils verrouillés électriquement avec le frein auxiliaire sont les suivants : les contacts de la soupape électromagnétique de freinage, l'interrupteur du frein de secours, les cylindres de mise en marche, les robinets de réglage, les inverseurs de marche, le contacteur, l'interrupteur principal, ainsi que la bobine de commande électromagnétique de la soupape de freinage. Le courant du circuit auxiliaire passe aussi par des contacts fixés sur les robinets de réglage

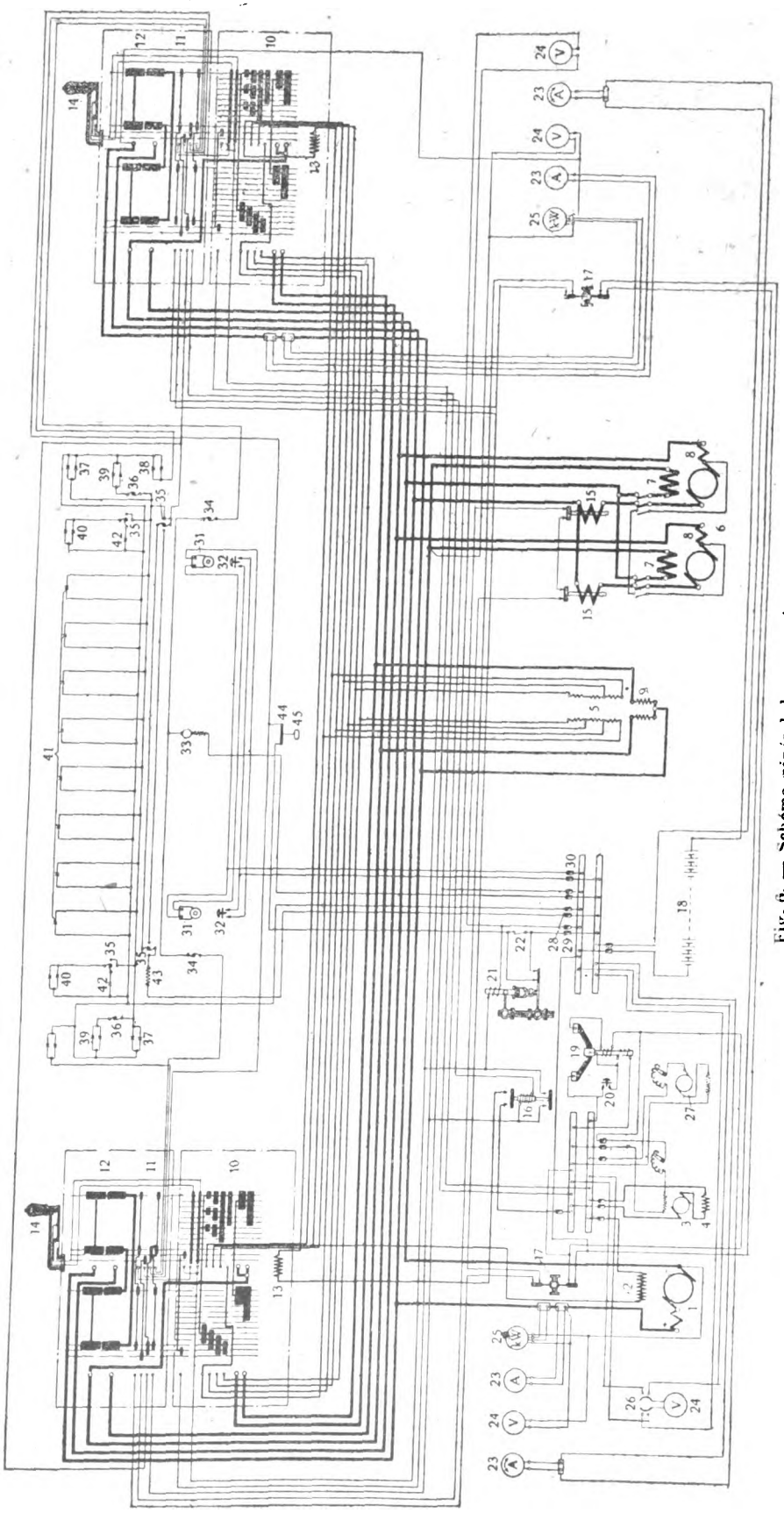


Fig. 6. — Schéma général des connexions.

Digitized by Google

du moteur Diesel et qui ne ferment le circuit que lorsque ces robinets se trouvent dans la position correspondant à la marche du Diesel à sa vitesse de régime. Il faut remarquer en outre que les relais à maxima agissent sur le courant du circuit auxiliaire : on évite ainsi la rupture directe du courant à haute tension alimentant les moteurs de traction. Lorsque le circuit auxiliaire est coupé, le contacteur tombe et interrompt l'excitation de la génératrice. On trouvera plus de détails dans l'article original.

Installations de dépot et essais de marche. — Les combustibles sont contenus dans des récipients en forme de chaudrons de 15 m³ enfoncés dans le sol et entourés de serpentins de chauffage destinés à conserver l'huile à l'état liquide, même aux basses températures. Au moyen de pompes à main, les combustibles sont conduits par des tuyaux en fer à des récipients surélevés de 650 litres de capacité chacun, chauffés au moyen de la vapeur prise à une locomotive du dépôt. Le filtrage rapide de l'huile présente certaines difficultés ; le filtre de la voiture a été remplacé par un crible et on a installé dans le dépôt un second réservoir surélevé par rapport au premier et muni d'un grand filtre. On peut ainsi, dans le temps voulu, procéder au filtrage d'une grande quantité d'huile et la conserver en cet état jusqu'au moment du remplissage des réservoirs des voitures, qui a lieu en quelques minutes.

Sur les lignes de chemins de fer saxons sur lesquelles on a procédé à des essais, les voitures ont eu à gravir des rampes allant jusqu'à 11,1 pour 1000 ; la vitesse atteinte a été de 43 km : h, sans remorque. Sur une rampe de 5 pour 1000, une automotrice a pu remorquer une charge de 47 t (automotrice non comprise) à la vitesse de 40 km : h. La plus grande vitesse atteinte en ligne droite, sans remorque, a été de 75 km : h. Des diagrammes représentent les vitesses et les puissances pour différents trajets. Le trajet Hof-Dresde, de 226 km, qui comporte de longues rampes atteignant 17 pour 1 000 a été effectué sans difficultés ; la consommation totale de combustible a été de 185 kg, soit 0,82 kg : km. Les consommations spécifiques relevées par kilomètre prouvent que le chiffre de 0,65 kg, pour une vitesse moyenne de 50 km : h sur parcours horizontal, n'est pas trop bas. D'une façon générale, les essais de marche faits jusqu'ici ont donné aux ingénieurs la conviction que ces voitures répondront à toutes les exigences de l'exploitation. On peut, dans tous les cas, affirmer que les automotrices avec groupe Diesel-dynamo réalisent un progrès notable dans le domaine de la traction sur rails. — P. V.

L'industrie de l'aluminium en Allemagne et en Autriche-Hongrie pendant la guerre (1).

En 1913, l'Allemagne consommait 12 500 t d'aluminium dont 4 000 t étaient importées de France et 6 000 t de Suisse. Les usines suisses utilisant la bauxite française et l'exportation de celle-ci ayant été interdite dès le début de la guerre, l'Allemagne fit des efforts considérables pour fournir d'alumine les usines suisses et leur permettre ainsi de continuer leur fabrication.

Il faut reconnaître que ces efforts furent couronnés de succès. La Hongrie et la Carniole fournissent aujourd'hui des quantités de bauxite suffisantes pour satisfaire les besoins des puissances centrales ; les dépôts de bauxite des vallées de l'Ida et de la Zud livrent des quantités considérables de bauxite équivalente à la bauxite française. En 1915 la Banque générale hongroise de crédit fondait une société la Société minière et industrielle de l'aluminium, au capital de 3 millions de couronnes, pour l'exploitation de ce dernier dépôt ; la production hongroise de bauxite, nulle avant la guerre atteignait déjà 59 000 t en 1915.

Des gisements découverts à Vojelsberg (Hesse) sont exploités par la Société Obermayer de Hanovre ; les gisements de wocheinite de Rudnika (près de Wochein-Feistritz) ont été mis en réexploitation ; les dépôts de bauxite des comitats de Bihar et de Kolosz livrent aujourd'hui (à lui seul le comitat de Bihar livre 60 wagons par jour) la bauxite aux usines suisses et aux deux usines allemandes affiliées les usines de Goldschmieden-Troltra et de Martinswerk (près Cologne). La bauxite est transformée dans les usines allemandes en alumine pure qui est expédiée aux usines suisses de Neuhausen, Rheinfelden, Lend et Chippis. D'après une convention passée entre la Suisse et l'Allemagne, l'aluminium fabriqué par ces usines est retourné en Allemagne, sauf une quote-part réservée à la Suisse,

Il y a encore lieu de noter la fondation en 1916 d'une société bavaroise, la Bayerische Aluminium Werke, qui entreprit à cette époque la construction à Mühldorf, sur l'Inn, en Bavière supérieure, d'une usine hydro électrique de 5 5000 ch capable de fournir le tiers de la quantité d'aluminium dont l'Allemagne a besoin. A noter également la construction d'une importante fabrique en Dalmatie où l'on a trouvé récemment des gisements de bauxite ; cette fabrique sera située à proximité de forces motrices hydrauliques ; l'entreprise est entre les mains de trois grandes banques viennoises, de la Berndorfer Metallwarenfabrik A. Krupp, du gros industriel Bernhard Wetzler et de la Société de force hydraulique Kerka.

(1) R.-C.-Pierre Jaureguy, H.-B. Froment et R.-E. Stiphlin. *L'Industrie allemande et la guerre*, un vol. 21 cm × 14 cm, 160 pages, édité par H. Dunod et E. Pinat. L'industrie allemande de la guerre. *Chimie et Industrie*, t. 1. p. 159-238. L'évolution de l'industrie allemande pendant la guerre. *La Technique moderne*, aout 1918, t. x, p. 353-370.

Le tirage et les chauffeurs automatiques (1).

Dans leur introduction les auteurs rappellent que, dans les concours de chauffeurs, on trouve souvent une différence de 21 pour 100 dans le poids du combustible brûlé par les divers candidats pour obtenir un même résultat ; ils en concluent avec raison que, dans la pratique, avec des chauffeurs ordinaires, les pertes de combustible doivent toujours être très importantes. A leur avis, les foyers mécaniques ne résolvent pas complètement la question ; il faut leur adjoindre l'automatisme complet du réglage de la vitesse du foyer mécanique et de la manœuvre du registre. Dans leur article les auteurs exposent comment peut être réalisé cet automatisme. Ils étudient d'abord les conditions générales de l'automatisme de la chauffe, puis les lois de variation qui lient les différents paramètres du fonctionnement, montrent les inconvénients du réglage complet par le régulateur manométrique, présentent une étude graphique du tirage, indiquent une combinaison rationnelle d'un régulateur barométrique et d'un régulateur manométrique, font la théorie de la régulation à température de vapeur constante et terminent par la description du régulateur manométrique.

(1) L. Barbillon, directeur de l'Institut polytechnique de Grenoble et L. Pierre, docteur ès sciences, ingénieur de l'Institut polytechnique. *La Technique moderne*, septembre 1918, t. x, p. 397-409, 15 000 mots, 23 fig.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF : Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. TOME IV. — N° 24. 14 DÉCEMBRE 1918.

AVIS IMPORTANT. — *Nous informons les lecteurs dont l'abonnement, expirant au 31 décembre, n'a pas été renouvelé, que nous leur ferons présenter par l'Administration des Postes un reçu du montant de cet abonnement augmenté des frais de recouvrement postal. Nous les prions instamment de donner les ordres nécessaires pour que cette « valeur » soit payée à présentation. Il est rappelé que les lecteurs qui reçoivent la Revue par l'intermédiaire des Syndicats de l'Électricité doivent s'adresser directement au Syndicat dont ils font partie et non à nos bureaux.*

Chronique. — A propos des locomotives électriques à bielles — Traitement électro-métallurgique des minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie, p. 897-898.

Section scientifique et technique. — Le relais Orling à jet, par J. POMEY, p. 899. — Revues, analyses et informations : Echelles de température pour le tungstène et le carbone, p. 900.

Section industrielle. — Etude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice (*suite*), par MAYNARD, p. 903. — Oscillations des locomotives électriques, par P. LEBOUCHER, p. 914. — Projet de conditions de réception des conducteurs d'électricité en aluminium, p. 931. — Revues, analyses et informations : Description du dynatron, p. 933 ; Un nouveau débouché pour l'industrie électro-metallurgique, la fabrication de l'alcool en partant du carbure, p. 934.

Section économique et financière. — Assemblées générales : Société d'applications industrielles (Compagnie d'entreprises électriques), p. 935.

A propos des locomotives électriques à bielles. — Nous publions dans ce numéro, p. 914, une très intéressante étude de M. Leboucher, ingénieur principal du Service central du Matériel et de la Traction de la Compagnie des Chemins de fer du Midi, sur les oscillations des locomotives électriques. L'auteur montre les inconvénients des bielles pour les locomotives électriques, inconvénients qui se manifestent par des oscillations qui peuvent atteindre des amplitudes telles que la locomotive ne peut tenir la voie. Ce fait s'est produit en particulier pour la locomotive présentée par l'A. E. G. aux Chemins de fer du Midi. D'autres locomotives à bielles, essayées également par la Compagnie des Chemins de fer du Midi, ont d'ailleurs donné des résultats beaucoup plus satisfaisants, mais ne sont pas exemptes de toute oscillation. La locomotive à engrenages et arbres creux, étudiée par les Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est (Jeumont), n'a aucun mouvement d'oscillation et roule aussi bien qu'un wagon. L'avenir est donc probablement à ce type de locomotives.

La locomotive électrique à bielles n'est pas une nouveauté, elle avait été proposée dès 1885 par MM. Marcel Deprez et Maurice Leblanc dans une étude très approfondie qu'ils ont publiée dans la « Lumière électrique » (1re série) des 3, 10, 17, 24 et 31 janvier, 14 février, 7 et 14 mars 1885, t. XV, p. 4, 58, 107, 152, 199, 307, 447 et 490 et ayant pour titre : « Etude comparée des divers procédés de traction applicables sur les voies ferrées. Etude spéciale du chemin de fer métropolitain de Paris ».

A l'époque où cet article a été écrit, on ne pouvait songer à employer des moteurs à action directe, car on ne savait pas encore construire des moteurs électriques à vitesse suffisamment réduite. MM. Marcel Deprez et Maurice Leblanc imaginèrent alors le système suivant qui est réalisé actuellement sur un grand nombre de locomotives électriques modernes. Le moteur électrique, unique dans la locomotive projetée, devait entraîner les roues motrices par l'intermédiaire d'un train d'engrenage réduisant de moitié la vitesse angulaire du moteur, et monté sur un faux essieu suspendu au châssis qui actionnait à son tour les roues motrices au moyen de bielles. Pour augmenter l'adhérence au démarrage, les auteurs avaient prévu sur le faux essieu une roue d'engrenage attaquant une crémaillère installée seulement sur les points difficiles de la voie. Pour que la roue dentée s'engrène avec la crémaillère, elle était montée folle sur le faux essieu ; une fois le contact opéré, la roue dentée devait être embrayée avec le faux essieu au moyen de manchons à griffes ordinaires actionnés par deux électro-aimants. Deux ressorts de rappel devaient mettre le manchon hors de prise aussitôt le courant interrompu dans les électro-aimants.

Dans un autre projet de locomotive électrique, MM. Marcel Deprez et Maurice Leblanc avaient voulu supprimer l'engrenage et le faux essieu ; ils avaient donc cherché à construire un moteur électrique lent ; la solution qu'ils avaient adoptée était des plus curieuses et des plus intéressantes ; l'armature du moteur était constituée par un tore sur lequel étaient montées une série

Digitized by Google

de bobines circulaires très minces accolées les unes aux autres, et réunies ensemble par un fil qui communiquait avec une lame du collecteur. L'inducteur était formé de deux disques évidés en fer de largeur égale à celle du tore bobiné; de distance en distance, les disques portaient des pièces saillantes en fer venant embrasser l'anneau, ces pièces étaient planes, leur plan moyen passant par l'axe, leur nombre était pair. Par un dispositif spécial que nous ne décrirons pas, renvoyant pour son étude à « La Lumière électrique » (1re série), 14 février 1885, t. xv, p. 308 et suivantes, les auteurs obtenaient dans l'anneau une série de points conséquents alternativement positifs et négatifs. Ces pôles magnétiques, en tendant à se rapprocher des pièces en fer montées sur les disques, provoquaient le mouvement de l'armature. Le mouvement de l'arbre du moteur était communiqué à un des essieux moteurs de la locomotive par une bielle inclinée environ à 45°, des bielles d'accouplement réunissaient ensemble les trois essieux moteurs de la locomotive. Ce dispositif est remarquable et a été appliqué sur des locomotives modernes.

Nous avons tenu à rappeler à nos lecteurs les projets de locomotives électriques de MM. Marcel Deprez et Maurice Leblanc, pour leur montrer le rôle capital que ces deux savants inventeurs ont joué dans tous les domaines de l'industrie électrique et pour leur faire voir que, souvent, ce qui nous vient de l'étranger comme une nouveauté, n'est en réalité qu'une vieille invention française qui nous revient avec une autre étiquette.

Traitement électro-métallurgique des minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie. — Nous avons déjà eu l'occasion de publier dans le numéro du 12 octobre, t. IV, p. 522, une lettre de M. M. Sabathier (et non Sabatier comme il a été imprimé par erreur) sur ce sujet. A la suite d'une demande de renseignements complémentaires que nous lui avons adressée, nous recevons les suivants :

Les quelques essais faits pour le traitement électro-métallurgique des minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie n'avaient pas, jusqu'à ces dernières années, donné de résultats industriels. Tous les auteurs qui ont publié les résultats atteints ont indiqué l'impossibilité d'obtenir un ferro-nickel qui ne soit pas carburé et dans lequel la teneur en silicium ne soit pas très élevée. Cette teneur est indiquée comme atteignant 10 pour 100.

En 1912 et 1913, nous avons fait des essais au four électrique, pour le traitement de la garniérite dans une petite usine située à Taô sur la côte Est de la Nouvelle-Calédonie. L'installation hydraulique de cette usine, qui fonctionnait au moyen d'une chute d'eau de 250 m, est due à l'ingénieur bien connu M. Hugoniot.

La garniérite est un silicate de nickel et de magnésie toujours assez chargé en oxyde de fer.

L'analyse ci-dessous indique la moyenne du minerai (après dessiccation à 100°) sur lequel ont porté les essais :

Perte au feu	9,90		
SiO^2 et Insoluble	53,10		
NiO	6,62	soit	Ni = 5,20
Fe^2O^3	12,65	soit	Fe = 8,85
Al^2O^3	0,50		
CaO	1,70		
MgO	15,33		
	99,80		

Le principe du traitement que nous avons essayé, consistait à réduire par le charbon la totalité de l'oxyde de nickel et une partie de l'oxyde de fer de façon à obtenir un ferro-nickel d'une teneur déterminée, l'oxyde de fer non réduit passant dans le laitier.

En vue d'éviter la réduction de la silice et, par conséquent, l'introduction du silicium dans le ferro-nickel, nous avons adopté un lit de fusion donnant un laitier basique.

Les essais ont porté surtout sur l'obtention d'un ferro-nickel à 50 pour 100.

Le lit de fusion se composait :

a) De minerai tout venant tel qu'il sortait de la mine. Ce minerai contenait 20 à 25 pour 100 d'humidité.

b) De charbon de bois en poudre assez fine, en proportion établie pour réduire la totalité de l'oxyde de nickel et une quantité déterminée d'oxyde de fer.

c) De calcaire en morceaux de la grosseur d'une noix en quantité voulue pour obtenir un laitier basique.

Le four dans lequel ces essais ont été faits avait une puissance de 400 kw. Il était du type à deux électrodes en série et à sole non conductrice. Le revêtement réfractaire et la sole étaient faits en briques de magnésie.

Par traitement dans ce four du lit de fusion ci-dessus, nous avons obtenu un ferro-nickel à 50 pour 100 de nickel dans lequel la teneur en carbone n'a jamais dépassé 0,5 pour 100; de nombreuses analyses ont indiqué une teneur en carbone de 0,05 pour 100.

La teneur en silicium a toujours été dans les environs de 0,2 pour 100.

Par tonne de ferro-nickel à 50 pour 100, la consommation d'énergie élsctrique a été en moyenne de 13000 kw-h et la consommation d'électrodes de 125 kg.

La perte en nickel par le laitier était de 2 à 3 pour 100 du nickel contenu dans le minerai.

Dans ces conditions, le prix de revient du métal ressortait à environ 1,75 fr le kilogramme de nickel contenu dans le ferro-nickel.

Par diminution de la quantité de réducteur employé, nous sommes arrivés, sans difficultés, avec le même minerai, à produire un ferro-nickel à 75 pour 100. La teneur en carbone était inférieure à ce qu'elle était dans l'alliage précédent et la teneur en silicium restait sensiblement la même.

La perte en nickel par le laitier augmentait, elle était de 4 à 5 pour 100 du nickel contenu dans le minerai.

Les essais ont duré pendant deux périodes de huit mois pendant lesquelles le fonctionnement du four était ininterrompu et avait l'allure d'une fabrication industrielle.

Nous avons en outre reçu, à la date du 22 novembre la lettre suivante de la Société électro-métallurgique française :

Dans son numéro du 12 octobre dernier, la « Revue générale de l'Electricité » a publié une lettre de M. Sabathier à propos du traitement électrométallurgique des minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie (garniérite).

Permettez-nous d'apporter notre contribution à l'étude de cette question et de vous signaler que nous avons obtenu, d'après nos procédés brevetés, au cours des études que M. Héroult a faites du traitement au four électrique de la garniérite, non seulement des ferro-nickels pauvres en carbone et en silicium, mais des métaux titrant jusqu'à 97 ou 98 pour 100 de nickel avec naturellement très peu de silicium et de carbone.

Nous sommes à la disposition de ceux de vos lecteurs que la question peut intéresser pour leur fournir des renseignements plus complets à ce sujet.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Le relais Orling à jet

On a songé de tout temps, depuis que la télégraphie existe, à augmenter le plus possible le rayon d'action des lignes télégraphiques et à en améliorer la transmission. On a employé pour cela des relais amplificateurs. L'auteur de la présente note décrit un de ces relais d'un type nouveau.

Dans ces dernières années, de grands progrès ont été faits en télégraphie sous-marine par l'emploi d'amplificateurs.

On peut améliorer les transmissions par l'emploi de signaux bridés, on peut aussi bloquer le câble par des condensateurs, on peut augmenter dans une certaine limite la tension de la pile, on peut aussi mettre en dérivation sur la bobine mobile réceptrice une bobine de self-induction dont on peut faire varier l'inductance par degrés insensibles. Tous ces procédés sont employés. Mais aucun d'eux n'a permis une augmentation de trafic aussi importante que le recours aux amplificateurs Heurtley et Orling.

Je distinguerai tout d'abord le relais proprement dit et l'amplificateur. Dans le relais, un courant arrive, d'une intensité donnée, et aussitôt entre en jeu une autre force électromotrice bien définie qui retransmet le signal sur un autre circuit dans le prolongement du premier. Dans le cas de l'amplificateur, ce sont les divers degrés d'intensité du courant reçu qui se trouvent reproduits à une autre échelle dans le courant retransmis. Le relais se prête à tous les usages de la télégraphie ordinaire, quand le zéro est invariable ; l'amplificateur permet l'agrandissement de broderies autour d'une ligne de zéro mobile, et, en principe, il peut s'appliquer à la téléphonie. L'amplificateur est une sorte de servo-moteur.

Le système, qui constitue un servo-moteur quelconque, comprend un organe de commande dont la position correspond à une valeur déterminée d'une certaine variable x et un organe asservi dont la position dépend d'une autre variable y. Or, le système ne peut se trouver en équilibre que si l'on a entre x et y une certaine relation. A toute position x, dans un certain champ, correspond donc une position y, telle que la combinaison (x, y) donne l'équilibre. Un déplacement de x tendra à produire un déplacement de y dans un sens déterminé ; il faudra veiller à ce que les connexions soient faites de manière que le sens de ce déplacement rapproche y de la valeur correspondant à l'équilibre au lieu de l'en éloigner.

Le dispositif électrique le plus simple, répondant à ces conditions, est le pont de Wheatstone, à fil divisé ; il suffit de déplacer le curseur sur le fil divisé pour faire varier d'une manière bien définie la différence de potentiel aux bornes du galvanomètre, dont l'aiguille prendra, sous l'action de cette force et d'une force directrice antagoniste, une position correspondante d'équilibre stable. Or, il y a des moyens de déplacer le curseur en ne mettant en jeu qu'une énergie insensible.

Au lieu d'un galvanomètre à aiguille, nous pouvons d'ailleurs envisager un circuit constitué comme l'indique la figure 1. Le récepteur R sera un siphon recorder con-

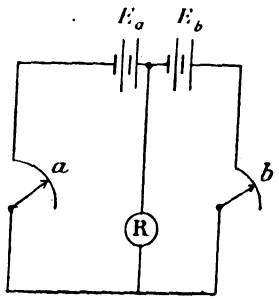


Fig. 1.

venablement shunté et sa bobine restera au repos dans la position de zéro lorsque les forces électromotrices E_a et E_b seront dans le rapport des résistances a et b. La résistance b est une résistance de réglage et l'on peut admettre que la résistance a est sous la dépendance du relais Orling.

Celui-ci a fait l'objet du brevet anglais n° 18 001 A. D. 1911, 20 051 A. D. 1911, 23 571 A. D. 1911, 1 162 A. D. 1912, 5 729 A. D. 1912 avec spécification complète du 8 mars 1912.

Il est employé par les compagnies de câble et bien que les essais se poursuivent, puisque le relais Heurtley a lui aussi donné d'excellents résultats, il paraît bien constituer un progrès essentiel.

Il s'agira seulement de savoir si les amplificateurs à lampes, si employés aujourd'hui par les Allemands et par leurs adversaires, ne s'adapteront pas encore plus aisément aux besoins de la télégraphie sous-marine.

Digitized by Google

Le phénomène primordial est le suivant :

Je suppose qu'un mince filament rigide, métallique par exemple, est fixé à la bobine mobile d'un galvanomètre du genre Deprez-d'Arsonval, de façon que sa pointe traverse la veine d'un liquide qui s'écoule par un ajutage convergent à bord lisse et dont la surface reste continue sans se briser en gouttelettes. Eh bien ! la tension superficielle de la veine suffira à retenir le filament dans l'intérieur du jet ; elle lui permettra bien de subir, avec une action de rappel extrêmement faible, de petits déplacements latéraux de part et d'autre de l'axe du jet, mais elle l'empêchera de s'échapper de la surface qui délimite le courant, à moins qu'on n'exerce à dessein une force relativement considérable.

Le courant tend à centrer le filament avec une force qui part de zéro et s'accroît très vite quand le filament est déplacé hors de sa position centrale.

Or, d'autre part, la réaction du filament sur la veine fluide est extrêmement prononcée ; la veine prend une direction oblique par rapport à sa direction primitive.

Si, par exemple, le fluide est une encre et que la bande de l'appareil récepteur se déplace à angle droit avec le plan dans lequel s'effectuent les déviations angulaires de la veine, l'encre tracera sur la bande, à une échelle considérablement agrandie, les petits déplacements du filament rigide.

Il est d'ailleurs remarquable que les impulsions peuvent se succéder avec la plus grande rapidité.

Au lieu d'employer la déviation du jet à faire directement le tracé, il est préférable de l'employer à former un pont en un point variable entre deux tiges parallèles adjacentes, comme l'indique la figure 2.

Il faut ajouter que l'auteur de ce relais a trouvé qu'on pouvait employer des jets de gaz combustible qu'on enflamme au lieu de jets liquides. Le fil potentiométrique peut être constitué par deux jets liquides directement opposés l'un à l'autre, leur point de rencontre se déplace avec la position de la veine déviée qui vient les rencontrer à angle droit. On peut faire agir une veine déviée sur un organe qui déviera à son tour une autre veine, de sorte que le débit de chacune d'elles pourra être réglé selon sa

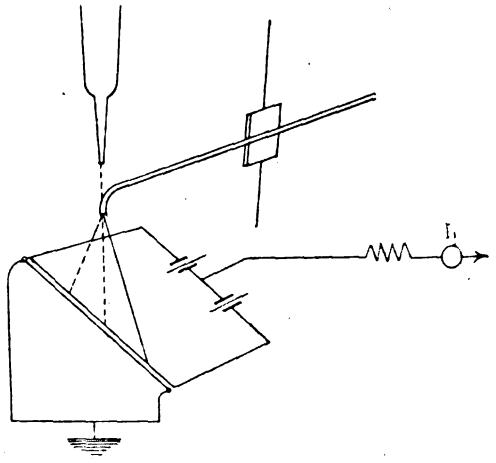


Fig. 2.

fonction particulière à la valeur la plus convenable. On peut employer d'autres récepteurs qu'une bobine de siphon recorder ; Orling a fait appel notamment à des phénomènes électrocapillaires, etc. Le champ des variations et des applications est évidemment très grand.

Je me bornerai à ces quelques indications qui suffiront pour montrer l'intérêt d'un nouvel amplificateur dont les résultats pratiques donnent déjà de grandes espérances.

J. Pomey,
Ingénieur en chef des Télégraphes.

Revues, analyses et informations

Echelles de température pour le tungstène et le carbone.

Définitions. — On a pris l'habitude, ces dernières années, de définir par un nombre la température de tout corps incandescent en déterminant la température du corps noir pour laquelle la puissance émise, pour une certaine longueur d'onde déterminée, serait égale à celle du corps rayonnant. C'est ce qu'on peut appeler la température d'égal éclat avec le corps noir (*black body brightness temperature*) et que, pour abréger, les auteurs désignent sous le nom de température d'éclat (*brightness temperature*) ; bien entendu, il convient de préciser la longueur d'onde choisie pour les comparaisons.

Dans le travail que nous analysons (1), la comparaison avec le corps noir a été basée sur l'égalité de la répartition de l'énergie dans une région limitée du spectre plutôt que sur une égalité des intensités. D'où le nom de température d'égale coloration (*color match temperature*) ou, pour abréger, de température de coloration (*color temperature*).

Mais comme, généralement, l'accord absolu dans la répartition de l'énergie pour le corps noir et pour les métaux étudiés (Tu, Ta, Os) ne peut jamais être assuré, on a défini d'une manière plus précise la température d'égale coloration comme celle d'un corps noir pour lequel les intensités relatives d'émission pour deux longueurs d'onde convenablement choisies sont les mêmes que celles du corps étudié. De nombreuses recherches expérimentales ont montré que l'égalité de coloration avec le corps noir peut être très bien réalisée avec le carbone, le tungstène, le tantale, le platine et l'osmium ; en sorte que les erreurs commises en amenant ces diverses substances à l'égalité de coloration par l'emploi d'un photomètre à contraste ordinaire de Lummer-Brodhun sont inférieures aux erreurs commises pour amener les diverses substances à avoir les mêmes intensités relatives d'émission pour deux longueurs d'onde déterminées au moyen d'un spectro-photomètre. Aussi, cette constatation ayant été faite, la

(1) E.-P. Hyde, F.-E. Cady et W.-E. Forsythe. *Physical Review*, octobre 1917, 2e série, t. x, p. 395-411, 7 fig., 3 tab.

Digitized by Google

méthode spectro-photométrique a-t-elle été abandonnée pour la méthode, de réalisation plus facile, de l'égalité de coloration, quoique, pour préciser la définition, il convienne de se souvenir que le résultat obtenu consiste dans l'établissement d'une égalité des pouvoirs émissifs pour les longueurs d'onde voisines des extrémités du spectre visible, par exemple, 0,5 μ et 0,7 μ.

Des résultats obtenus par cette méthode et de la connaissance des propriétés rayonnantes des métaux signalés, on a conclu que, très probablement, la température d'égalité de coloration avec le corps noir (*black body color temperature*) d'un quelconque de ces métaux devait être supérieure à la température vraie.

S'il en est ainsi, la température de coloration et la température d'éclat doivent constituer deux limites entre lesquelles doit être comprise la température vraie et comme celle-ci est extrêmement difficile à mesurer, la connaissance des limites supérieure et inférieure fournit un renseignement précieux.

Dans le travail que nous analysons, les auteurs ont déterminé les températures de coloration du tungstène et du carbone, et comparé les valeurs de la température de coloration, de la température d'éclat et de la température vraie du tungstène en utilisant pour cette dernière les données de Worthing [1] et les valeurs de la température de coloration et de la température d'éclat pour le carbone. Ils ont également déterminé la relation entre la température de coloration et le rendement de la lampe (en lumens par watt), en sorte qu'il est possible de déduire la température de coloration et la température vraie de mesures de rendements de la lampe.

Historique. — Dans un travail antérieur [2], deux des auteurs ont mesuré directement la température de coloration du tungstène par rapport au corps noir pour de faibles tensions et déterminé cette température par des comparaisons spectro-photométriques pour des tensions plus élevées. En 1915, Shackelford [3] a montré que la coloration du rayonnement provenant de l'intérieur d'un filament de tungstène hélicoïdal n'est pas aussi blanche que celle du rayonnement de l'extérieur de l'hélice, alors même que la température interne est au moins aussi grande que la température extérieure. Langmuir [4] a également fait la même observation et utilisé les données obtenues pour dresser une échelle approchée des températures de coloration.

Patterson et Dudding [5], dans un travail récent, ont supposé que les températures de coloration sont approximativement égales aux températures vraies et obtenu des résultats qui semblent montrer que cette hypothèse est sensiblement approchée.

Dispositif utilisé. — La figure 1 donne le schéma du dispositif utilisé. La température du four entretenue électriquement pouvait varier de 1 600 à 2600° absolus.

La température du diaphragme central du four est mesurée au moyen d'un pyromètre optique de Holborn et Kurlbaum dirigé vers une des extrémités du four tandis que la comparaison de couleur porte sur la lumière provenant de l'autre extrémité.

(1) *Journ. of. Frank. Inst.*, 1916, t. CLXXXI, p. 417 ; *La Revue électrique*, 1916, t. XXVI, p. 24.
(2) *Trans. Illum. Eng. Soc.*, 1909, t. IV, p. 234.
(3) *Phys. Rev.* (2), 1916, t. VIII, p. 470.
(4) *Phys. Rev.* (2), 1916, t. VII, p. 302 ; *R. G. E.*, 18 mai 1918, t. III, p. 720-723 : Rayonnement des filaments de tungstène droits et hélicoïdaux.
(5) *Trans. Illum. Eng. Soc.* (London), 1915, t. XXVII, p. 230.

Pour déterminer la température de coloration, on compare le rayonnement total du four, au point de vue de la coloration, avec celui d'une lampe de comparaison, au

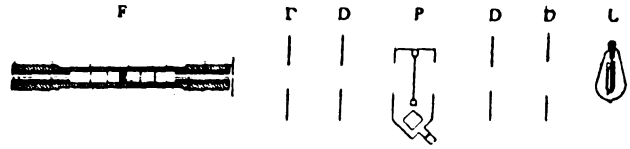


Fig. 1. — Schéma du dispositif. F, four ; L, lampe ; P, photomètre ; D, écrans.

moyen d'un photomètre à contraste Lummer-Brodhun ; on obtient, par substitution, les températures de coloration des lampes étudiées.

Les températures d'éclat des lampes ont été déterminées directement au moyen du même pyromètre optique en utilisant un très fort grossissement. Cette température, pour la lampe au tungstène, a été mesurée également en comparant la coloration des lampes étudiées avec celle d'une lampe au tungstène à large filament (0,25 mm de diamètre) et mesurant ensuite la température d'éclat du large filament.

La lampe qui a servi de lampe de comparaison pour la plupart des mesures et trois des lampes étudiées sont des lampes à vide au tungstène (filament étiré de 40 w, 110 v). Ces lampes ont leurs supports inférieurs soudés et, sur les supports supérieurs, le filament est maintenu tendu par un petit ressort à boudin. L'autre lampe d'essai est une lampe au tungstène de 100 w, 120 v, du modèle ancien ayant les supports inférieurs soudés. Dans quelques mesures de contrôle, on a utilisé une lampe au tungstène de 25 w du même type que la lampe de 40 w et une lampe à filament

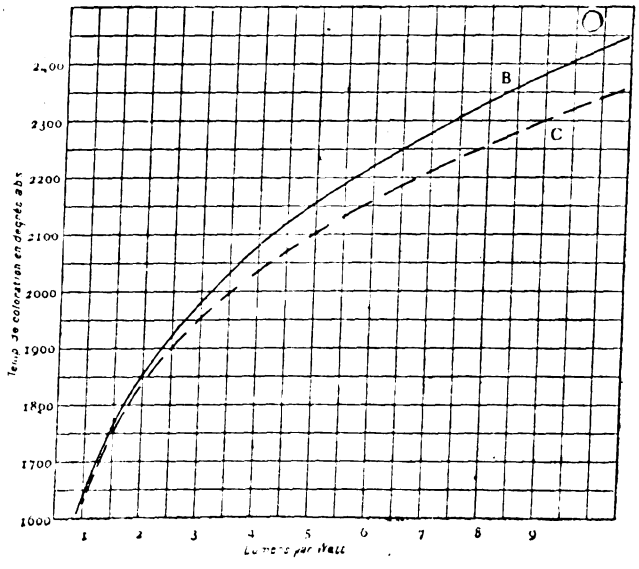


Fig. 2. — Relation entre la température de coloration et le rendement lumineux pour le tungstène : B, données des auteurs ; C, données de Patterson et Dudding.

ovale de carbone comme lampe de comparaison. Pour déterminer les températures d'éclat, on a utilisé une lampe à tungstène à simple boucle constituée avec un filament de 0,25 mm de diamètre, 30 cm de long, dans une ampoule de 12,7 cm de diamètre.

Digitized by Google

Résultats expérimentaux. — *Relation entre la température de coloration et le nombre de lumens par watt.* — La courbe en traits pleins de la figure 2 représente la relation entre la température de coloration du tungstène et le rendement de la lampe. La courbe en traits interrompus représente les résultats de Patterson et Dudding ; au voisinage de 1 600° et 1 700° les deux courbes sont très voisines. La courbe en traits pleins de la figure 3 est relative à une lampe au carbone.

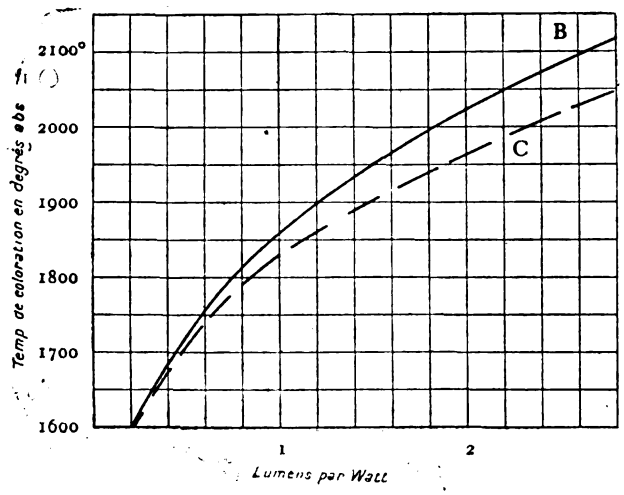


Fig. 3. — Relation entre la température de coloration et le rendement lumineux pour le carbone : B, données des auteurs ; C, données de Paterson et Dudding.

Température de coloration, température d'éclat et température vraie. — Les courbes des figures 4 et 5 représentent les relations entre ces températures pour les filaments de tungstène et de carbone. Pour le tungstène, la température de coloration est supérieure à la température vraie, tandis que la température d'éclat est inférieure à la température vraie. La température de coloration est cependant plus rapprochée de la température vraie. Pour le carbone, on n'a représenté que la différence entre la température de coloration et la température d'éclat, la température vraie étant inconnue.

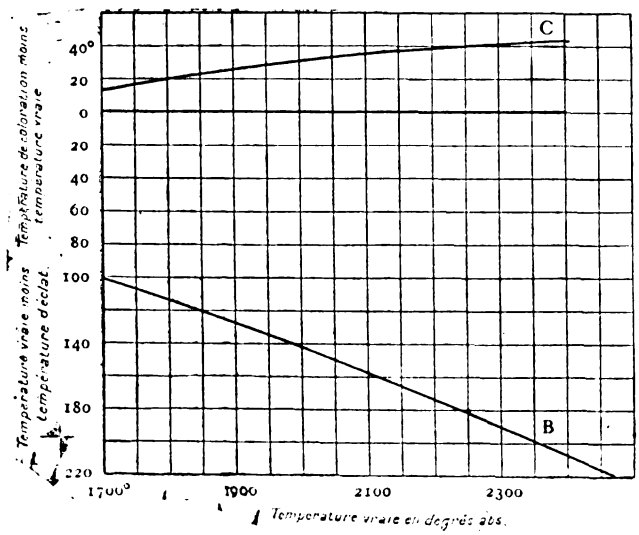


Fig. 4. — Relation entre la température de coloration, la température vraie et la température d'éclat pour le tungstène.

Relation entre la température de coloration et le nombre de watts. — Divers essais ont été faits en vue de déterminer l'exposant β dans la loi de Stefan-Boltzmann généralisée pour les métaux sous la forme

$$E = \sigma T^{\beta}.$$

Il est intéressant d'étudier l'existence possible d'une relation analogue entre le rayonnement total et la température de coloration. Si l'on connaît la température colorée d'une lampe pour une certaine puissance, l'application d'une loi de cette forme permettait d'établir l'échelle entière des températures de coloration.

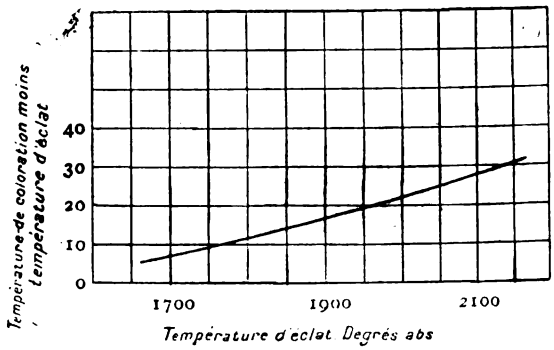


Fig. 5. — Relation entre la température de coloration et la température d'éclat pour le carbone.

Patterson et Dudding avaient indiqué pour les filaments de carbone

$$W = k_1 . T^{4,68},$$

et pour les lampes au tungstène

$$W = k_2 . T^{5,1}.$$

Les tableaux I et II contiennent quelques-uns des nombres indiqués dans le mémoire que nous analysons.

Tableau I. — *Relation entre la température colorée et le nombre de watts pour une lampe au tungstène.*

Température colorée.	Watts.	β
1 750	22,3	4,99
1 850	29,3	4,79
1 950	37,8	4,80
2 050	47,9	4,68
2 150	60,0	4,82
2 250	74,5	4,79
2 350	91,5	4,71
2 450	110,2	4,36
Moyenne		4,25

Tableau II. — *Relation entre la température colorée et le nombre de watts pour une lampe au carbone.*

Température colorée.	Watts.	β
1 700	43,8	4,03
1 800	55,1	4,06
1 900	68,4	3,97
2 000	84,3	4,00
2 100	102,4	4,09
Moyenne.....		4,02

Le tableau I relatif au tungstène indique une certaine décroissance de β quand T augmente, encore que les valeurs successives de β ne soient pas très concordantes. Pour le carbone les valeurs de β semblent constantes aux erreurs d'expérience près.

A. B.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Étude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice (*Suite*) (1)

Continuant son étude, M. E. Meynard examine, toujours pour les deux régions de Saint-Malo et de La Rochelle, un système d'utilisation des marées comportant deux bassins dits supérieur et inférieur dont l'un sert de bief d'amont et l'autre de bief d'aval, en produisant un travail continu. L'auteur expose ensuite un système, dont il est l'inventeur, comportant des turbines fonctionnant sous une hauteur de chute constante par puits d'équilibre et bassins régulateurs de niveau de la marée avec alimentation des turbines toujours dans le même sens.

VIII. — Système comportant deux bassins dits supérieur et inférieur, dont l'un sert de bief d'amont, et le second de bief d'aval, en produisant un travail continu.

1° Région de Saint Malo.

Fonctionnement du système. — Ce système comporterait un bassin de marée de 100 hectares, et un bief de 125,37 hectares (voir ci-après).

Le cycle utilisé est celui qui a été indiqué en 1737 par Bélidor, que MM. Tallendeau, Courtenay, Davies, Villegas, etc. et Paul Decœur, ont fait breveter de 1864 à 1890, et que M. Decœur ingénieur des Ponts et Chaussées à Pithiviers, notre prédécesseur, a étudié et présenté à l'Académie des Sciences en 1890. C'est à la suite des publications de M. Decœur, appelant l'attention sur ce système, que diverses études d'applications ont été faites tant en France qu'à l'étranger, notamment en

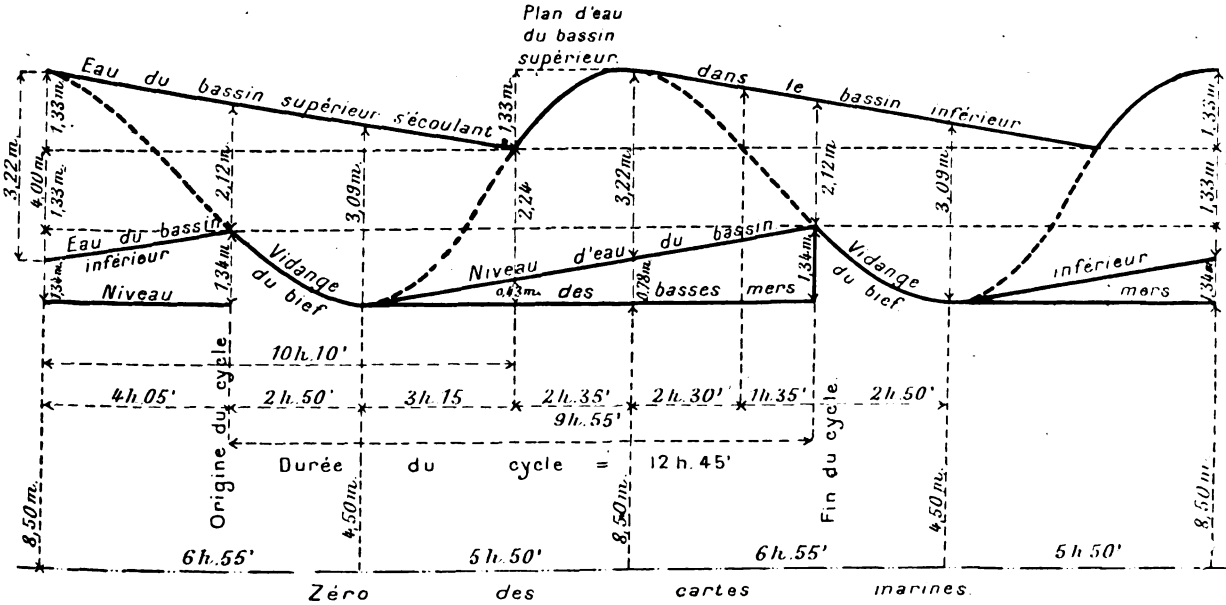


Fig. 38. — Diagramme du fonctionnement des bassins en mortes eaux.

Angleterre et en Amérique, mais sans qu'il ait été donné suite à ces études.

Le fonctionnement des bassins serait le suivant, en mort d'eau :

Le bassin dit supérieur étant rempli par la marée jusqu'à la cote (8,50) et le bassin inférieur formant bief étant déjà rempli sur 0,78 m au moment de la pleine mer par l'eau précédemment introduite (fig. 38), les vannes du bassin supérieur seraient ouvertes et l'eau en serait écoulée régulièrement jusqu'à ce que son niveau se soit abaissé de 1,33 m et que la marée, rendue aux 2/3 du

(1) Voir *R. G. E.*, 2, 9, 16, 23, 30 novembre et 7 décembre, t. IV, 653-658, 697-715, 749-761, 793-802, 823-843 et 865-877.

Digitized by Google

DÉSIGNATION DES SYSTÈMES OU CYCLES UTILISÉS.	SUPERFICIE du bassin de marée, en hectares.	SUPERFICIE du bief, en hectares.	COTES du fond du bassin, en mètres.	COTES du fond du bief, en mètres.	AMPLITUDE minimum et maximum des marées de mortes et vives eaux considérées, en mètres.	HAUTEUR minimum et maximum de chute produite par le cycle employé en mortes et vives eaux, en mètres.	HAUTEUR de chute moyenne calculée ayant servi de base à l'étude, en mètres.	HAUTEUR de chute moyenne réelle en tenant compte de la courbe des marées, en mètres.
1° *Système à bassin de marée unique, sans bief.*								»
Région de Saint-Malo	100	»	0,00	»	4,00	1,33	1,33	»
						3,90	3,90	»
					13,00	1,33	1,33	»
						12,80	12,80	»
Région de La Rochelle	100	»	0,00	»	2,00	0,67	0,67	»
						1,90	1,90	»
					6,00	0,67	0,67	»
						5,80	5,80	»
2° *Système à bassin de marée avec bief dix fois plus grand.*								
Région de Saint-Malo	100	1 000	5,83	0,00	4,00	0,67	2,40	2,58
						3,65		
					13,00	1,80	7,53	8,04
						11,70		
Région de La Rochelle	100	1 000	2,97	0,60	2,00	0,83	1,21	1,23
						1,80		
					6,00	1,60	3,71	3,83
						5,40		
3° *Moyen basé sur l'emploi de bassins travaillant un temps déterminé après la pleine et la basse mer.*								
Région de Saint-Malo	100	100	6,50	0,00	4,00	1,00	1,85	»
						2,50		
					13,00	3,25	5,69	»
						8,12		
Région de La Rochelle	100	100	3,30	0,00	2,00	0,50	0,92	»
						1,25		
					6,00	1,50	2,79	»
						3,75		
4° *Cycles divers pour le fonctionnement des bassins* (fig. 34, 35, 36, 37).								
Région de Saint-Malo	300	300	7,17	0,00	4,00	1,33	2,46	»
						3,20		
					13,00	4,33	7,98	»
						10,32		
	300	300	7,17	0,00	4,00	1,33	2,54	»
						3,93		
					13,00	4,33	8,26	»
						12,00		
	900	234,10	7,17	0,00	4,00	1,33	2,38	»
						3,10		
					13,00	4,33	7,82	»
						1,09		
	900	»	7,17	0,00	4,00	»	»	»
					13,00	»	»	»
5° *Système comportant deux bassins dits supérieur et inférieur dont l'un sert de bief d'amont et le second de bief d'aval.*								
Région de Saint-Malo	100	100	7,17	0,00	4,00	2,12	2,67	2,74
						3,22		
					13,00	7,10	8,65	8,80
						10,16		
Région de La Rochelle	100	100	3,63	0,00	2,00	1,06	0,67	0,69
						1,60		
					6,00	3,18	3,99	4,07
						4,80		
6° *Système avec turbines fonctionnant sous chute constante par chaque marée et pour toutes les marées.*	100	1 000	5,83	0,00	4,00	2,00	»	
					13,00	6,70	»	

Digitized by Google

résultats de l'étude.

HAUTEUR de chute minimum après régularisation par accumulation hydraulique, en mètres.	PUISSANCE moyenne produite par heure sous la hauteur de chute calculée en mortes et vives eaux, en chevaux.	RENDEMENT réel avec le coefficient 0,80 par rapport à un bassin de 100 hectares écoulant ses eaux et se remplissant sous la chute théorique.	PUISSANCE moyenne produite par heure sous la hauteur moyenne réelle en mortes et vives eaux, en chevaux.	RENDEMENT réel avec le coefficient de 0,80 par rapport au bassin de 100 hectares	PUISSANCE continue produite sous la chute régularisée par accumulation hydraulique en mortes et vives eaux, en chevaux.	RENDEMENT réel avec le coefficient de 0,80 par rapport au bassin de 100 hectares.	PUISSANCE continue et constante produite avec l'accumulation hydraulique pour toutes les marées du cycle lunaire, en chevaux.	RENDEMENT réel avec le coefficient de 0,80 par rapport au bassin de 100 hectares.	SUPERFICIE des réservoirs auxiliaires pour réaliser la régularisation de la puissance à chaque marée, en hectares.	SUPERFICIE des réservoirs auxiliaires pour réaliser la régularisation pour toutes les marées du cycle lunaire, en hectares.	COTES du fond des réservoirs auxiliaires au-dessus des plus basses mers, en mètres.
»	2 865	0,3538	»	»	1 300	0,2726	2 500	0,1025	60,44	182,03	7,16
»	23 712	0,7800	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	1 150	0,1469	»	»	3 500	0,0672	»	»	108,48	»	7,16
»	952 930	0,8755	»	»	»	»	11 000	0,4508	»	1 454,45	13,40
»	794	0,3564	»	»	260	0,2189	600	»	50,95	»	»
»	5 009	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	2 420	0,1587	»	»	800	0,0722	»	»	107,46	»	»
»	58 800	»	»	»	»	»	3 300	»	»	»	»
2,00	4 578	0,9600	4 730	0,9920	3 815	0,8000	21 000	0,8606	100	1 020,02	6,63
6,70	48 385	0,9292	51 530	0,9895	42 938	0,8246			»		13,40
									100		6,63
1,00	1 154	0,9680	1 174	0,9850	954	0,8000	4 300	0,8270	100	500	2,97
3,30	10 974	0,9882	11 329	1,0200	8 971	0,8088			»		6,30
									100		2,97
1,50	1 765	0,3701	»	»	1 431	0,3000	6 500	0,2654	138,57	»	5,50
4,75	18 233	0,3501	»	»	15 520	0,2370			»		13,40
									138,57		5,50
0,75	440	0,3701	»	»	360	0,3028	860	»	»	»	»
2,20	4 126	0,3720	»	»	3 265	0,2943			»		»
	1 564	0,3280	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	17 047	0,3274	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	1 615	0,3393	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	17 645	0,3389	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	12 706	0,8531	»	»	6 000	0,4029	»	»	»	»	»
»	132 347	0,8253	»	»	63 000	0,3982	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	3 400	»	25 000	»	337,66	892,50	8,50
»	»	»	»	»	32 000	»		»			
2,10	1 070	0,2243	1 098	0,2301	890	0,1974	4 600	0,0886	»	»	»
7,10	10 488	0,2014	10 672	0,2049	9 230	0,1773					
1,05	265	0,2243	»	»	»	»	»	»	»	»	»
3,15	2 235	0,2014	»	»	»	»					
5,50	»	»	»	»	2 950	0,6186	17 710	0,7257	»	»	»
	»	»	»	»	32 985	0,6335					

Digitized by Google

flot, ait atteint le niveau d'eau du bassin supérieur à ce moment (fig. 38).

L'eau du bassin supérieur ne serait d'abord introduite dans le bief pendant 4 h 5′ que jusqu'aux 2/3 du jusant, moment où ce bief serait rempli sur 1,34 m de hauteur, et où la mer serait descendue au même niveau. Le bief se viderait alors jusqu'à la basse mer, en 2 h 50′, temps pendant lequel les eaux du bassin s'écouleraient dans la mer.

Au bas d'eau, les vannes du bief alors vide seraient fermées, et les eaux du bassin supérieur seraient de nouveau écoulées dans le bief jusqu'à ce que la marée ait 2/3 de flot, et que les eaux du bassin aient baissé de 1,33 m, c'est-à-dire qu'elles soient descendues au niveau du flot à ce moment.

Les vannes d'écoulement du bassin supérieur seraient alors fermées et celles de remplissage par la marée ouvertes; ce bassin referait ainsi son plein jusqu'à la cote (8,50) en 2 h 35′, temps pendant lequel la marée serait écoulée dans le bief jusqu'à l'heure de la pleine mer. A cet instant précis, les choses seraient revenues à leur état primitif et le cycle se renouvellerait périodiquement.

Les eaux du bassin s'écouleraient ainsi pendant 10 h 10′ pour s'abaisser de 1,33 m seulement ; l'écoulement se ferait pendant 2 h 50′ dans la mer, et 7 h 20′ dans le bief. Ce dernier recevrait de l'eau pendant 9 h 55′; la marée fournirait 350 000 m³ pendant 2 h 35′, et le bassin supérieur, 1 330 000 m³ pendant 7 h 20′ (voir ci-après).

Comme sur le diagramme il a été supposé que le bief recevrait 1,34 m d'eau en 9 h 55′, soit le 1/3 de l'amplitude, et que le bassin se viderait de 1,33 m d'eau en 10 h 10′ pour une superficie de 100 hectares, il en résulte que le bief devrait avoir, pour contenir les 1 330 000 m³ plus 350 000 m³ venant de la marée, une superficie de

$$\frac{1\,680\,000}{1{,}34} = 125{,}37 \text{ hectares.}$$

Dans ces conditions, la chute varierait de $0{,}53\,H$, soit ici $0{,}53 \times 4 = 2{,}12$ m, à $0{,}805\,H$, soit $0{,}805 \times 4 = 3{,}22$ m (fig. 38), comme l'a indiqué M. Decœur.

La chute moyenne, calculée sans tenir compte de la courbe des marées, serait le quotient par 11 h 45′ de la somme

$$\frac{2{,}12+4{,}09}{2} \times 2\text{ h }50' + \frac{3{,}09+2{,}24}{2} \times 3\text{ h }15'$$
$$+ \frac{2{,}24+3{,}22}{2} = 2\text{ h }35' + \frac{3{,}22+2{,}12}{2} \times 4\text{ h }5',$$

soit 2,67 m, alors que la moyenne réelle serait de 2,74 m en tenant compte de la courbe des marées. La puissance réelle que produirait l'eau du bassin supérieur et celle de la mer, en considérant que le volume total mis en œuvre en une marée de 12 h 45′ serait de 1 330 000 + (0,78 — 0,53) × 1 000 000 venant de la mer + 1 680 000 m³ seulement, aurait pour valeur moyenne

$$\frac{1\,680\,000 \times 1\,026 \times 2{,}67 \times 0{,}80}{12\text{ h }45' \times 270\,000} = 1\,070 \text{ ch.}$$

La puissance théorique moyenne étant de 4 769 ch, le rendement serait de $\frac{1070}{4769} = 0{,}2243$ seulement, alors que le premier système (bassin de marée unique) a donné, avec 1 300 ch de puissance *constante*, un rendement de 0,2726, que le deuxième dispositif (bassin avec bief dix fois plus grand) a donné 4 578 ch de puissance moyenne continue avec un rendement de *0,9600*, et que le troisième système (bassins travaillant un certain temps après la pleine et la basse mer) peut donner 1 765 ch avec un rendement de *0,3701*. Enfin le cycle (fig. 34) qui comporte un bassin de marée de 300 hectares, développe 4 693 ch, soit, pour 100 hectares, $\frac{4693}{3} = 1564$ ch, avec un rendement de $\frac{1564}{4769} = 0{,}3280$. Tous ces cycles sont donc encore plus avantageux que celui de Bélidor, Tallendeau, Courtenay, Decœur, etc...

Cela est très regrettable, car ce dernier système, très séduisant, présente l'avantage d'une chute plus grande, d'un fonctionnement régulier et d'une faible variation dans la hauteur de la chute. Ces avantages sont malheureusement contrebalancés par un rendement inférieur à tous les autres systèmes préconisés, et par une très courte durée de l'écoulement à la mer des eaux du bassin.

Le bassin supérieur aurait son fond creusé à la cote (7,17), et le bief au niveau des plus basses mers.

En vives eaux, le cycle affecterait la forme indiquée sur la figure 39.

Les eaux du bassin supérieur s'écouleraient pendant 10 h 10′ pour s'abaisser de

$$\frac{13{,}00}{3} = 4{,}33 \text{ m};$$

l'écoulement se ferait pendant 3 h 10′ dans la mer et 7 heures dans le bief. Ce dernier recevrait de l'eau pendant 9 h 10′; la marée fournirait 1 420 000 m³ pendant 2 h 10′, et le bassin 4 330 000 m³ pendant 7 heures.

Le diagramme de la figure 39 a été dressé en supposant qu'en 9 h 10′ le bief serait rempli de 4,34 m d'eau et que le bassin se viderait de 4,33 m en 10 h 10′ pour une superficie de 100 hectares; il en résulte que le bief devrait avoir, pour contenir 4 330 000 m³ plus 1 420 000 m³ venant de la marée, une superficie de

$$\frac{5\,750\,000}{4{,}34} = 132{,}49 \text{ hectares,}$$

alors que pour les mortes eaux nous avons trouvé 125,37 hectares; toutefois ces deux valeurs diffèrent peu.

La chute varierait de $0{,}546\,H$, soit ici $0{,}546 \times 13 = 7{,}10$ m, à $0{,}782\,H$, soit $0{,}782 \times 13 = 10{,}16$ m, rapports un peu différents de ceux trouvés pour les mortes eaux.

Digitized by Google

La chute moyenne, calculée sans tenir compte de la courbe des marées, serait de

$$\frac{\frac{7{,}10+10{,}09}{2}\times 3\text{h}10' + \frac{10{,}09+7{,}25}{2}\times 3\text{h}20' + \frac{7{,}25+10{,}16}{2}\times 2\text{h}10' + \frac{10{,}16+7{,}10}{2}\times 3\text{h}40'}{12\text{ h }20'} = 8{,}65\text{ m},$$

alors que la moyenne, en faisant état de la courbe des marées, serait de 8,80 m.

La puissance réelle que produirait l'eau du bassin supérieur et celle de la mer, en remarquant que le volume total mis en œuvre en une marée de 12 h 20′ serait de $4\,330\,000 + (2{,}84 - 1{,}42) \times 1\,000\,000$ venant de la mer $= 5\,750\,000$ m³, aurait une valeur moyenne de

$$\frac{5\,750\,000 \times 1\,026 \times 8{,}65 \times 0{,}80}{12\text{ h }20' \times 270\,000} = 10\,488\text{ ch.}$$

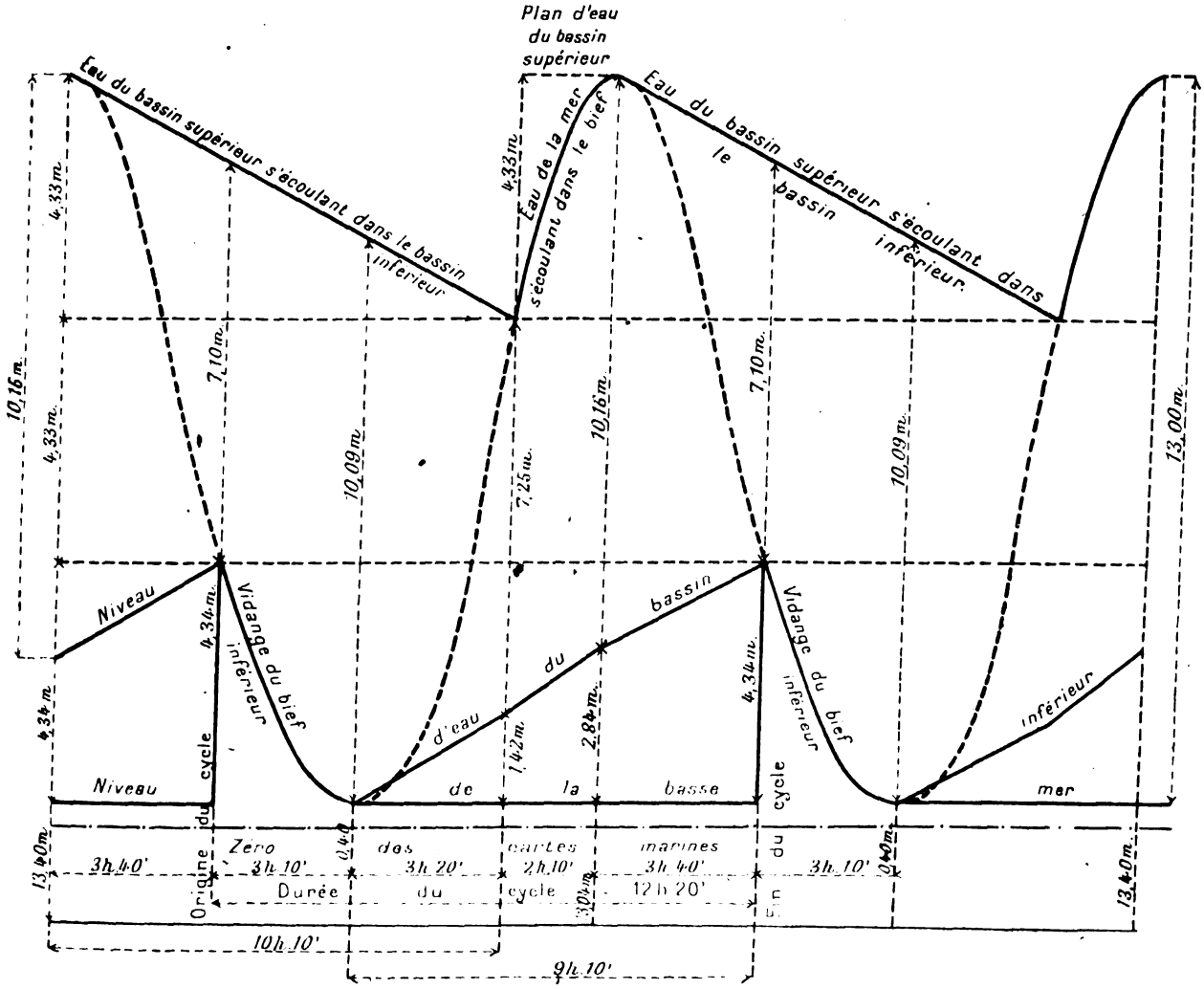


Fig. 39. — Diagramme du fonctionnement des bassins en vives eaux.

La puissance théorique étant de 52 070 ch, le rendement serait de $\frac{10\,488}{52\,070} = 0{,}2014$. Les systèmes précédemment étudiés ont donné 3 500 ch et 0,0672 ; 18 385 ch et 0,9292 ; 18 233 ch et 0,3501 ; enfin, dans le cas du cycle de la figure 36, 17 645 ch et 0,3389 comme rendement.

Variantes. — Le système Bélidor, Tallendeau, Decœur, etc., si intéressant pour arriver à régulariser la chute sous une hauteur constante, peut être modifié, soit en augmentant la superficie du bief par rapport au bassin de marée pour élever la chute, soit en augmentant le volume d'eau mis en action ; dans ce dernier cas, la chute varierait dans de plus grandes proportions, et de plus elle serait moins élevée ; cette dernière modification ne présentant pas grand intérêt, nous avons jugé inutile d'en établir le diagramme.

D'autre part, comme la chute est peu variable et que le rendement est peu élevé, il ne semblerait pas y avoir

Digitized by Google

grand intérêt à refouler de l'eau dans un réservoir spécial pour régulariser la chute à une hauteur minimum, comme nous l'avons étudié pour les deuxième et troisième systèmes (bassin avec bief et bassins travaillant un certain temps entre la pleine et la basse mer).

Résumé. — En résumé, le système à bassin supérieur et inférieur jouant le rôle de bief d'amont et d'aval préconisé en 1737 par Bélidor et de 1864 à 1890 par MM. Tallendeau, Descœur, etc., permettrait d'obtenir, dans la région de Saint-Malo, avec un bassin de marée de 100 hectares et un bief de 132,49 hectares fonctionnant suivant le cycle des figures 38 et 39 :

En mort d'eau :

Une puissance réelle, continue et moyenne de 1 070 ch.

En vives eaux :

Une puissance réelle, continue et moyenne de 10 488 ch.

Ou encore une puissance continue de 1 070 ch pour toutes les marées et une puissance croissant en sept jours et demi de 0 à 10 488 — 1 070 = 9 418 ch et décroissant de même.

Si l'on voulait obtenir une puissance continue et constante en mortes eaux, on ne pourrait recueillir que 1 070 × 0,83 = 890 ch environ.

En vives eaux, la puissance constante serait d'environ 10 488 × 0,88 = 9 230 ch.

Si, enfin, on régularisait la puissance pour toutes les marées, comme il a été étudié pour le système à bassin avec bief dix fois plus grand, la puissance constante qu'on obtiendrait serait d'environ 10 488 × 0,44 = 4600 ch.

2° Région de La Rochelle.

Fonctionnement. — Le bassin de marée aurait toujours 100 hectares et le bief 132,49 hectares.

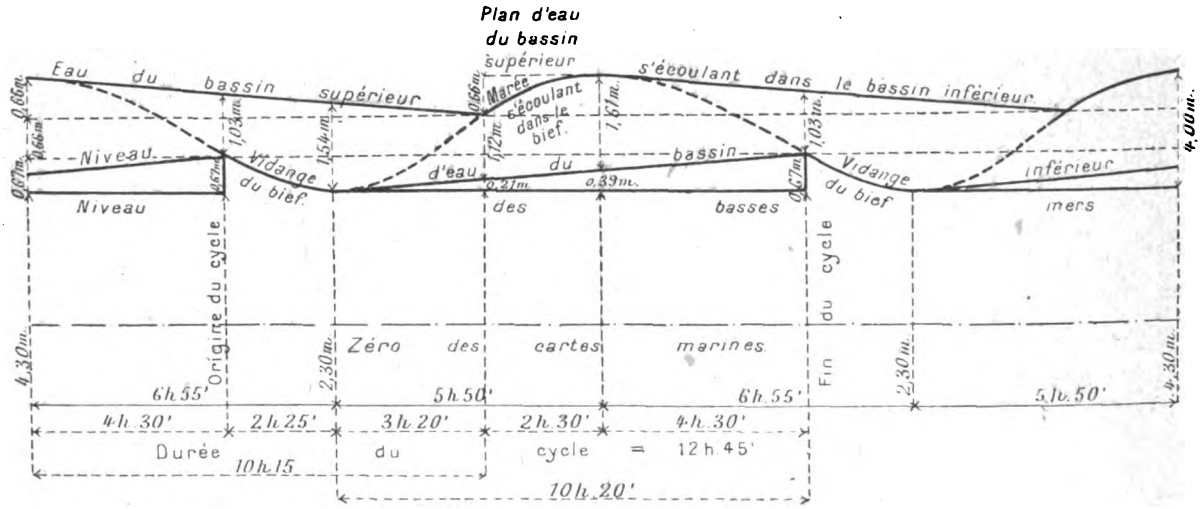


Fig. 40. — Diagramme du fonctionnement des bassins en mortes eaux.

L'écoulement de ce bassin serait réglé de telle sorte qu'il se viderait d'une hauteur d'eau égale au tiers de l'amplitude, soit 0,67 m (fig. 40).

A La Rochelle, le marnage en mort d'eau étant de 2 m seulement, le volume mis en action serait moitié moindre que pour les marées de mortes eaux de Saint Malo. Dès lors, la puissance réelle, continue et moyenne qu'on obtiendrait, la chute étant également moitié moindre, serait le quart de 1 070 ch, soit 265 ch en nombre rond, avec un rendement de 0,2213.

Le bassin aurait son fond à la cote (2,30 + 1,33) = (3,63).

En vives eaux, sous l'amplitude de 6 m, le cycle affecterait la forme de la figure 41.

La hauteur d'eau écoulée du bassin serait de 2 m et la puissance réelle, continue et moyenne qu'on recueillerait serait d'environ $10\,488 \times \frac{6^2}{13^2} = 2\,235$ ch, avec un rendement de 0,2014.

IX. — Système E. Maynard à turbines fonctionnant sous une hauteur de chute constante par puits d'équilibre et bassins régulateurs de niveau de la marée avec alimentation des turbines toujours dans le même sens.

Dans les cinq études précédentes, formant les chapitres IV à VIII, nous avons examiné les divers cycles de fonctionnement des bassins; leur nombre est de treize avec les variantes d'écoulement à la mer ou dans le bief. Selon la disposition des lieux et la superficie respective des bassins et des biefs, on adoptera le cycle d'écoulement le plus avantageux, tant sous le rapport du volume d'eau mis en œuvre par marée que sous celui de la hauteur moyenne de chute connue.

Fnoctionnement des turbines. — Cette hauteur de chute varie à tout instant. On peut faire fonctionner les turbines de cinq manières différentes.

Digitized by Google

1° Par les trois moyens connus suivants :

A. — Sous chute variable en faisant tourner les turbines à vitesse constante, au moyen de régulateurs de vitesse, en réduisant ou augmentant le débit par régulation, quand la chute s'accroît ou diminue.

B. — En faisant développer aux turbines sous vitesse et sous débit variables la même puissance.

C. — En laissant tourner les turbines à vitesse variable selon les fluctuations de la chute. Ce moyen permettrait de recueillir la puissance totale développée; toutefois, il ne semble pas devoir être recommandé pour obtenir la puissance nécessaire à l'usine.

2° Par les deux moyens nouveaux que nous proposons :

D. — Sous chute ou débit variable, mais à vitesse constante, en conjuguant, comme nous l'avons dit, chaque turbine avec une ou plusieurs pompes centrifuges, à débit variable et réglable par régulateur commandé sous l'effet des fluctuations de la chute ou du débit, refoulant de l'eau au moyen de la force motrice que produit la différence entre la chute réelle et la chute minimum admise pour la production d'une puissance constante disponible pour les besoins de l'usine, l'eau refoulée étant employée à relever la chute lorsqu'elle descend dans le cycle à une hauteur inférieure à la limite admise. La puissance développée à tout instant étant intégralement absorbée par le refoulement de l'eau et la puissance réservée à l'usine, la vitesse des turbines serait maintenue constante; seul l'effort sur l'arbre varierait. Le rendement de ces dernières serait un peu réduit, mais ce moyen

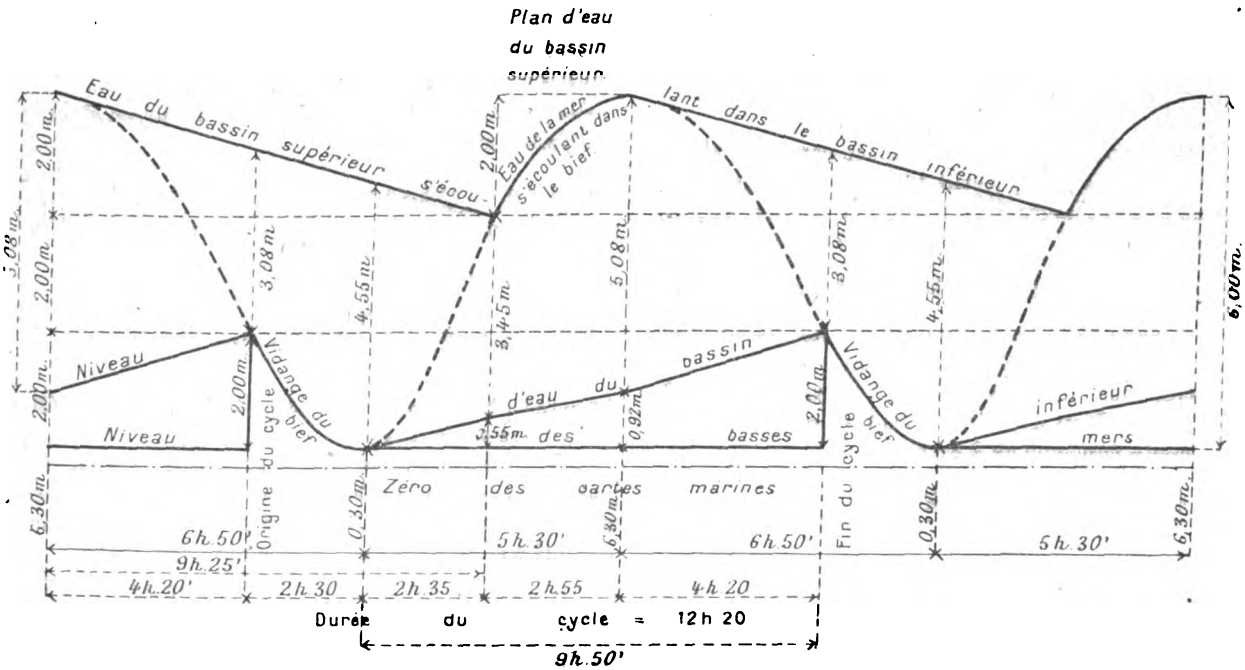


Fig. 41. — Diagramme du fonctionnement des bassins en vives eaux.

serait préférable aux précédents; il donnerait lieu à la perte d'une partie de la puissance employée à refouler l'eau; par contre, il permettrait de maintenir la chute à une hauteur minimum donnée et de produire, pendant toute la marée, une puissance constante élevée.

C'est ainsi que, pour le deuxième système à bassin avec bief dix fois plus grand, la puissance ainsi obtenue correspondrait en mortes eaux aux $\frac{2,00}{2,48}$ soit 0,80 environ de la puissance moyenne développée et, en vives eaux, aux $\frac{6,70}{8,04}$, soit 0,84 de cette même puissance.

Une variante de ce moyen pourrait être réalisée en partageant les turbines produisant la force motrice pour l'usine en deux ou trois groupes, par exemple : le premier fonctionnant sous une chute voisine de la hauteur maximum donnée par le cycle; le second, lorsque la chute aurait une hauteur moyenne; et le troisième, sous la chute minimum admise. De cette manière, la perte sur chaque hauteur de chute serait réduite; la moyenne obtenue se rapprocherait de la chute moyenne réelle, et le rendement serait plus élevé. Par contre, il faudrait augmenter le nombre des turbines.

E. — Enfin, sous chute constante : c'est évidemment l'idéal, mais il va sans dire que cette solution entraîne la réduction du rendement par suite de la hauteur perdue qui forme la différence entre la chute variable et la limite admise.

Pour réaliser cette condition pour le deuxième système (bassin avec bief dix fois plus grand), par exemple, la chute serait tout d'abord relevée au minimum de 2 m trouvé dans l'étude de ce système, par le refoulement des 970000 m³ d'eau nécessaires qui absorberait une puissance de 1 140 ch (voir ci-dessus), mais au lieu

Digitized by Google

de faire fonctionner toutes les turbines sous chute variable, on en affecterait un nombre déterminé à refouler exclusivement de l'eau sous la chute moyenne de 2,69 m qu'on obtiendrait en mort d'eau avec le secours de l'eau refoulée (voir deuxième système). Le volume total d'eau débité au cours de la marée par ces turbines serait de

$$\frac{1\,140 \times 270\,000}{1\,026 \times 2{,}69 \times 0{,}80} \times 12\text{ h }45' = 1\,777\,400\text{ m}^3.$$

Le volume total mis en œuvre étant 8 000 000 m³, y compris les 970 000 m³ d'eau refoulés par les turbines élévatoires, il resterait 8 000 000 — 1 777 400 = 6 222 600 m³ d'eau à utiliser sous chute constante pour développer la force motrice nécessaire à l'usine.

La différence de niveau admise étant de 2 m, la puissance constante développée serait de

$$\frac{6\,222\,600 \times 1\,026 \times 2{,}00 \times 0{,}80}{270\,000 \times 12\text{ h }45'} = 2\,950\text{ ch.}$$

Or, nous avons vu que la puissance constante qu'on pourrait obtenir en conjuguant toutes les turbines avec des pompes centrifuges était de 3815 ch; le rendement serait donc réduit (voir deuxième système) à $0{,}800 \times \frac{2{,}950}{3{,}815} = 0{,}6186$, par suite de la perte de hauteur résultant de la régularisation à 2 m de la chute. Néanmoins, ce rendement serait encore convenable.

En vives eaux, le même dispositif donnerait pour le volume total d'eau débité par les turbines élévatoires sous la chute moyenne de 8,87 m

$$\frac{13\,178 \times 270\,000 \times 12\text{ h }20'}{1\,026 \times 0{,}80 \times 8{,}87} = 6\,024\,700\text{ m}^3.$$

Le volume total mis en œuvre étant de 26 000 000 m³, il resterait 19 975 300 m³ d'eau à utiliser sous la chute constante de 6,70 m pour produire la force motrice nécessaire à l'usine. La puissance régulière développée serait donc de

$$\frac{19\,975\,300 \times 1\,026 \times 6{,}70 \times 0{,}80}{270\,000 \times 12\text{ h }20'} = 32\,985\text{ ch.}$$

Or, la puissance constante qu'on pourrait obtenir en conjuguant toutes les turbines avec des pompes centrifuges étant de 42 938 ch (voir deuxième système), le rendement serait réduit à

$$0{,}8246 \times \frac{32\,985}{42\,938} = 0{,}6335,$$

par suite de la fixation à 6,70 m de la hauteur de chute.

Pour tous les cycles des systèmes 1 à 4 inclus, on emploierait les mêmes moyens pour régulariser la chute.

Ces moyens permettraient donc de faire marcher les turbines motrices de l'usine sous chute constante pendant la durée d'une marée, mais cette chute varierait à chaque nouvelle marée. Comme en sept jours et demi il y a environ quatorze marées, la différence de l'une à l'autre serait de

$$\frac{6{,}70 - 2{,}00}{14} = 0{,}335\text{ m.}$$

Fonctionnement sous chute constante. — Des turbines peuvent bien s'accommoder d'une certaine variation de chute, mais dans une limite restreinte; en tout cas, la constance de la chute pendant toutes les marées ne serait pas réalisée.

Pour l'obtenir, deux moyens se présentent :

1° Considérer, pour le deuxième système étudié par exemple, la chute de 2 m en mortes eaux comme base, et faire fonctionner les turbines uniquement sous cette chute, malgré l'accroissement de l'amplitude des marées, en augmentant le nombre des appareils en service, au fur et à mesure de l'augmentation du volume d'eau à débiter.

Pour une marée de vives eaux, ce moyen donnerait une puissance égale à

$$\frac{19\,975\,300 \times 1\,026 \times 2{,}00 \times 0{,}80}{270\,000 \times 12\text{ h }20'} = \frac{32\,985 \times 2{,}00}{6{,}70} = 9\,850\text{ ch}$$

et un rendement de

$$0{,}8246 \times \frac{9\,850}{42\,938} = 0{,}1911\text{ seulement.}$$

La puissance développée passerait de 2950 ch à 9850 ch pendant le cycle lunaire.

2° Refouler et emmagasiner l'eau pour régulariser la puissance pour toutes les marées sans exception, comme nous l'avons précédemment indiqué. Un certain nombre de turbines élèveraient uniquement de l'eau en fonctionnant sous la chute moyenne du cycle des grandes marées et les autres turbines, qui produiraient la force motrice nécessaire à l'usine, marcheraient sous la chute constante minimum obtenue avec le secours de l'eau refoulée, en employant les moyens ci-dessus indiqués.

D'après ce que nous avons vu dans l'étude du deuxième système, on pourrait obtenir environ 21 000 ch constants avec un bassin de 100 hectares, un réservoir de 290,22 hectares creusé à la cote (7,23) et une annexe de 699,80 hectares ayant son fond à la cote (13,40).

Le volume total d'eau à élever à 11 m pour cette régularisation serait de 25 191 650 m³, et l'énergie totale à employer en sept marées et demie serait de 1 316 264 ch-h (voir deuxième système).

Pour produire ces 1 316 264 ch-h sous la chute moyenne des cycles, soit

$$\frac{\frac{2{,}48 + 8{,}04}{2} + 8\,04}{2} = 6{,}65\text{ m,}$$

les turbines devraient écouler en totalité

$$\frac{1\,316\,264 \times 270\,000}{1\,026 \times 6{,}65 \times 0{,}80} = 65\,110\,000\text{ m}^3$$

Digitized by Google

au cours de sept marées et demie. Ces dernières mettraient en jeu un volume total d'eau de (voir ci-dessus)

$$\frac{8{,}85\times 2+13{,}00\times 2}{2}\times 1\,000\,000\times 7{,}5=163\,875\,000\ \text{m}^3.$$

Il resterait donc $163\,875\,000 - 65\,110\,000\ \text{m}^3 = 98\,765\,000\ \text{m}^3$ pour produire la puissance constante de l'usine, soit

$$\frac{88\,765\,000}{7{,}5}=14\,168\,670\ \text{m}^3 \text{ par marée.}$$

D'après les résultats de la régularisation de la chute par marée, on peut admettre que la chute constante réalisée pour toutes les marées serait d'environ

$$\frac{\frac{2{,}00+6{,}70}{2}+6{,}70}{2}=5{,}50\ \text{m.}$$

Les 9 765 000 m³ d'eau disponibles, utilisés sous cette chute, produiraient donc une puissance de

$$\frac{98\,765\,000\times 1\,026\times 5{,}50\times 0{,}80}{270\,000\times 7{,}5\times 12\text{ h }20'}=17\,710\ \text{ch,}$$

au lieu des 21 000 ch développés orsque les turbines sont conjuguées avec des pompes centrifuges refoulant de l'eau, par suite de la réduction de la hauteur de chute.

Le rendement qui était de 0,8606 (voir 2e système) par rapport à la puissance théorique moyenne de toutes les marées, serait de

$$0{,}8606\times\frac{17\,710}{21\,000}=0{,}7257,$$

c'est-à-dire encore très suffisant.

On peut vérifier que les résultats ainsi obtenus correspondent à la réalité, en remarquant que, pour une marée de 8,85 m (voir 2e système), l'énergie disponible pour élever l'eau est de $(22\,600 - 17\,710)\times 12\text{ h }32' = 61\,286$ ch-h qui, pour être produits, exigeraient le passage au travers des turbines, d'un volume d'eau de

$$\frac{61\,286\times 270\,000}{1\,026\times\frac{2{,}48+8{,}04}{2}}\times 0{,}80=3\,839\,300\ \text{m}^3.$$

Or, pour une marée de 8,85 m, le volume mis en œuvre serait de 17 700 000 m³ ; il resterait donc $17\,700000 - 3\,839\,300 = 13\,860\,700$ m³ pour développer la puissance constante de 17 710 ch trouvée ci-dessus, soit $13\,860\,700 - 13\,168\,670 = 692\,030$ m³ de plus que le volume nécessaire.

Pour le cinquième système, dit à bassin supérieur et inférieur, la régularisation de la chute sous hauteur constante serait très facile ; en effet, elle varie seulement de 0,53 *H* à 0,80 *H* environ, soit, pour une marée de 4 m, de 2,12 m à 3,20 m. En adoptant 2,10 m, la puissance développée par marée serait de (voir 5e système)

$$\frac{1\,680\,000\times 1\,026\times 2{,}10\times 0{,}80}{12\text{ h }45'\times 270\,000}=842\ \text{ch,}$$

au lieu des 1 070 ch obtenus avec la chute moyenne de 2,67. Le rendement ne serait plus que de

$$0{,}2243\times\frac{842}{1\,070}=0{,}1764.$$

Pour les vives eaux, la chute varierait de 7,10 m à 10,16 m. En adoptant 7,10 m comme chute constante, la puissance développée serait de

$$\frac{5\,750\,000\times 1\,026\times 7{,}10\times 0{,}80}{12\text{ h }20'\times 270\,000}=8\,610\ \text{ch,}$$

au lieu de 10 488 ch et le rendement serait de

$$0{,}2014\times\frac{8\,610}{10\,488}=0{,}1653.$$

Une chute constante serait ainsi obtenue par marée, mais pour réaliser cette condition pour toutes les marées du cycle lunaire, il faudrait recourir aux deux moyens précédemment indiqués.

Installation des turbines. — Ceci posé, nous indiquons ci-après les moyens d'alimenter les turbines toujours dans le même sens, de les installer, d'obtenir une chute constante, et de maintenir les eaux de la marée à un niveau constant malgré le ressac et les vagues.

Les figures 42 et 43 représentent schématiquement les dispositions qui peuvent être adoptées ; les turbines y sont représentées en a.

Ainsi qu'on l'a vu par les cycles, le sens de l'écoulement des eaux de la mer et des bassins change en flot et en jusant. Or, les turbines ne peuvent fonctionner que dans un sens ; il faut donc les disposer, ainsi que leurs conduites d'amenée d et e et de fuite f et g (fig. 42), de telle sorte que les eaux alimentant les turbines leur arrivent, malgré l'inversion du courant, toujours dans le même sens. A cet effet, les turbines a pourraient être placées à 8,00 m au plus, selon l'amplitude de la marée au lieu considéré, au-dessus du niveau des basses mers (fig. 43).

Du côté amont de la turbine partirait alors une conduite h (fig. 42), qui se diviserait en deux branches d'amenée d et e, dont l'une d, déboucherait dans la mer en o, et l'autre e, dans le bassin en p, au niveau des basses mers. Chacune de ces branches porterait une vanne j, commandée mécaniquement et manœuvrée de manière à faire arriver l'eau dans la turbine a tantôt de la mer, représentée en k tantôt du bassin figuré en l, et à l'écouler inversement dans le bief représenté en q par le trajet en croix o, d, h, i, f, r, ou dans la mer k, par le trajet p, e, h, i, g, s. Du côté aval de la turbine, partirait en effet le tuyau de fuite i qui se diviserait en deux

Digitized by Google

branches f et g pour écouler les eaux ayant traversé la turbine a, soit dans le bief q, soit dans la mer k, au moyen des vannes u et t. On pourrait enfin écouler les eaux du bassin dans le bief par le trajet direct p,e,h,i,f,r.

Dans le cas où le cycle adopté permettrait d'écouler à la fois les eaux dans le bief et dans le bassin, après l'abaissement du plan d'eau ou la vidange de ce dernier, un troisième tuyau de fuite, muni d'une vanne représentée en v (fig. 42), permettrait de réaliser cet écoulement.

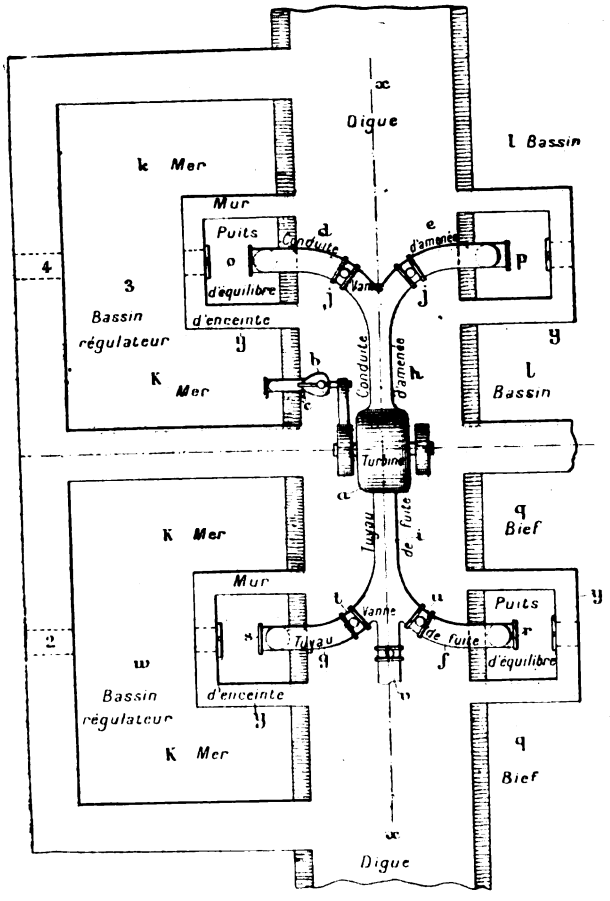


Fig. 42 — Installation permettant d'alimenter les turbines toujours dans le même sens.

Enfin si l'alimentation de la turbine se faisait par deux ou plusieurs bassins, des tuyaux d'amenée supplémentaires seraient jonctionnés sur la conduite h.

Chaque turbine serait ainsi placée au sommet d'une sorte de siphon à amorçage mécanique. Les orifices des conduites d'amenée o et p, et de fuite r et s, seraient munis de grillages amovibles et au besoin de clapets appropriés pour éviter l'introduction de corps étrangers dans les turbines et permettre l'amorçage facile du siphon.

Cette disposition des turbines n'est pas obligatoire. Les turbines pourraient, en effet, être placées à un niveau quelconque entre les basses mers et la hauteur maximum de 8,00 m ci-dessus indiquée, à condition de les placer dans des puits, la disposition en croix des tuyaux d'amenée et de fuite restant la même que ci-dessus. Les conduites d'amenée et de fuite peuvent être en métal, en maçonnerie, en béton armé, etc. Enfin, si la marée avait, comme à Saint-Malo, une amplitude supérieure à 8,00 m, les turbines seraient placées à ce niveau dans un puits étanche, ménagé dans le barrage x (fig. 42 et 43). Les dispositions indiquées schématiquement pour une turbine, seraient simplifiées pour une batterie de ces appareils, en les jonctionnant tous sur une conduite principale d'amenée et une de fuite.

Nous avons vu que la chute produite pour l'écoulement des eaux variait à tout instant et qu'il était préférable de réaliser une hauteur de chute constante pour le fonctionnement régulier des turbines. Pour arriver à ce résultat, nous avons imaginé le moyen suivant : les conduites d'amenée d et e (fig. 42) des eaux de mer aux turbines, et de fuite f et g, telles qu'elles viennent d'être décrites, déboucheraient en o et p dans un petit bassin ou puits d'équilibre, de dimensions déterminées selon le débit des turbines, ayant son fond au niveau des plus basses mers et dont les murs d'enceinte y s'élèveraient au-dessus des plus hautes mers.

Le plan d'eau dans ce puits régulateur serait constamment maintenu à un niveau inférieur au plan d'eau du bassin alimentant les turbines ou de la marée, quand elle les alimenterait, de la hauteur exacte H (fig. 43), adoptée pour la chute constante. Pour que cette condition soit constamment réalisée, la paroi du puits d'équilibre serait munie d'une vanne z, dont l'ouverture et la fermeture seraient commandées par un régulateur à flotteur ou par tout autre système de régulateur mis en action par l'usine. Le plan d'eau dans le puits d'équilibre varierait donc exactement comme celui du bassin alimentaire et de la marée ; dès lors, la hauteur de chute serait maintenue rigoureusement constante, et le débit serait toujours le même.

Les eaux de la mer étant souvent agitées, il se produit contre les parois des digues d'enceinte un violent ressac qui a pour effet d'amener des dénivellations considérables et presque instantanées dans le niveau de la mer ; si donc les tuyaux de fuite des turbines débouchaient directement dans la mer, il se produirait des variations considérables dans la hauteur de chute et le courant pourrait même changer de sens en occasionnant des coups de bélier dans les turbines. C'est pour supprimer ce grave inconvénient que nous avons imaginé d'écouler les eaux des turbines venant du puits d'équilibre dans un petit bassin w régulateur de niveau, ne communiquant avec la mer que par un orifice de dimensions réduites 2 (fig. 42 et 43), placé au niveau des basses mers. De cette manière, une sorte de marche de hauteur variable M entre les niveaux de la mer et du bassin régulateur se trouverait réalisée, et le plan d'eau de ce dernier ne subirait que quelques oscillations de très petite amplitude, sous l'effet du ressac le plus violent ou des vagues les plus fortes. Cette différence M représente à tout moment la perte de hauteur due à la régularisation de la chute.

Digitized by Google

De même, pour maintenir constant le niveau de la marée alimentant les turbines, la conduite d'amenée d déboucherait en o dans un puits d'équilibre, et ce dernier dans un bassin régulateur de niveau figuré par le chiffre 3, communiquant par un orifice étroit 4 avec la mer, et en tout semblable au bassin de fuite w, de manière à éviter les variations de niveau dues aux vagues et au ressac.

Conclusions. — Par les moyens indiqués ci-dessus: emploi de cycles divers de fonctionnement des biefs et bassins, et d'écoulement des eaux; régularisation par accumulation hydraulique de la chute variable produite par les cycles sous une hauteur minimum déterminée; refoulement automatique d'eau par des pompes centrifuges conjuguées directement ou indirectement avec chaque turbine, pour régulariser la hauteur de chute et la puissance; dispositif d'alimentation des turbines toujours dans le même sens, malgré l'inversion des courants de l'eau à écouler par ces appareils; emploi de puits d'équilibre pour obtenir une hauteur de chute constante pendant chaque marée, et pour toutes les marées d'un cycle lunaire; emploi de bassins régulateurs de niveau intermédiaires pour supprimer les effets de dénivellation du ressac et des vagues sur la hauteur de chute, et enfin régularisation de la puissance et de la chute pour toutes les marées du cycle lunaire; le problème du captage et de l'utilisation de la force motrice des marées se trouve entièrement résolu, et ce résultat peut être obtenu par des appareils exigeant peu

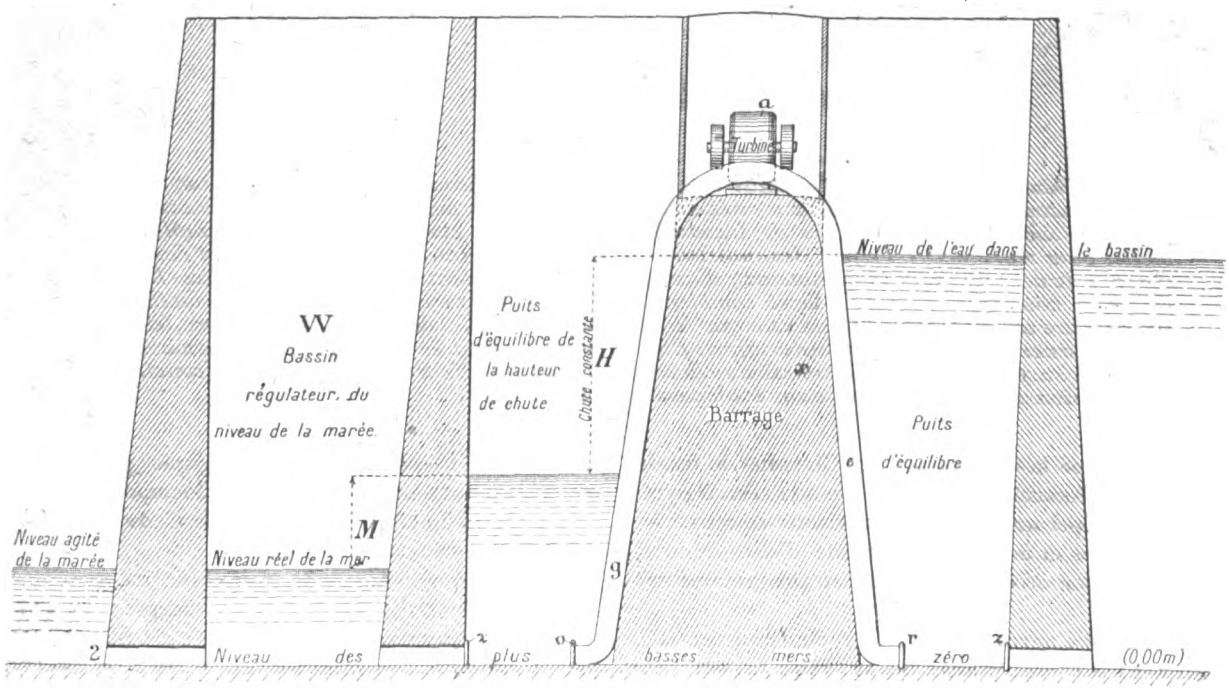


Fig. 43. — Installation permettant d'alimenter les turbines toujours dans le même sens.

de personnel, fonctionnant automatiquement et commandés par l'énergie provenant de l'usine même.

Ces divers procédés ou moyens, conçus par l'auteur depuis 1908, ont fait l'objet d'un brevet pris le 19 février 1918; l'historique de la question se trouve donc complété à ce jour.

Nous arrêterons ainsi l'étude des moyens divers à employer pour le captage et l'utilisation de la puissance des marées, dont les résultats sont condensés dans le tableau ci-après. On remarquera que nous n'avons pas parlé de l'emploi des accumulateurs électriques qui ont été préconisés à divers reprises; la raison en est que ces appareils sont très coûteux, délicats, d'une durée limitée, d'un rendement variable, et qu'ils peuvent se décharger ou perdre une partie de l'énergie emmagasinée dans certaines circonstances; enfin parce qu'ils ne peuvent accumuler qu'une énergie restreinte, à moins de leur donner des dimensions considérables, alors qu'il faut pouvoir, au contraire, disposer d'une réserve d'énergie importante pour faire face aux variations de puissance qui se produisent au cours des marées.

Ces appareils ne peuvent, à notre avis, être utilisés que pour de petites installations. Il vaut mieux, croyons-nous, recourir à l'accumulation hydraulique en utilisant les dépressions de terrains, chaque fois que ce sera possible; on obtiendra ainsi une utilisation plus complète de la puissance développée au cours des marées, et un rendement plus grand, avec des frais d'entretien moindres.

Nous laisserons également de côté l'étude des divers types de turbines pour basses chutes, car presque tous peuvent être adoptés, notre but étant seulement de montrer qu'il est possible, par des procédés simples, de capter et d'utiliser la force motrice des marées sur les côtes de France, et d'indiquer les moyens à employer pour atteindre ce but, et les résultats qu'ils peuvent donner.

Digitized by Google

Nous ferons seulement une remarque importante au sujet de ces turbines : c'est que tous leurs organes appelés à subir le contact de l'eau de mer devront être en cuivre ou en bronze, seuls métal et alliage qui résistent à l'action corrosive de l'eau de mer. La fonte et le fer sont en effet très rapidement et profondément attaqués par cette eau et par l'air salin des bords de la mer.

Cette condition aura malheureusement pour effet d'augmenter notablement le prix des turbines et de majorer les frais d'établissement et d'amortissement de l'usine, mais elle ne peut être éludée.

Enfin, nous terminerons en formant le vœu que pour cette œuvre nationale si importante pour notre pays qu'est le captage et l'utilisation de la puissance des marées, les intéressés aient recours à l'industrie française pour l'installation des usines hydro-électriques à créer, contrairement à ce qui s'est souvent produit pour l'aménagement des hautes chutes des Alpes et des Pyrénées, car il ne manque pas dans la région de Paris, des Vosges, de Grenoble, de Lyon, etc., d'habiles constructeurs de turbines de tous systèmes et autres appareils d'hydraulique utilisés par ces usines, ainsi que de génératrices et d'appareils électriques de tous genres.

(A suivre.)

E. MAYNARD,
Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment Ingénieur du Service maritime à La Rochelle et à Saint-Nazaire.

Oscillations des locomotives électriques

Le problème de la traction à grande vitesse est loin d'être complètement résolu tant au point de vue électrique qu'au point de vue mécanique. A ce dernier point de vue, les idées sont assez partagées chez les constructeurs de locomotives électriques : certains persistent à employer des bielles pour transmettre l'effort des moteurs aux roues; d'autres acceptent seulement des bielles d'accouplement entre essieux moteurs; d'autres enfin suppriment totalement les bielles. L'auteur de cette note, après avoir indiqué combien il est peu logique de passer par des bielles pour transmettre un couple continu, montre que la présence des bielles donne naissance dans les différentes parties de la locomotive à des efforts périodiques susceptibles de provoquer des mouvements du poids suspendu et des vibrations du châssis pouvant devenir très importantes. Il conclut à la suppression totale des bielles dans les locomotives électriques.

Lorsqu'en 1908 la Compagnie des Chemins de fer du Midi décida d'électrifier une partie de son réseau pyrénéen, elle fit appel aux principales maisons de constructions électriques et demanda à chacune d'elles de construire une locomotive répondant au programme suivant :

La locomotive devra être capable de démarrer et de remorquer, sur une rampe de 11 mm : m, un train atteignant le poids de 400 t (locomotive non comprise); la charge de ce train étant ramenée à 280 t, il devra être remorqué à une vitesse d'au moins 40 km : h. Sur le même profil de 11 mm : m, un train de 100 t (locomotive non comprise) pourra être remorqué à la vitesse de 60 km : h.

Comme on le voit, aucune condition ne fut imposée pour le mode de transmission mécanique de la puissance des moteurs électriques aux roues.

Aussi, les solutions de cette partie du problème furent-elles très différentes et permirent, pendant les essais officiels des 6 locomotives présentées et pendant plusieurs années de service des 3 locomotives reçues, de se faire une idée assez exacte des avantages et des inconvénients de chaque système. Comme la question est encore, croyons-nous, assez discutée, nous allons étudier chacun des différents types, analyser les efforts en jeu et en déduire les conséquences sur les mouvements de la locomotive. Nous ferons ensuite appel à l'expérience pour confirmer nos déductions et nous chercherons la solution la plus logique pour éviter les troubles constatés sur nombre de locomotives.

On peut admettre que le couple C du moteur électrique est constant.

Comme la résistance du train sur un profil donné est également constante, on est surpris au premier abord de ne pas voir l'induit du moteur calé sur l'essieu. Cette solution très simple fut rejetée au début de l'emploi des moteurs électriques pour la traction parce qu'on ne savait pas faire de moteurs lents, puis, plus tard, parce que les réactions de la voie aux vitesses importantes fatiguaient l'induit et les inducteurs non suspendus. (1) La prévention qu'avaient les constructeurs contre les engrenages devant transmettre une puissance importante d'une part, contre l'emploi de l'essieu creux entourant l'essieu moteur et entraînant ce dernier, d'autre part, les conduisirent à préférer, pour les fortes puissances, la transmission par bielles,

(1) On adopta alors pour les puissances modérées la réduction de vitesse par engrenages en disposant le moteur de telle façon que les réactions verticales dues à la voie se transmettent le moins possible au moteur. Pour certaines locomotives américaines, toutes récentes, on est revenu au calage de l'induit sur l'essieu moteur, mais ces locomotives sont uniquement destinées, croyons-nous, à la traction des trains lourds à petite vitesse, car, aux grandes vitesses, ce système ne saurait être pratique que si la voie était remarquablement éclissée et entretenue d'une façon parfaite.

Digitized by Google

avec des solutions quelquefois très ingénieuses d'ailleurs.

Le nombre de ces solutions est assez grand. Nous nous bornerons pour l'instant à étudier celles qui ont été adoptées sur les 6 machines présentées à la Compagnie du Midi, les autres pouvant rentrer assez aisément dans l'une ou l'autre de ces solutions,

Nous les répartirons en 3 classes différentes :

1° *Les locomotives à transmission par bielles* (Thomson-Houston, A. E. G., Schneider), dans lesquelles les moteurs actionnent directement au moyen de bielles inclinées un faux essieu placé dans le plan moyen des essieux moteurs, lequel faux essieu est relié aux essieux moteurs par des bielles d'accouplement ordinaires.

2° *Les locomotives que nous appellerons à transmission par glissières verticales* (Brown-Boveri, Westinghouse), dans lesquelles les deux manivelles des moteurs, accouplées entre elles, entraînent dans un mouvement de translation circulaire un système rigide portant une glissière verticale, laquelle agit sur le bouton d'un essieu moteur, ou bien dans lesquelles les 2 moteurs agissent par engrenages sur 2 faux essieux qui entraînent dans une translation circulaire le système rigide à glissière verticale.

3° *Les locomotives à engrenages* (Jeumont), dans lesquelles chaque moteur agit par engrenage sur un faux essieu tubulaire concentrique à l'essieu. Ce faux essieu est lié à l'essieu moteur par un organe permettant les déplacements que les inégalités de la voie imposent à ce dernier.

Dans tout ce qui suit, nous supposerons que les machines à 3 essieux moteurs et 2 bissels sont symétriques au point de vue de la suspension, c'est-à-dire que le centre de gravité est à l'aplomb de l'essieu milieu et que tous les poids et les essieux sont symétriques par rapport au plan transversal passant par le centre de gravité.

De la discontinuité des efforts dans la transmission du mouvement par bielles ou par glissières. — Étudions d'abord, dans les conditions de construction actuellement adoptées, la loi de transmission des efforts de l'arbre moteur à chacun des côtés droit et gauche de la locomotive.

Première classe. — Les locomotives à bielles et faux essieux sont généralement équipées comme suit :

L'arbre du moteur électrique porte, à chacune de ses extrémités, une manivelle de rayon r reliée par la bielle motrice à une manivelle parallèle et identique, calée sur le faux essieu. Les manivelles droite et gauche sont calées à 90° l'une de l'autre afin d'éviter les points morts et les arc-boutements.

Supposons l'arbre du moteur pratiquement indéformable ; supposons également les bielles indéformables ; admettons d'autre part des jeux non négligeables (2 à 3 dixièmes de millimètre par articulation), et sensiblement égaux pour toutes les articulations ; en d'autres termes, plaçons-nous dans les conditions, de la pratique. Etudions les conditions de la transmission du mouvement de l'arbre O au faux essieu O' (fig 1).

Traçons en traits pleins le mécanisme de droite (bielles et manivelles AB, OA et O'B) de la locomotive et en pointillé le mécanisme de gauche (A'B', OA' O'B').

Soit α l'angle de la manivelle de droite OA avec la

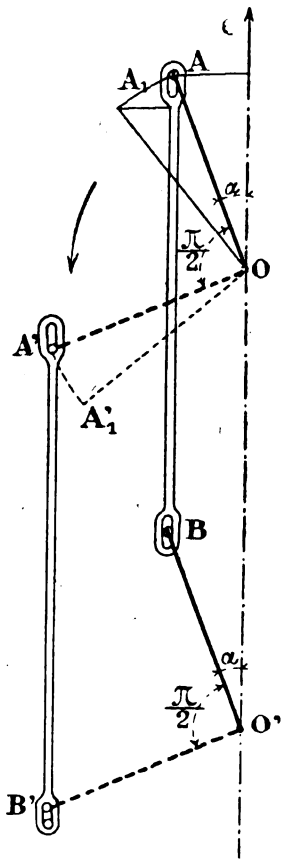


Fig. 1. — Transmission d'un mouvement circulaire au moyen de deux manivelles calées à 90°.

droite O'O dirigée vers le haut. Donnons à l'ensemble une rotation élémentaire $\Delta\alpha$.

A vient en A_1 et descend d'une quantité

$$\Delta z = r\,\Delta\alpha \sin\alpha.$$

A' vient en A'_1 et descend d'une quantité

$$\Delta z' = r\,\Delta\alpha \cos\alpha.$$

Par suite des jeux verticaux admis dans les articulations, une seule des 2 bielles transmet du travail, c'est celle pour laquelle le Δz est le plus grand en valeur absolue. C'est la bielle de droite OA si $\Delta z > \Delta z'$, c'est-à-dire si

$$r\Delta\alpha \sin\alpha > r\Delta\alpha \cos\alpha,$$
$$|\sin\alpha| > |\cos\alpha|,$$
$$\operatorname{tg}\alpha > 1 \quad \text{et} \quad \operatorname{tg}\alpha < -1,$$

ou bien α compris entre $\frac{\pi}{4}$ et $\frac{3\pi}{4}$ et α compris entre $\frac{3\pi}{4}$ et $\frac{7\pi}{4}$.

Digitized by Google

On voit donc que les manivelles ne sont motrices que lorsqu'elles se trouvent dans l'un des secteurs hachurés de la figure ci-contre (fig. 2). Dans les secteurs blancs, elles ne transmettent aucun effort. Et comme les deux manivelles sont calées à 90°, on voit qu'il n'y a jamais

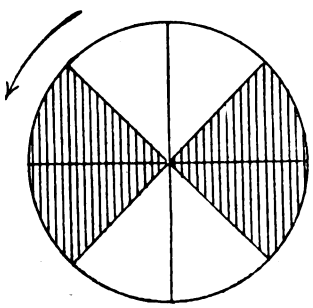


Fig. 2.

qu'une seule manivelle en action; enfin, lorsqu'une manivelle est dans le secteur de gauche la bielle travaille à la compression, lorsqu'elle est dans le secteur de droite la bielle travaille à la traction.

Le moteur transmet donc alternativement son couple à la manivelle de droite, puis à la manivelle de gauche, le changement s'effectuant quatre fois par tour. Si le couple moteur est constant et si on suppose la vitesse constante, l'effort sur une des bielles est donné par l'expression

$$F = \frac{C}{r \sin \alpha},$$

C, étant le couple moteur; r, le rayon de la manivelle.

Si on tient compte de ce qui précède et si on considère comme positifs les efforts de compression, et négatifs les efforts de traction, on peut représenter l'effort sur une bielle par la courbe ci-dessous (fig 3). Si on

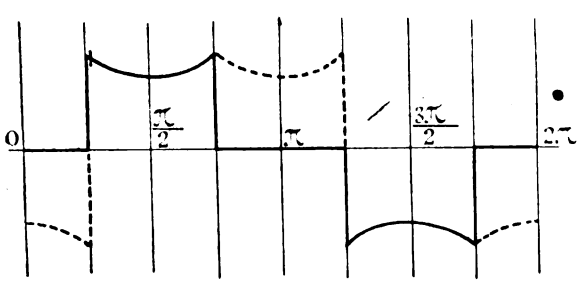


Fig. 3. — Diagramme des efforts sur les deux bielles motrices (calées à 90°) d'un même moteur à couple constant.

superpose en pointillé sur la figure les efforts sur l'autre bielle, on a une courbe finale qui représente les efforts sur l'ensemble des deux bielles.

Le moment appliqué au faux essieu s'obtient (fig. 4) en multipliant par $r \sin \alpha$ les efforts de compression et par $- r \sin \alpha$ les efforts de traction. Le moment est donc constant et égal au couple moteur.

En pratique, les bielles se déforment légèrement; il en résulte que le passage de l'effort d'une bielle sur l'autre ne s'effectue pas brusquement lorsque $\alpha = 45°$, mais

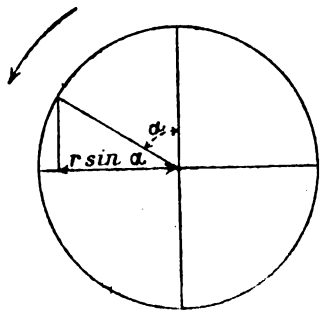


Fig. 4.

bien progressivement dans un petit secteur de quelques degrés chevauchant autour de la direction $\alpha = 45°$.

Les efforts sont donc représentés en réalité par une courbe de la forme ci-dessous (fig. 5) dans laquelle nous

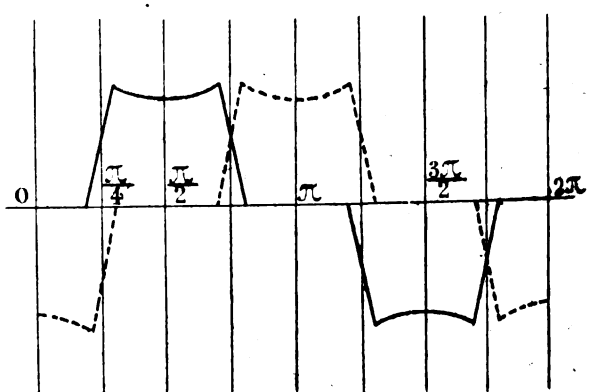


Fig. 5. — Diagramme des efforts appliqués aux bielles motrices en tenant compte de l'élasticité de ces bielles.

avons exagéré l'effet de la déformation pour le rendre plus apparent.

Dans tout ce qui va suivre nous admettrons que la déformation des bielles est suffisamment faible pour ne pas modifier la courbe des efforts. Nous avons vérifié expérimentalement la variation des efforts sur une bielle en utilisant un appareil imaginé par M. Raclot, ingénieur en chef de la Marine. Cet appareil est constitué de la façon suivante :

Aux points A et B d'un axe XX' suivant lequel on veut mesurer les déformations (fig. 6), on fixe les extré-

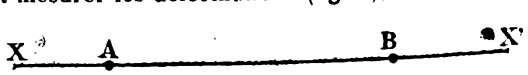


Fig. 6.

mités de deux lames d'acier ADB, AFB de 200 mm environ de longueur.

La distance AB = L (fig. 7) est réglée de telle ma-

Digitized by Google

nière que la flèche DF = f soit de quelques millimètres lorsque la bielle ne supporte aucun effort de traction ou de compression.

Dans ces conditions, si la distance AB varie d'une quantité ΔL, la flèche f varie de Δf tel que $\Delta f = \Delta L \frac{L}{f}$ approximativement.

Si donc f est égal à 5 mm, la variation de f est 40 fois

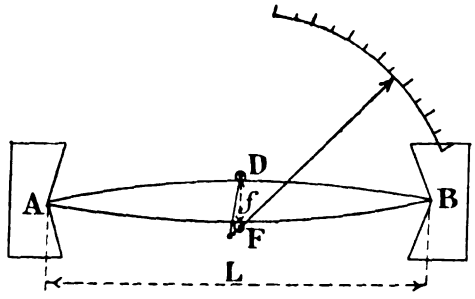


Fig. 7. — Appareil Raclot permettant de déterminer la fatigue locale des matériaux élastiques.

plus grande que celle de AB, et si on amplifie la variation de DF au moyen d'une aiguille à rapport de bras de levier $2f$, on obtient une amplification de 1 000. Cet appareil, extrêmement sensible, est trop peu connu à notre avis.

Deuxième classe. — Ce que nous venons de dire sur la discontinuité de l'effort de chaque bielle s'applique également au cas où le mouvement est transmis par glissière verticale.

Les manivelles motrices étant comme précédemment calées à 90°, il est aisé de voir qu'un seul des tourillons a son coussinet en contact avec sa glissière et que le contact n'a lieu que lorsque la manivelle se trouve dans un des secteurs ombrés (fig. 8). L'effort sur chaque ma-

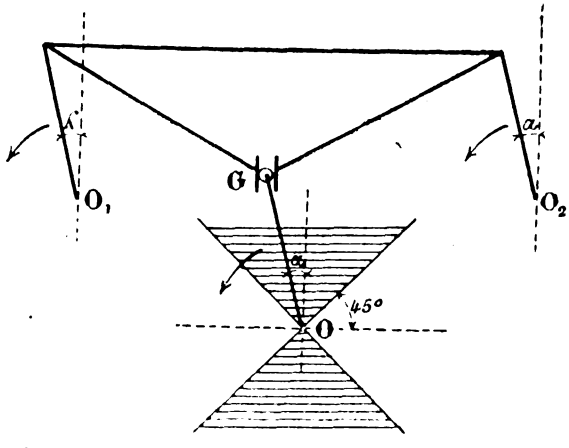


Fig. 8. — Zone de travail d'une bielle à glissière verticale.

nivelle droite et gauche est donc encore discontinu et passe de l'une à l'autre quatre fois par tour de roue.

Il n'en serait plus de même si les bielles étaient commandées chacune par un moteur différent ou bien si, entre l'arbre du moteur unique et chaque bielle, il existait un organe élastique répartissant le travail entre les deux boutons de manivelle. Ce lien élastique aurait d'ailleurs une influence salutaire sur laquelle nous aurons l'occasion de revenir.

Troisième classe. — Lorsqu'il y a autant de moteurs que d'essieux moteurs et que la transmission se fait par un engrenage à chaque essieu moteur, le couple transmis aux essieux est toujours identique à lui-même tant que le couple moteur ne change pas.

Si le couple est transmis par engrenages à un seul essieu moteur réuni aux autres par des bielles d'accouplement, cet essieu reçoit une puissance constante, mais il en transmet une partie tantôt aux roues de droite, tantôt aux roues de gauche, le changement se faisant quatre fois par tour, comme nous l'avons indiqué.

Répercussion des efforts moteurs sur les mouvements du poids suspendu. — Cela posé, examinons par quels moyens les constructeurs ont cherché à rendre le poids suspendu indépendant des efforts transmis aux essieux par les moteurs. Il semble qu'ils se soient préoccupés principalement des efforts verticaux, car si, dans la transmission par bielle, il existe un faux essieu solidaire du poids suspendu et destiné contrebalancer tous les efforts exercés par la bielle (composantes horizontale et verticale), dans la transmission par glissière verticale, au contraire, les efforts verticaux sont bien supprimés par le jeu artificiel dû à la glissière (aux forces de frottement près), mais les efforts horizontaux subsistent en entier et donnent naissance à des couples que nous étudierons.

D'ailleurs, dans les locomotives à bielles, les efforts appliqués au tourillon moteur et transmis par les bielles au faux essieu ne sont rigoureusement équilibrés par les réactions du faux essieu (l'ensemble se réduisant alors à des forces intérieures) que si les trois conditions suivantes sont remplies :

1° La résultante des forces d'inertie est nulle;

2° Il n'y a pas de percussions au moment des changements de portage des soies dans les coussinets;

3° Le châssis est indéformable.

La première condition est généralement remplie, car tous les points mobiles du système étant animés d'un mouvement circulaire, il est facile d'équilibrer exactement les forces d'inertie au moyen de contrepoids.

La deuxième condition ne eut être réalisée, il y a toujours des petits chocs aux changements de portage.

La troisième condition n'est généralement pas remplie et c'est l'élasticité du châssis jointe aux changements de portage qui, à notre avis, donne lieu à la plupart des mouvements et incidents constatés sur les locomotives à bielles.

Avant d'entrer dans l'étude détaillée des diverses locomotives, examinons un cas très simple et dont nous n'aurons qu'à appliquer les conclusions aux cas plus complexes examinés tout à l'heure.

Digitized by Google

Une masse M est portée par un ressort de raideur K, ou de flexibilité $= \frac{1}{K}$ (fig. 9).

La masse M est divisée en deux parties, l'une m' repose directement sur le ressort, l'autre m est placée sur la même verticale et est reliée à m' par un mécanisme qui impose à ces deux masses m et m' un écartement vibratoire répondant à la loi

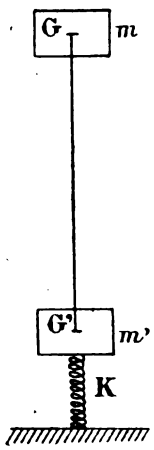


Fig. 9.

$$h = H + \varepsilon \sin \omega t,$$

ε étant très petit par rapport à H supposé constant.

Etudions le mouvement de la masse m' par exemple.

Soit z la flèche statique du ressort lorsque les deux masses m et m' sont au repos.

Prenons pour axe des z la droite verticale dirigée vers le bas passant par les deux centres de gravité des masses m et m' et pour origine la position du centre de gravité de m' lorsque m et m' sont au repos.

Nous avons dit que la distance G G' était égale à $H + \varepsilon \sin \omega t$.

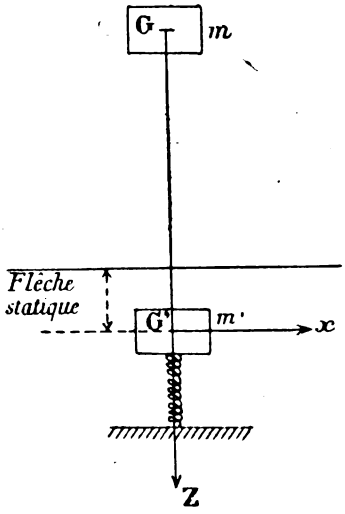


Fig. 10.

On a donc pour le point G (masse m) (fig. 10) :

Ordonnée $z - H - \varepsilon \sin \omega t$,

Vitesse $\frac{dz}{dt} - \varepsilon \omega \cos \omega t$,

Accélération $\frac{d^2z}{dt^2} + \varepsilon \omega^2 \sin \omega t$,

et pour G' (masse m').

Ordonnée, z

Vitesse $\frac{dz}{dt}$.

Accélération $\frac{d^2z}{dt^2}$.

L'équation différentielle du mouvement de m' est donc

$$-m'\frac{d^2z}{dt^2} - K\left(\frac{Mg}{K} + z\right) + Mg - m\left(\frac{d^2z}{dt^2} + \varepsilon\omega^2 \sin \omega t\right) = 0,$$

ou

$$M\frac{d^2z}{dt^2} + Kz = -m\varepsilon\omega^2 \sin \omega t,$$

ou

$$\frac{d^2z}{dt^2} + \alpha^2 z = A \sin \omega t,$$

en posant

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{M}} \quad \text{et} \quad A = -\frac{m\varepsilon\omega^2}{M}.$$

La solution évidente de l'équation avec second membre est

$$z = z_0 \sin \alpha (t - t_0) + \frac{A}{\alpha^2 - \omega^2} \sin \omega t.$$

C'est l'équation d'un pendule double,

En remplaçant A par sa valeur, il vient finalement.

$$z = z_0 \sin \alpha (t - t_0) + \frac{m\varepsilon\omega^2}{M(\omega^2 - \alpha^2)} \sin \omega t.$$

Un cas particulier intéressant est celui où $\omega = \alpha$, c'est-à-dire où le mouvement imposé ω est synchrone de celui qu'aurait la masse M oscillant librement sur le ressort de raideur K.

L'équation précédente donne pour z une valeur infinie mais l'intégration ne s'applique plus.

Reprenons l'équation différentielle

$$\frac{d^2z}{dt^2} + \alpha^2 z = -\frac{m\varepsilon\alpha^2}{M} \sin \alpha t,$$

l'intégrale générale avec second membre est

$$z = t[A \sin \alpha t + B \cos \alpha t],$$

ou en identifiant avec l'équation précédente

$$A = 0, \qquad B = \frac{m\varepsilon\alpha}{2M},$$

de sorte que l'équation générale est

$$z = -\frac{m\varepsilon}{2M}[\sin \alpha t - \alpha t \cos \alpha t];$$

on voit que pour $\alpha t = n\pi$

$$z = \frac{n\pi m\varepsilon}{2M}.$$

Digitized by Google

A chaque période nouvelle l'amplitude augmente de la quantité $\frac{\pi m \varepsilon}{2M}$, cette amplitude devient donc rapidement très grande et d'autant plus grande que,

ε est plus grand, c'est-à-dire que la déformation est plus importante;

m est plus grand, c'est-à-dire que le centre de gravité de la partie suspendue est plus élevé, ce qui était évident.

La masse se met à osciller violemment sur le ressort et l'amplitude augmenterait indéfiniment si les résistances passives ne venaient la limiter. Pratiquement, elle augmente jusqu'à ce que l'énergie dissipée dans une oscillation complète par les frottements et résistances de toute nature soit équivalente à l'énergie nouvelle apportée par une vibration complète de la masse m par rapport à la masse m'.

Ce qui précède montre l'influence d'une déformation élastique à loi sinusoïdale de la masse suspendue sur le mouvement de l'ensemble. Dans la pratique, la loi est rarement sinusoïdale et le phénomène est un peu complexe.

Mais les lois les plus irrégulières peuvent toujours, à la condition d'être périodiques, se mettre sous la forme d'une somme de sinus et de cosinus, telle que

$$f(t) = A_1 \sin\alpha + A_2 \sin 2\alpha + A_3 \sin 3\alpha + \ldots,$$
$$+ B_1 \cos\alpha + B_2 \cos 2\alpha + B_3 \cos 3\alpha + \ldots.$$

Nous pourrons donc représenter ainsi les forces et les moments appliqués aux locomotives, et nous verrons que, sous l'influence de ces forces et de ces moments, il se produit des déformations des parties élastiques. Ces déformations ont une fréquence propre et elles peuvent devenir considérables s'il y a synchronisme entre cette fréquence et celle d'un terme important de la série représentant la force ou le moment.

Les principaux mouvements dus aux déformations d'une locomotive sont :

L'oscillation verticale par translation du poids suspendu sur les ressorts de suspension ;

L'oscillation latérale du châssis sur les ressorts de suspension (roulis) ;

L'oscillation longitudinale du châssis sur les ressorts de suspension (galop ou tangage) ;

Le mouvement de lacet ;

Enfin la déformation du châssis (flexion ou mouvement de soufflet).

En vue de concrétiser ce qui précède, nous allons faire l'étude des forces et des moments en jeu dans chacun des types de trois locomotives présentées à la Compagnie du Midi en 1908 ; nous allons étudier ensuite les mouvements que ces forces et ces moments peuvent imprimer à la masse suspendue ; enfin nous indiquerons les vérifications expérimentales que nous avons faites et qui justifient nos hypothèses.

1re classe. — Locomotives à bielles. — Soit une locomotive à deux moteurs surélevés (fig. 11, 12, 13), l'arbre de chaque moteur porte deux manivelles, une de chaque côté, calées à 90°; chaque manivelle est réunie, au moyen d'une bielle inclinée à 45° environ (1), à une manivelle identique calée sur un faux essieu situé dans le plan moyen des essieux moteurs. Enfin les manivelles des faux essieux sont réunies aux manivelles des trois essieux moteurs au moyen de bielles d'accouplement ordinaires.

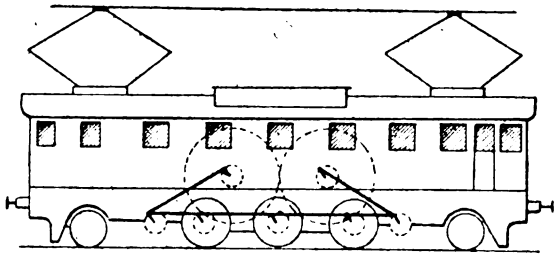


Fig. 11. — Locomotive 3001 (Thomson-Houston).

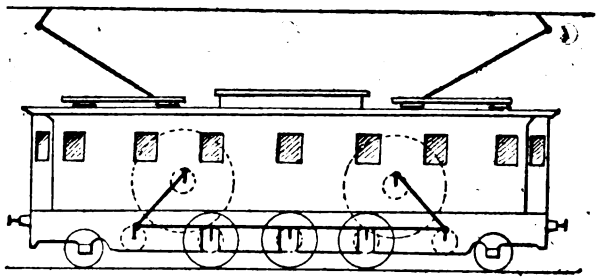


Fig. 12. — Locomotive 3101 (A. E. G.).

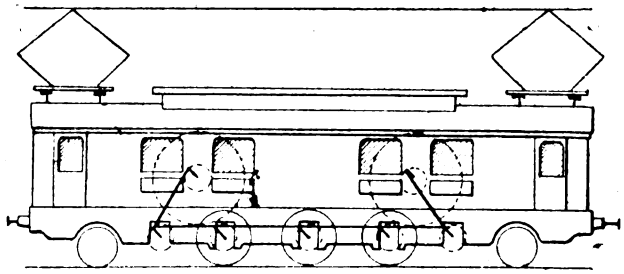


Fig. 13. — Locomotive 3501 (Schneider et Cie).

Prenons les plans de coordonnées suivants (fig. 14) :

ZOX le plan longitudinal de la locomotive ;

ZOY le plan transversal équidistant des deux moteurs ;

XOY le plan des essieux accouplés.

Nous verrons que ce dernier plan n'a aucun rôle *géométrique* particulier dans les oscillations de la locomotive ; il a seulement l'avantage d'être défini simplement.

Appelons A_1, A'_1 les extrémités droite et gauche de l'arbre du moteur avant ;

(1) Nous prendrons 45° exactement en vue de simplifier les calculs. Le résultat en est quelque peu modifié, mais la nature du phénomène n'est pas changée.

Digitized by Google

A_2, A'_2 les extrémités droite et gauche de l'arbre du moteur arrière;

$2a$ la distance des axes des moteurs;

$2b$ l'écartement des plans des manivelles de chaque moteur;

c la hauteur des axes des moteurs au-dessus du plan XOY;

r le rayon des manivelles motrices.

Soit α l'angle de la manivelle droite avant avec la

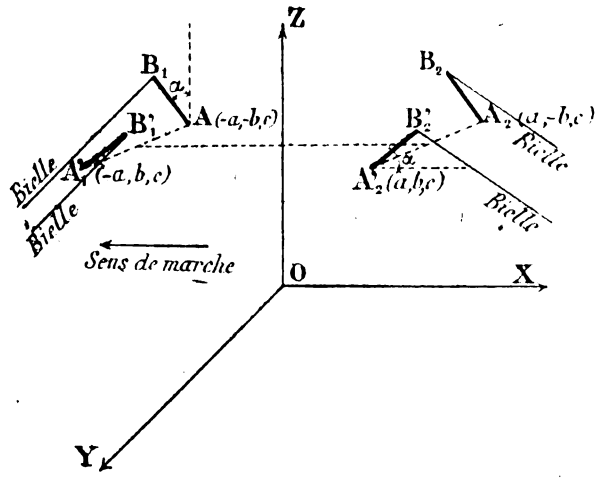


Fig. 14. — Diagramme des forces et des mouvements dans une locomotive à bielle.

verticale, les angles étant comptés positivement dans le sens de OX vers OZ.

D'après ce que nous avons vu précédemment au sujet de la transmission des efforts par bielles parallèles avec manivelles calées à 90°, les forces F_1, F'_1, F_2, F'_2 appliquées aux points B_1, B'_1, B_2, B'_2, sont données par le tableau suivant dans lequel C représente le couple supposé constant de chaque moteur :

Tableau I.

	Valeurs de α			
	0 à $\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2}$ à π	π à $\frac{3\pi}{2}$	$\frac{3\pi}{2}$ à 2π
F_1	$\frac{C}{r}\frac{1}{\sin\left(\alpha+\frac{\pi}{4}\right)}$	0	$\frac{C}{r}\frac{1}{\sin\left(\alpha+\frac{\pi}{4}\right)}$	0
F'_1	0	$\frac{C}{r}\frac{1}{\sin\left(\alpha-\frac{\pi}{4}\right)}$	0	$\frac{C}{r}\frac{1}{\sin\left(\alpha-\frac{\pi}{4}\right)}$
$F_2=F'_1$	0	$\frac{C}{r}\frac{1}{\sin\left(\alpha-\frac{\pi}{4}\right)}$	0	$\frac{C}{r}\frac{1}{\sin\left(\alpha-\frac{\pi}{4}\right)}$
$F'_2=-F_1$	$\frac{C}{r}\frac{1}{\sin\left(\alpha-\frac{3\pi}{4}\right)}$	0	$\frac{C}{r}\frac{1}{\sin\left(\alpha-\frac{3\pi}{4}\right)}$	0

Avant d'aller plus loin remarquons que les forces F_1 et F_2, F_1' et F'_2 ont toujours, au même instant, la même valeur absolue, et que seul leur signe diffère suivant que la bielle subit un effort de traction ou de compression.

Les forces F_1, F'_1, F_2, F'_2 appliquées aux paliers des moteurs sont équilibrées par des forces égales et contraires appliquées aux paliers des faux essieux. Elles se réduisent donc à des forces intérieures sauf, ainsi que nous l'avons dit déjà, dans le cas où il y a des jeux dans les articulations donnant lieu à des changements de portage, ou dans le cas où les pièces qui réunissent les moteurs aux faux essieux sont déformables.

Les changements de portage produisent des déplacements de masses importantes telles que les induits des moteurs et donnent lieu à la naissance et à la suppression brusques de quantités de mouvements, c'est-à-dire à des percussions sur les paliers.

La déformation des pièces reliant les moteurs aux faux essieux donne lieu à des variations de distance des masses formant le poids suspendu. Si on remarque que les changements de sens des efforts coïncident avec les changements de portage des soies dans les coussinets, on voit que les deux phénomènes sont toujours de même sens, donc s'ajoutent. Comme nous ne cherchons pas pour l'instant à chiffrer les phénomènes, mais à les étudier qualitativement, nous nous contenterons d'étudier l'effet des déformations du châssis sous l'influence des efforts de traction et de compression F_1, F'_1, F_2, F'_2 des bielles motrices.

Mais ces forces sont en grande partie équilibrées par les forces dues aux réactions sur les coussinets des faux essieux.

Pour avoir les forces résiduelles appliquées aux paliers des moteurs et dues aux déformations du châssis suivant OX, OY, OZ, il faut affecter chacune des forces F_1, F'_1, F_2, F'_2 appliquées aux paliers des moteurs des coefficients λ, μ, ν proportionnels respectivement à la déformabilité du châssis suivant les directions OX, OY, OZ; les forces X, Y, Z résultantes des précédentes suivant OX, OY, OZ sont alors, en posant $\frac{C}{r}\times\frac{\sqrt{2}}{2}=k$:

Tableau II.

	Valeurs de α			
	0 à $\frac{\pi}{2}$	0 à $\frac{\pi}{4}$	π à $\frac{3\pi}{2}$	$\frac{3\pi}{2}$ à 2π
X	$\frac{2k\lambda}{\sin\left(\alpha+\frac{\pi}{4}\right)}$	0	$\frac{2k\lambda}{\sin\left(\alpha+\frac{\pi}{4}\right)}$	0
Y	0	0	0	0
Z	0	$\frac{2\lambda\nu}{\sin\left(\alpha-\frac{\pi}{4}\right)}$	0	$\frac{2k\nu}{\sin\left(\alpha-\frac{\pi}{4}\right)}$

Digitized by Google

et les moments correspondants par rapport aux trois axes sont donnés par le tableau :

TABLEAU III.

	VALEURS DE α			
	0 à $\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2}$ à π	π à $\frac{3\pi}{2}$	$\frac{3\pi}{2}$ à 2π
L	$\frac{-2bk\nu}{\sin\left(\alpha+\frac{\pi}{4}\right)}$	0	$\frac{-2bk\nu}{\sin\left(\alpha+\frac{\pi}{4}\right)}$	0
M	$\frac{2k(c\lambda+a\nu)}{\sin\left(\alpha+\frac{\pi}{4}\right)}$	0	$\frac{2k(c\lambda+a\nu)}{\sin\left(\alpha+\frac{\pi}{4}\right)}$	0
N	0	$\frac{-2bk\lambda}{\sin\left(\alpha-\frac{\pi}{4}\right)}$	0	$\frac{-2bk\lambda}{\sin\left(\alpha-\frac{\pi}{4}\right)}$

On voit que la loi des forces et des moments est, au calage près et à un facteur constant près, représentée par une fonction qui, entre 0 et $\frac{\pi}{2}$ et entre π et $\frac{3\pi}{2}$, est égale à $\frac{1}{\sin\left(\alpha+\frac{\pi}{4}\right)}$ et est nulle dans les autres intervalles (fig. 15).

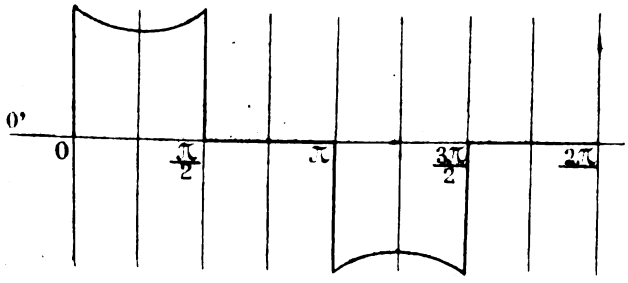


Fig. 15.

Cette fonction peut se représenter exactement par une série de Fourier. Amenons l'origine au point O' tel que la fonction ait pour valeur :

entre	0	et	$\frac{\pi}{4}$,	0,
entre	$\frac{\pi}{4}$	et	$\frac{3\pi}{4}$,	$\frac{1}{\sin\alpha}$,
entre	$\frac{3\pi}{4}$	et	$\frac{5\pi}{4}$,	0,
entre	$\frac{5\pi}{4}$	et	$\frac{7\pi}{4}$,	$\frac{1}{\sin\alpha}$,
entre	$\frac{7\pi}{4}$	et	2π,	0.

Cette fonction peut être représentée par une série ne contenant que des termes impairs en $\sin\alpha$, soit

$$y = [A_1 \sin\alpha + A_3 \sin 3\alpha + \ldots + A_m \sin m\alpha + \ldots],$$

avec

$$A_m = \frac{4}{\pi}\int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin m\alpha}{\sin\alpha}\, d\alpha,$$

$$m = 2p + 1,$$

la formule de récurrence suivante

$$A_{m+2} = A_m - \frac{8}{\pi}\frac{1}{m+1}\sin(m+1)\frac{\pi}{4}$$

donne le terme A_{m+2} en fonction de A_m.

En appliquant cette formule, après avoir calculé $A_1 = 1$, on trouve

$$y = \sin\alpha - 0{,}273\sin 3\alpha - 0{,}273\sin 5\alpha + 0{,}151\sin 5\alpha + 0{,}151\sin 7\alpha + \ldots.$$

Cela posé, voyons quelle est l'action des forces X, Y, Z et des moments L, M, N sur les mouvements du poids suspendu.

Tout d'abord les forces X tendent alternativement à rapprocher et éloigner les paliers des moteurs, donc à faire fléchir le châssis dans sa longueur et à provoquer une vibration longitudinale avec deux nœuds situés environ au 1/6 de la longueur à partir de chaque extrémité (fig. 16).

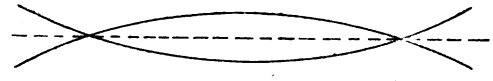


Fig. 16

Les forces μY sont toujours nulles.

Les forces νZ tendent à faire osciller verticalement et parallèlement à lui-même le poids suspendu sur les ressorts de suspension. Nous avons vu que, dans le cas où il y a synchronisme entre la fréquence propre de déformation libre et la fréquence d'une force agissante sinusoïdale, l'amplitude du mouvement grandissait rapidement. Ici la force agissante est donnée par une série de Fourier composée d'une somme de sinusoïdes à périodes différentes.

Etudions, en premier lieu, les forces νZ plus accessibles au calcul que les forces λX.

Calculons d'abord la fréquence d'oscillation libre du poids sur les ressorts. Soient.

P le poids suspendu ;

k_1 et f_1 la raideur de ressorts des essieux accouplés et leur flèche statique ;

k_2 et f_2 la raideur des ressorts des essieux porteurs et leur flèche statique (fig. 17) ;

z, ordonnée du centre de gravité comptée à partir de sa position au repos.

Digitized by Google

L'équation du mouvement est

$$-M\frac{d^2z}{dt}+Mg-\Sigma k_1\frac{f_1+z}{f_1}f_1-\Sigma k_2\frac{f_2+z}{f_2}f_2=0,$$

$$M\frac{d^2z}{dt^2}+z\Sigma k=0.$$

Le mouvement d'oscillation est donc

$$z=A\sin\sqrt{\frac{\Sigma k}{M}}t.$$

La période est

$$T=2\pi\sqrt{\frac{M}{\Sigma k}}.$$

Dans le cas où tous les ressorts sont identiques et ont la même flèche statique, on peut écrire

$$M=\frac{P}{g}=\frac{np}{g}=\frac{nk_1f_1}{g},$$

mais

$$\Sigma k=nk_1,\quad \text{d'où}\quad T=2\pi\sqrt{\frac{f}{g}}.$$

On retrouve cette règle absolument générale d'après laquelle la période est la même que celle d'un pendule simple ayant pour longueur la flèche statique.

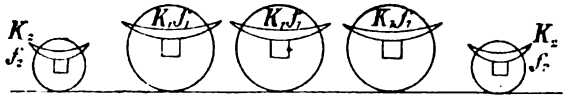


Fig. 17.

Si on applique ces résultats à la locomotive Thomson Houston on trouve $T=$ 0,5 sec, ce qui rapporté au diamètre des roues motrices 1,310 m correspond à la vitesse de 29,5 km : h.

Connaissant la fréquence propre de la flexion des ressorts du châssis, cherchons la loi du mouvement sous l'influence des forces νZ

$$-M\frac{d^2z}{dt^2}-z\Sigma k_1+2k\nu(A_1\sin\omega t+A_3\sin 3\omega t+\ldots+A_m\sin m\omega t\ldots)=0,$$

$$\frac{d^2z}{dt^2}+\frac{\Sigma k_1}{M}=2k\nu\left(\frac{A_1}{M}\sin\omega t+\ldots+\frac{A_m}{M}\sin m\omega t+\ldots\right).$$

L'équation du mouvement est, en posant $\frac{\Sigma k}{M}=\gamma^2$,

$$z=A\sin\gamma(t-t_0)+\frac{2A_1k\nu}{M(\gamma^2-\omega^2)}\sin\omega t+\ldots+\frac{2A_mk\nu}{M(\gamma^2-m^2\omega^2)}\sin m\omega t+\ldots$$

Le mouvement est assez compliqué, chaque harmonique venant ajouter son amplitude à l'amplitude de l'harmonique fondamental.

On voit cependant que les coefficients des harmoniques supérieurs sont très petits et que, d'autre part, leur influence n'est prépondérante que lorsque le dénominateur $M(\gamma^2-m^2\omega^2)$ est très petit : or, il s'annule quand y a synchronisme entre la fréquence propre de l'oscillation libre du châssis et la fréquence de l'harmonique.

Le seul synchronisme intéressant est celui correspondant à $\omega=\gamma$, les autres ayant lieu pour des vitesses insignifiantes de la locomotive.

Quand $\omega=\gamma$, la formule montre que l'amplitude devient très grande, le second terme ayant son dénominateur nul : cette amplitude est limitée par l'effet des résistances passives et des frottements.

L'expérience confirme ces résultats, car la locomotive que nous étudions spécialement a présenté des oscillations verticales assez violentes entre 25 et 32 km:h et les deux autres locomotives à bielles ont eu les mêmes oscillations à des vitesses très voisines.

Nous avons dit que les forces λX tendaient à faire vibrer le châssis longitudinalement. Comme le centre de gravité du poids suspendu tend à rester immobile, le mode de vibration et la position des nœuds dépendront de la répartition des poids.

La fréquence propre est très difficile à calculer à cause de la complexité de la structure du châssis. L'expérience montre que si les moteurs atteignent une certaine allure la vibration se manifeste. Son importance varie avec l'inclinaison des bielles et avec la position des moteurs.

Elle est d'autant plus grande que les bielles sont plus horizontales, car alors les forces λX sont plus importantes, mais elle augmente surtout avec l'écartement des moteurs, car la longueur du châssis sur laquelle porte la déformation augmente en même temps, et avec la hauteur des moteurs, car la distance des axes des moteurs à la fibre neutre croît avec cette hauteur.

C'est ainsi que la locomotive 3001 (Thomson-Houston) dont les moteurs se touchent présente des vibrations assez importantes à la vitesse de 68 km : h — que la locomotive 3501 (Schneider) dont les moteurs sont plus éloignés, mais dont les bielles sont plus verticales, a présenté des vibrations plus importantes à 55 km : h — qu'enfin la locomotive (AEG), dont les longerons ont une inertie moindre, dont les moteurs sont plus écartés et les bielles inclinées sensiblement du même angle que celles de la locomotive Thomson-Houston, a présenté à 55 km : h des vibrations intolérables.

Les déformations du châssis soit par flexion, soit par mouvements de soufflet ont encore un autre inconvénient : elles font varier les distances absolues entre l'arbre du moteur et le faux essieu, de sorte que les bielles fatiguent dans leurs emmanchements et les coussinets chauffent. Pratiquement il est impossible de tenir l'allure critique, même quelques minutes seulement sans provoquer un échauffement ou un décalage

Digitized by Google

des boutons de manivelles. Ces incidents sont très fréquents en service.

Le décalage des boutons de manivelles peut également s'expliquer par les chocs alternatifs du moteur sur le coussinet de la bielle dus à la variation de sens du couple moteur dans les moteurs à courant monophasé.

En effet, le couple est proportionel au produit $i\Phi$ de l'intensité dans l'induit par le flux ; or, par suite de l'hystérésis, le flux est en retard sur l'intensité de sorte que le couple moteur est alternatif avec une fréquence double de celle du courant d'alimentation.

Ce phénomène est bien connu : au démarrage des moteurs de traction monophasés, on entend parfaitement pendant quelques secondes un bruit de roulement sourd dû aux vibrations de l'induit du moteur. Ce bruit s'éteint très vite dès que le moteur a pris une vitesse sensible.

Influence des moments. — Tout d'abord, les moments par rapport à OX et OY sont respectivement :

Tableau IV.

	Valeurs de α			
	0 à $\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2}$ à π	π à $\frac{3\pi}{2}$	$\frac{3\pi}{2}$ à 2π
L	$\frac{-2bk\nu}{\sin\left(\alpha+\frac{\pi}{4}\right)}$	0	$\frac{-2bk\nu}{\sin\left(\alpha+\frac{\pi}{4}\right)}$	0
M	$\frac{2k(c\lambda+a\nu)}{\sin\left(\alpha+\frac{\pi}{4}\right)}$	0	$\frac{2k(c\lambda+a\nu)}{\sin\left(\alpha+\frac{\pi}{4}\right)}$	0

Ces moments sont en phase et leurs valeurs sont entre elles comme $b\nu$ et $c\lambda + a\nu$, c'est-à-dire que leur résultante est un moment dont l'axe est situé dans le plan XOY.

Ces deux moments agissant simultanément tendent à

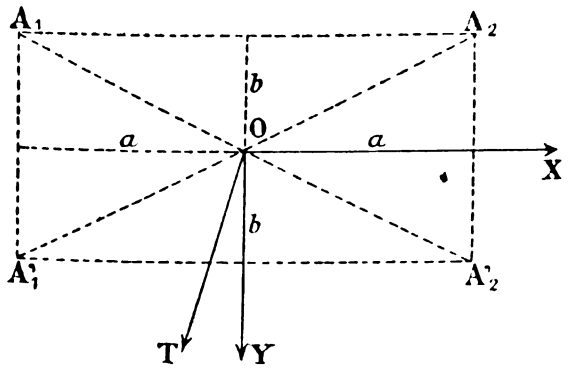


Fig. 18.

faire osciller la locomotive autour de l'axe oblique OT (fig. 18). Si λ est négligeable, OT est perpendiculaire à la droite $A_1 A'_2$. On pouvait le prévoir à priori, car les composantes verticales des forces appliquées aux paliers A_2 et A'_1 sont toujours égales et de même sens, donc tendent seulement à faire monter et descendre les paliers des moteurs, tandis que les composantes verticales des forces appliquées aux paliers A_1 et A'_2 sont toujours égales et de sens opposés.

Mais il ne peut s'établir un régime permanent de rotation autour de OT, parce que les réactions des ressorts sont dyssymétriques par rapport à cet axe et la rotation tend à s'établir autour d'un axe parallèle à OX ou d'un axe parallèle à OY, c'est-à-dire d'un axe de symétrie ou plus exactement autour d'un axe principal d'inertie des raideurs des ressorts de suspension. C'est ce qui arrivera lorsque le synchronisme s'établira entre la fréquence de rotation du moteur et la fréquence de l'oscillation propre du poids suspendu dans le plan ZOY ou dans le plan ZOX.

Cherchons à nous rendre compte de la valeur de ces deux périodes d'oscillation.

Admettons que tous les ressorts soient identiques et supposons seulement deux ressorts. Les seules forces en jeu sont le poids et les réactions des ressorts.

Si on applique lentement un couple au poids suspendu et qu'on maintienne ce couple, le châssis tourne autour d'un axe longitudinal passant par le *milieu de la droite qui joint le point d'attache des ressorts* (1) et le couple de redressement qui fait équilibre au couple appliqué est

$$P\,(h - d)\sin\theta,$$

où a est la hauteur du centre de gravité du poids suspendu au-dessus du point d'attache des ressorts (fig. 19)

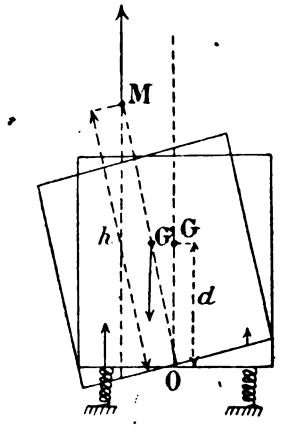


Fig. 19. — Construction du métacentre d'un corps suspendu sur des ressorts.

et h est la distance du centre d'oscillation au point d'intersection de la nouvelle résultante des réactions des ressorts avec l'ancienne verticale du centre de gravité. Ce point d'intersection peut s'appeler métacentre, par analogie avec les corps flottants.

Nous avons admis que le couple était appliqué lentement de façon à ne faire naître aucune force d'inertie,

(1) C'est ce que M. Hedner a appelé l'axe élastique de la suspension.

Digitized by Google

mais si le couple est appliqué instantanément, ou si ce couple est alternatif et si on admet que les ressorts sont disposés de manière à ne pouvoir opposer aucune réaction dans le sens horizontal, la rotation s'effectuera autour du centre de gravité, car le centre de gravité ne peut se déplacer sans donner naissance à une force d'inertie horizontale $M\frac{d^2y}{dt^2}$ qui ne peut être équilibrée que par une force extérieure. Cette force extérieure étant supposée nulle, la force d'inertie du centre de gravité est nulle et celui-ci est immobile.

Si, au lieu d'un couple, on applique brusquement une percussion, la rotation instantanée s'effectuera autour du centre de percussion I défini par la relation

$$\rho^2 = ld,$$

ρ étant le rayon de giration,

l et d, les distances du centre de gravité de l'axe instantané de rotation et du point d'impact (fig. 20).

Si, au contraire, le poids suspendu porte des plaques

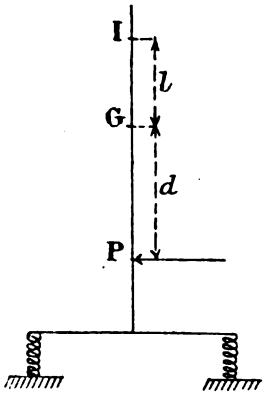


Fig. 20.

de garde emprisonnées dans des glissières verticales lui imposant un déplacement donné, l'oscillation n'est plus définie par des considérations géométriques, mais bien par des liaisons mécaniques, le centre d'oscillation n'a plus aucun intérêt théorique. Il se trouve où on l'a placé et les conséquences mécaniques de sa position se déterminent aisément.

Négligeons les frottements sur les glissières.

Soit I_x le moment d'inertie par rapport à OX.

L'équation du moment autour de l'axe O est donnée par

$$-I_x\frac{d^2\theta}{dt^2} - P(h-d)\sin\theta = 0.$$

Pour de petites oscillations, on peut remplacer sin θ par θ; on a alors

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{P}{I_x}(h-d)\theta = 0$$

$$\theta = \Theta \sin\sqrt{\frac{P(h-d)}{I_x}},$$

a période de l'oscillation est

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I_x}{P(h-d)}}.$$

On voit que T est d'autant plus grand que : 1° I est plus grand, c'est-à-dire que le centre de gravité du poids suspendu est plus élevé ;

2° $(h-d)$ est plus petit; d est la distance de l'axe d'oscillation au centre de gravité. Supposons-la déterminée.

Pour connaître h, écrivons l'équation d'équilibre des moments par rapport au point O et de leur résultante.

Soit $2l$, l'écartement transversal des ressorts,

k, leur raideur (inverse de leur flexibilité).

$$2l^2k\theta = Ph\theta,$$

d'où

$$h = \frac{2l^2k}{P},$$

la hauteur métacentrique est égale au quotient du moment d'inertie des raideurs des ressorts par le poids suspendu, formule tout à fait analogue à celle des corps flottants.

On voit que $(h-d)$ est d'autant plus petit que les ressorts sont plus rapprochés et que leur raideur est plus faible.

Donc, on obtient un résultat de même sens en rapprochant les ressorts ou diminuant leur raideur qu'en exhaussant le centre de gravité.

L'augmentation de la durée d'oscillation a pour principal avantage d'augmenter la tranquillité de plate-forme et non pas la stabilité, comme on le dit souvent improprement. Si on définit la stabilité par l'angle dont il faut incliner la machine pour obtenir le chavirement, il n'est pas douteux que l'exhaussement du centre de gravité diminue cette stabilité; mais l'augmentation de la période fait que les efforts successifs de très courte durée n'ont pas le temps de communiquer à la masse suspendue de vitesse appréciable; en somme, la longue période d'oscillation étouffe les trépidations.

C'est ce qui se passe d'une façon tout à fait analogue sur les paquebots où, pour adoucir les mouvements de roulis et rendre le navire insensible aux effets d'une mer hachée, on diminue autant que possible la valeur de $\rho - a$, distance du métacentre au centre de gravité.

Nous avons admis dans ce qui précède que les plaques de garde n'avaient aucun jeu dans les glissières des boîtes et celles-ci aucun jeu sur la fusée des essieux. Pratiquement, il n'en est pas ainsi et il existe des jeux latéraux qui occasionnent des changements de portage à chaque oscillation. Il en résulte que l'oscillation a réellement lieu autour d'un axe O' mobile dont la position moyenne est un peu plus rapprochée du centre de gravité (d'autant plus rapprochée que les jeux sont plus grands) et que la période réelle est effectivement un peu plus faible que la période calculée (fig. 21 et 22).

Pour la locomotive Thomson-Houston, la période

Digitized by Google

calculée est de 1,38 sec. La vitesse de la locomotive, qui donnerait lieu au synchronisme, est de 11,5 km à l'heure; cette vitesse n'est jamais utilisée d'une façon continue en service courant.

Oscillations dans le plan ZOX (*tangage*). — Tout ce que nous avons dit précédemment s'applique encore ici. Si les plaques de garde sont montées avec jeu sur les glissières des boîtes à huile, et si on admet que les ressorts de suspension n'exercent aucune réaction longitudinale lors d'un léger déplacement relatif horizontal de

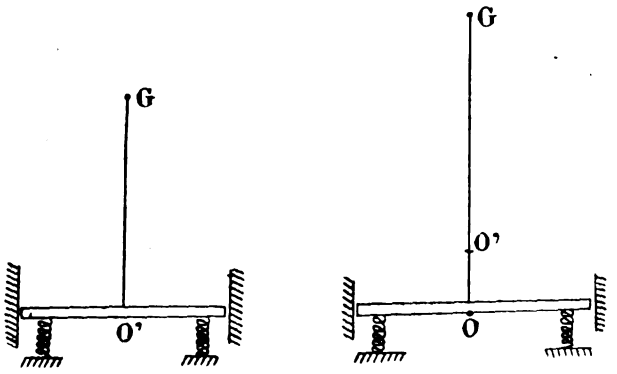


Fig. 21 et 22.

la caisse par rapport aux essieux, l'oscillation sous l'effet d'un couple alternatif situé dans le plan ZOX aura lieu autour du centre de gravité, mais les jeux des plaques de garde sont très restreints, de sorte que l'oscillation se produit obligatoirement autour d'un axe placé légèrement au-dessus, mais assez voisin de l'essieu milieu. Si l'oscillation est très rapide, les réactions sur les glissières de cet essieu peuvent être assez énergiques pour provoquer son patinage et même celui des deux essieux voisins et alors l'axe d'oscillation se rapproche du centre de gravité.

Admettons que la rotation s'effectue autour d'un axe

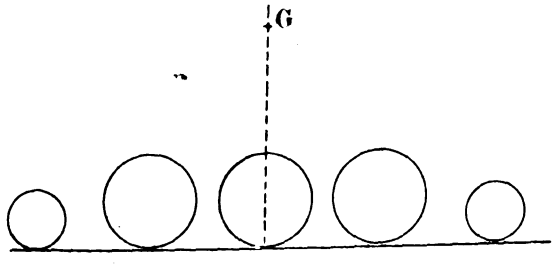


Fig. 23.

situé dans le plan des essieux et calculons la période d'oscillations propres de la masse suspendue.

$$-I_y\frac{d^2\theta}{dt^2}-P(h-d)\theta=0.$$

La période d'oscillations est comme précédemment

$$T=2\pi\sqrt{\frac{I_y}{P(H-d)}}.$$

Formule dans laquelle H est la hauteur du métacentre

Si les ressorts ne sont pas conjugués (fig. 24),

$$H=4\frac{k_1d^2+k_2d_2^2}{P}.$$

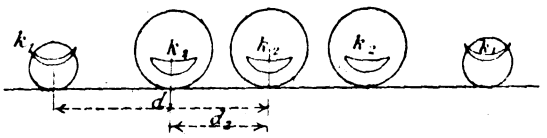


Fig. 24.

Si les ressorts du bissel sont conjugués avec ceux du second essieu au moyen d'un levier dont les longueurs sont l_1 et l_2 (fig. 25)

$$H=\frac{P}{4}\left[k_1d_1^2+k_2d_2^2-\frac{(k_1l_1d_1-k_2l_2d_2)^2}{l_1^2k_1+l_2^2k_2}\right].$$

Fig. 25. — **Conjugaison des ressorts des bissels** de la locomotive 3 001.

Dans le cas de la locomotive Thomson-Houston la hauteur calculée est sans balanciers

$$H_1=\frac{4\times3\,900\times10^6}{73\,000}=200\text{ m},$$

et avec balanciers

$$H_2=\frac{4\times2\,800\times10^6}{73\,000}=153\text{ m},$$

ce qui donne pour la période d'oscillations :

$T_1=0{,}425$ sec correspondant à la vitesse de 35 km : h.

$T_2=0{,}48$ sec correspondant à la vitesse de 30 km : h.

Si l'efficacité des balanciers n'est pas absolue, la période réelle est intermédiaire entre les deux valeurs ci-dessus calculées.

Dans la locomotive étudiée, nous avons constaté, comme nous l'avons déjà dit, des oscillations assez violentes, d'autant plus fortes que les jeux des articulations sont plus importants, entre les vitesses de 25 et 32 km à l'heure.

Les fréquences propres des oscillations verticales et des oscillations longitudinales (tangage) coïncident presque sur cette machine et c'est cette coïncidence qui vraisemblablement nous a empêché de relever des oscillogrammes suffisamment nets.

Oscillations autour de OZ (*lacet*). — Le moment N par rapport à OZ a pour valeur dans les différents quadrants

$$0,\quad\frac{-2bk\lambda}{\sin\left(\alpha-\frac{\pi}{4}\right)},\quad 0,\quad\frac{-2bk\lambda}{\sin\left(\alpha-\frac{\pi}{4}\right)}.$$

Digitized by Google

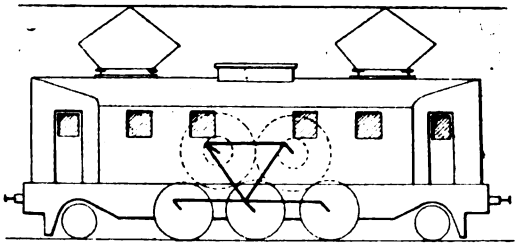
Il tend donc à faire prendre au poids suspendu de la locomotive un mouvement de lacet. Ce moment s'annule si $b = 0$, c'est-à-dire si les bielles sont dans l'axe longitudinal de la locomotive, ce qui est presque irréalisable, et si $\lambda = 0$, c'est-à-dire si le châssis est indéformable suivant OX.

Nous n'avons pas constaté ce mouvement de lacet sur la locomotive Thomson-Houston probablement pour la raison que le châssis de cette machine était très rigidement établi et les moteurs très rapprochés, λ doit être effectivement très petit. Les locomotives A. E. G. et Schneider auraient vraisemblablement donné lieu à ce lacet, mais leurs essais ont été tellement courts que nous n'avons pas eu l'occasion de le constater.

Par contre, les locomotives de la ligne de Weisenthal et les locomotives Oerlikon de la ligne de Spiez-Frutigen se sont montrées tout à fait instables à ce point de vue (1). Or sur ces locomotives les moteurs sont éloignés et λ n'est pas négligeable.

2e classe. — Locomotives à transmission par glissière verticale. — Nous prendrons deux exemples : la locomotive 3 3o1 présentée par la Société Brown Boveri, à Baden (Suisse) et la locomotive « Westinghouse » 3 2o1.

La première possède deux moteurs réunis entre eux



Locomotive 3 3o1 (Compagnie Electro-Mécanique).

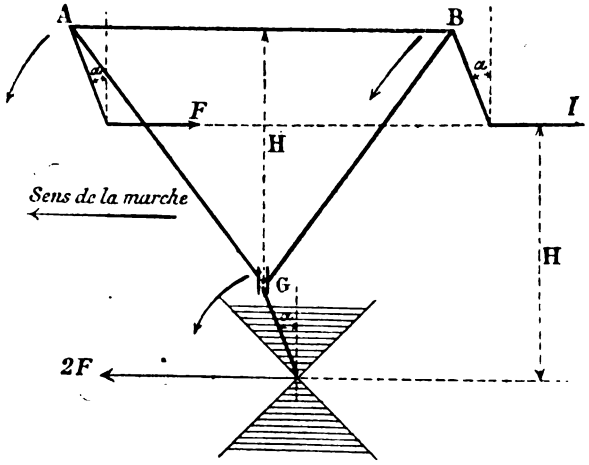


Fig. 26. — Diagramme montrant la zone de travail d'une bielle à glissière verticale.

de chaque côté par une bielle d'accouplement horizontale AB, A'B', les manivelles d'un même moteur étant comme toujours calées à 90° entre elles (fig. 26).

Chaque bielle d'accouplement entraîne avec elle dans son mouvement de translation circulaire une glissière verticale G qui agit directement sur le bouton d'un essieu moteur.

Nous avons vu que chaque glissière ne travaillait que dans les deux secteurs de 90° hachurés ; l'effort sur le bouton de manivelle, lorsqu'on suppose constants le couple et la vitesse du moteur, est égal à

$$2F = \frac{2C}{r}\frac{1}{\cos\alpha},$$

C étant le couple moyen de chaque moteur, r le rayon des manivelles.

Si on néglige le frottement dans les glissières verticales, les forces agissant sur la masse suspendue sont :

1° Lorsque le bouton de l'essieu moteur de droite est dans le secteur $-\frac{\pi}{4}$ à $+\frac{\pi}{4}$ (à cet instant le bouton gauche ne travaille pas) :

Deux forces F horizontales dirigées vers l'arrière et appliquées à chaque palier de droite des moteurs;

Une force $2F$ horizontale dirigée vers l'avant et appliquée à la glissière avant de la plaque de garde de l'essieu moteur de droite.

Ces forces donnent naissance à un couple $2HF$ qui tend à faire lever le nez à la locomotive ; H étant la distance verticale entre le plan des axes des moteurs et le plan des axes des essieux moteurs. La valeur du couple est représentée en abc (fig. 27).

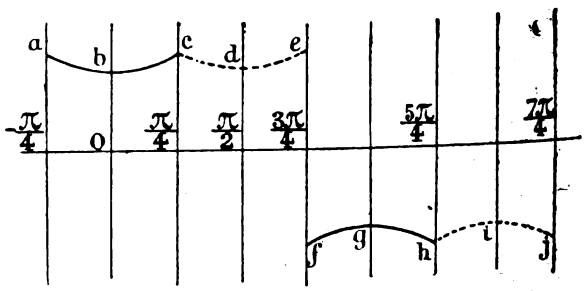


Fig. 27. — Diagramme du couple appliqué au poids suspendu d'une locomotive à transmission par glissière verticale.

2° Lorsque le bouton de l'essieu moteur de droite est dans le secteur $\frac{\pi}{4}$ à $\frac{3\pi}{2}$, ce bouton ne travaille pas, mais le bouton de gauche qui est situé dans le secteur $\left(-\frac{\pi}{4}\text{ à }+\frac{\pi}{4}\right)$, tend à son tour à faire lever le nez à la locomotive, ce couple est représenté en cde.

3° Lorsque le bouton de l'essieu moteur de droite est dans le secteur $\frac{3\pi}{4}$ à $\frac{5\pi}{4}$, le sens du couple est changé, la locomotive tend à piquer du nez, de même dans le quatrième secteur ; on a les couples fgh et hij.

(1) Voir *R. G. E.*, 11 mai 1918, article de M. Pahin.

Digitized by Google

On voit que le châssis est soumis à un couple tantôt positif, tantôt négatif, de loi parfaitement définie.

Le couple a pour valeur à une constante près :

$$\text{Quand } \alpha \text{ varie de } -\frac{\pi}{4} \text{ à } +\frac{\pi}{4} \ldots\ldots \frac{1}{\cos\alpha},$$

$$- \quad +\frac{\pi}{4} \text{ à } \frac{3\pi}{4} \ldots\ldots \frac{1}{\sin\alpha},$$

$$- \quad \frac{3\pi}{4} \text{ à } \frac{5\pi}{4} \ldots\ldots \frac{1}{\cos\alpha},$$

$$- \quad \frac{5\pi}{4} \text{ à } \frac{7\pi}{4} \ldots\ldots \frac{1}{\sin\alpha}.$$

En portant l'origine de O en O′ et posant $\alpha' = \alpha + \frac{\pi}{4}$, le couple a pour valeur

entre o et $\frac{\pi}{2}$ et entre π et $\frac{3\pi}{2}$: $\quad \frac{1}{\sin\left(\alpha' + \frac{\pi}{4}\right)}$

entre $\frac{\pi}{2}$ et π et entre $\frac{3\pi}{2}$ et 2π : $\quad \frac{1}{\sin\left(\alpha' - \frac{\pi}{4}\right)}$.

On peut, comme précédemment, représenter cette fonction discontinue par une série de Fourier de la forme

$$y = A_1 \sin\alpha' + A_3 \sin 3\alpha' + \ldots + A_m \sin m\alpha' + \ldots$$

avec $\quad m = 2p + 1.$

Le terme d'ordre m a pour valeur

$$A_m = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin m\alpha'}{\sin\left(\alpha' + \frac{\pi}{4}\right)} d\alpha',$$

On trouve, tous calculs faits, pour passer de la valeur A_{m-2} à la valeur A_m la formule de récurrence suivante

$$A_{2p+1} = (-1)^p A_{2p-1} + \frac{1}{p}\frac{8}{\pi}\sin(2p-1)\frac{\pi}{4}\sin\frac{p\pi}{2},$$

ou

$$A_1 = \frac{8}{\pi}\frac{\sqrt{2}}{2}\int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{2}} dt = \sqrt{2} = 1,4142,$$

de même

$$A_3 = A_5 = 0,38635,$$
$$A_7 = A_9 = 0,21356.$$

On peut donc calculer facilement tous les termes de la série.

On peut déterminer l'influence de ce couple sur le poids suspendu en résolvant l'équation différentielle

$$-I_y \frac{d^2\theta}{dt^2} - P(H-d)\theta + (A_1 \sin\alpha' + A_3 \sin 3\alpha' + \ldots + A_m \sin m\alpha' + \ldots)\frac{2CH}{r},$$

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} - \frac{P(H-d)\theta}{I_y} = \left(\frac{A_1}{I_y}\sin\alpha' + \frac{A_3}{I_y}\sin 3\alpha' + \ldots + \frac{A_m}{I_y}\sin m\alpha' + \ldots\right)\frac{2CH}{r}.$$

En posant

$$\frac{P(H-d)}{I_y} = \beta^2,$$

on obtient

$$\theta = A\sin\beta(t-t_0) + \frac{2A_1CH}{rI_y(\beta^2-\omega^2)}\sin\omega t + \ldots + \frac{2A_mCH}{rI_y(\beta^2-m^2\omega^2)}\sin m\omega t + \ldots$$

On voit que le mouvement est complexe, mais que chaque terme peut prendre de l'importance si son coefficient A est grand, mais surtout si le dénominateur $I_y(\beta^2 - m^2\omega^2)$ s'annule, c'est-à-dire s'il y a synchronisme entre la fréquence propre d'oscillation du châssis et la fréquence $m\omega$ de cet harmonique.

Le tableau des valeurs de A_1, A_3, A_5 montre que seul le terme A_1 a une valeur importante ; d'autre part, les termes $\beta^2 - m^2\omega^2$ sont respectivement très grands en valeur absolue, de sorte que l'influence des termes de rang élevé est pratiquement nulle.

Au contraire, l'expérience a montré que, lorsque la locomotive marchait à la vitesse de 30 km : h, ce qui correspond au synchronisme entre la fréquence propre d'oscillation du châssis (tangage ou galop) et le nombre de tours du moteur, les oscillations longitudinales étaient très sensibles.

Comme précédemment, nous avons négligé l'amortissement dû aux frottements des ressorts ; cet amortissement, supposé proportionnel à la vitesse, c'est-à-dire de la forme $h\frac{d\theta}{dt}$, introduit dans les dénominateurs des coefficients un terme additif en h^2, ce qui empêche l'amplitude d'augmenter indéfiniment au moment du synchronisme.

En outre, les efforts des moteurs s'exerçant tantôt sur la manivelle de droite et tantôt sur la manivelle de gauche, le châssis tend à prendre un mouvement de lacet qui se produit effectivement si les jeux sont suffisants ou si le châssis est déformable.

Dans la locomotive 3 201 « Westinghouse » (fig. 28) les arbres des moteurs O_1 et O_2 sont munis chacun d'une roue dentée qui transmet le mouvement des moteurs à deux faux essieux O'_1 et O'_2 distants de h_1 des arbres O_1 et O_2 (fig. 29).

Digitized by Google

Les deux faux essieux portent chacun deux manivelles calées à 90° et sont accouplés de chaque côté au moyen d'une bielle AB qui entraîne avec elle une glissière verticale G agissant sur le bouton d'un essieu moteur.

Les coussinets O_1 et O_2 sont soumis à l'effet d'une force constante F dirigée vers l'avant.

Les glissières de la plaque de garde de l'essieu

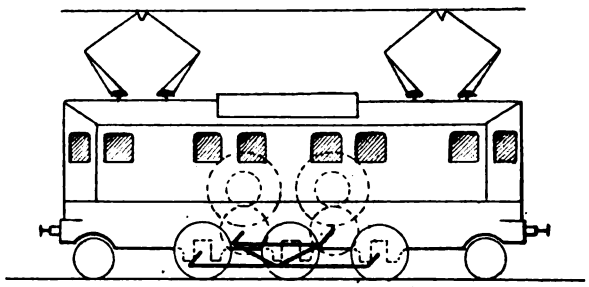


Fig. 28. — Locomotive 3 201 (Westinghouse).

moteur de droite sont soumises à un effort $2F'''$ dirigé vers l'avant dont la valeur est $\frac{2C}{r}\frac{1}{\cos\alpha'}$, α étant l'angle de la manivelle du faux essieu avec la verticale $O'_1 Z$; cet effort change donc de signe deux fois pendant un tour de roue, appelons-le $\pm 2F'''$. Il en résulte pour l'équilibre que chacun des deux coussinets de droite des

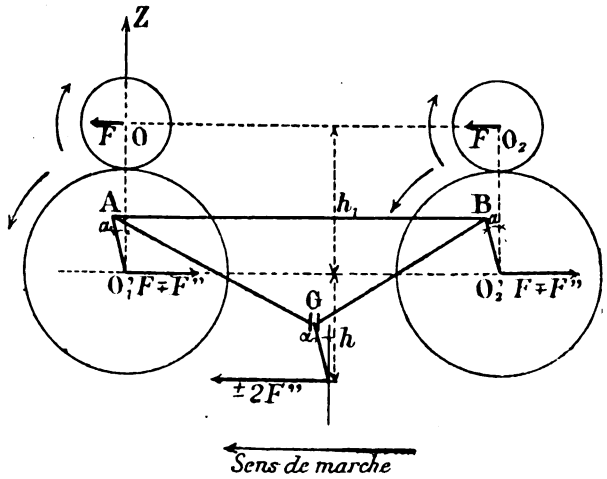


Fig. 29. — Différentes forces appliquées au poids suspendu dans le cas des engrenages et bielles à glissières verticales.

faux essieux est soumis à des efforts $F \mp F'''$ dirigés vers l'arrière.

Ces cinq forces F, F, $\pm F'''$, $F \mp F'''$, $F \mp F'''$, donnent lieu:

1° A un couple constant $2Fh_1$ qui tend à faire piquer du nez à la locomotive;

2° A un couple oscillant $\pm 2F'''h$, h étant la distance du plan des faux essieux au plan des essieux moteurs, lequel, s'ajoutant au couple correspondant au côté gauche de la locomotive, donne lieu à un couple total qui affecte la forme représentée par la figure 27.

On se trouve donc dans une situation tout à fait analogue à celle de la locomotive Brown-Boveri sauf:

1° Que les forces F et F''' étant les mêmes, le bras de levier du couple est ramené de 1,45 à 0,33 m, c'est-à-dire est réduit au 1/5 environ de la valeur qu'il avait sur la première machine;

2° Que, par suite de la présence d'un lien élastique entre les arbres des moteurs et les faux essieux, la discontinuité dans la transmission du mouvement disparaît en partie.

En fait, la locomotive Westinghouse n'a pas d'oscillations gênantes. A la vitesse de 30 km : h environ, elle présente un léger mouvement de galop et, à toutes les allures jusqu'à 50 km à l'heure, un petit mouvement de recul dû au jeu des glissières verticales.

La roue qui porte les dents est réunie à l'arbre du moteur par un lien flexible agissant dans les deux sens de rotation et représenté ci-contre (fig. 30). Les res-

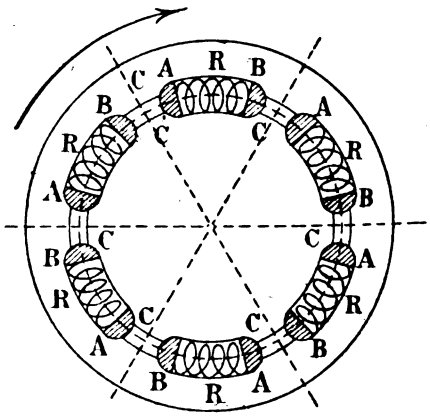


Fig. 30. — Transmission élastique appliquée sur la locomotive Westinghouse de la Compagnie du Midi.

sorts R, logés dans la roue dentée, ont une certaine bande initiale qui applique fortement les tasseaux A et B sur leurs sièges. Sur l'arbre du moteur est claveté un plateau portant six dents qui viennent se loger sans jeu dans les intervalles C et qui sont, à l'arrêt, en contact simultané avec le tasseau A d'un ressort et le tasseau B du ressort voisin. Si le moteur est mis en marche dans le sens de la flèche, tous les tasseaux B forment point fixe et les tasseaux A sont sollicités dans le sens de cette flèche et compriment les ressorts R, car le couple moteur est supérieur au couple nécessaire pour vaincre la bande initiale des ressorts. On voit que le système est réversible.

3e classe. — Locomotives à engrenages (fig. 31). — Depuis quelques années les procédés de taillage des engrenages ont fait de tels progrès qu'on peut transmettre par engrenages des puissances de plusieurs milliers de chevaux avec un rendement de 97,5 pour 100,

Digitized by Google

mais les arbres entre lesquels se fait la transmission doivent être rigoureusement parallèles et parfaitement maintenus dans le sens de leur longueur. Il s'ensuit qu'on ne peut songer à monter sur l'un de ces arbres un essieu

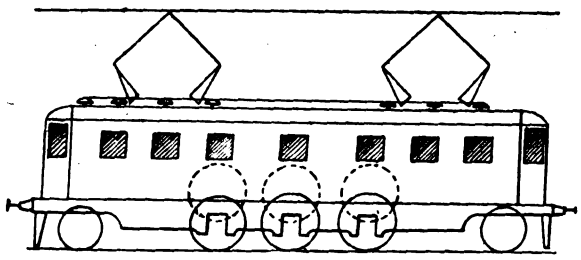


Fig. 31. — Locomotive 3401 (Ateliers du Nord et de l'Est-Jeumont).

constamment soumis aux oscillations et aux chocs dus à la voie.

Pour tourner la difficulté on monte autour du corps de l'essieu, avec un jeu suffisant, plusieurs centimètres, un arbre creux dont l'axe reste rigoureusement parallèle à l'arbre du moteur et auquel on transmet la puissance des moteurs au moyen d'engrenages (fig. 32).

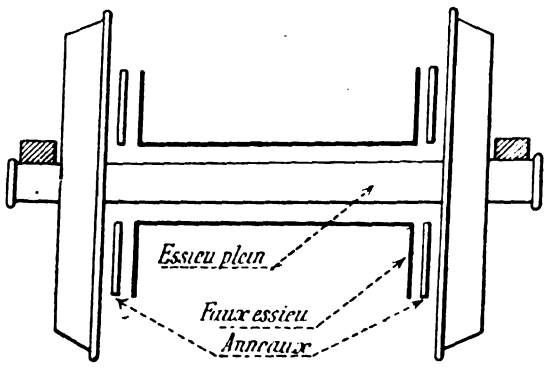


Fig. 32. — Différentes forces appliquées au poids suspendu dans le cas des locomotives à engrenages et bielles à glissière verticale.

Le poids du châssis est porté par l'essieu plein au moyen de boîtes extérieures aux roues.

Les paliers de l'essieu creux sont fixés au châssis de telle sorte que les axes des essieux pleins et creux coïncident sensiblement lorsque les ressorts de suspension ont leur bande normale. Le problème consiste alors à entraîner les roues en permettant un léger déplacement vertical de l'essieu plein par rapport à l'essieu creux. Un des procédés employés consiste à utiliser un anneau circulaire portant quatre soies dirigées suivant les quatre directions AA', BB' de deux diamètres rectangulaires (fig. 33). Les deux soies d'un même diamètre AA' passent dans deux paliers solidaires du faux essieu, les deux coussinets étant réglés de telle sorte que l'anneau puisse se déplacer de plusieurs centimètres dans un sens et dans l'autre, parallèlement à l'axe desdites soies ; les deux soies de l'autre diamètre BB' passent dans deux paliers reliés au corps de la roue.

On voit que si les soies BB' sont dirigées suivant la verticale, un mouvement vertical de l'essieu plein ne se transmet pas à l'anneau, les coussinets b, b' se déplaçant sur les soies B et B' maintenues fixes par les coussinets a, a' des soies AA' horizontales.

Si les soies BB' sont dirigées suivant l'horizontale, un mouvement vertical de l'essieu plein se transmet à

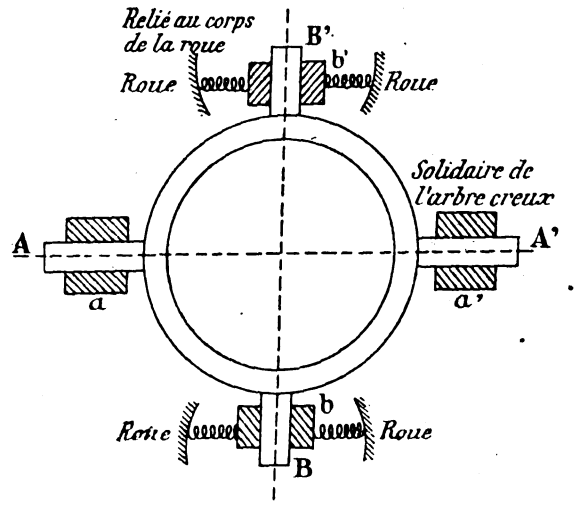


Fig. 33. — Schéma d'une transmission par arbre creux.

l'anneau qui se déplace avec lui, mais les soies AA', alors verticales, de l'anneau glissent dans les paliers a, a' du faux essieu qui ne subit dès lors aucune réaction verticale.

Dans une position intermédiaire, on a une composition des deux mouvements précédents, donc glissement des quatre soies AA' BB'.

La réalisation pratique comporte des ressorts entre les paliers b, b' et le corps de roue dont le but est d'atténuer sur le corps de roue les effets de l'irrégularité du couple moteur. L'adoption de ce dispositif sur la locomotive Jeumont 3401 a été très heureux, car il n'a jamais donné lieu au moindre incident et son principe nous paraît très recommandable.

De plus, cette locomotive n'a présenté d'oscillations d'aucune nature à aucune vitesse.

On remarquera que l'effort est transmis directement aux corps de roues et non à l'essieu. C'est là, non une innovation, mais un retour à une solution excellente longtemps abandonnée. Dans la plupart des moteurs à engrenages, en effet, la roue dentée est calée tout près de l'un des corps de roues afin de laisser le plus de place possible pour le moteur (fig. 34).

Il s'ensuit que l'énergie développée par l'effort moteur au moment du démarrage, par exemple, est absorbée presque uniquement par la déformation de la petite portion ab de l'essieu et ce n'est qu'après le patinage de la roue A que la portion d'essieu cd peut se déformer. La portion d'essieu ab est donc soumise à une fatigue tout à fait anormale et nous avons constaté sur nos automotrices des ruptures nombreuses d'essieux qui n'ont pas

Digitized by Google

d'autre cause ; la meilleure façon de remédier à cette situation nous paraît de relier d'une façon rigide la roue dentée, non plus à l'essieu, mais au corps de roue de façon à permettre à tout l'essieu de se déformer, en absorbant une énergie importante, sans qu'aucune de ses parties soit soumise à une fatigue exagérée.

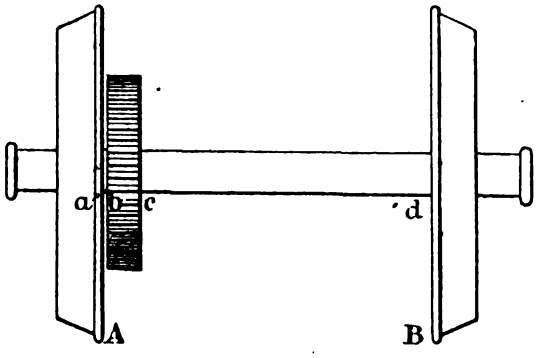


Fig. 34.

C'est pourquoi la Compagnie du Midi a décidé de modifier les essieux de ses automotrices en remplaçant les centres des roues par des centres portant de fonderie une couronne sur laquelle on vient rapporter une couronne de dents. Cette solution a l'avantage de permettre

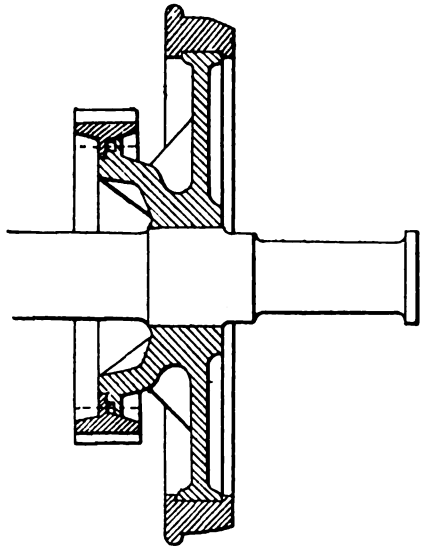


Fig. 35. — Montage des dents de l'engrenage moteur sur le corps de la roue étudié par la Société l'Engrenage de Saint-Etienne.

d'obtenir des dents en acier laminé très dur, de faciliter le remplacement des dents et de limiter au minimum la perte de métal au moment de ce remplacement. La figure 35 montre le type de roue étudié par la Société l' « Engrenage » de Saint-Etienne.

Conclusions. — En résumé, les locomotives électriques peuvent prendre, du fait du mécanisme :

1° Un mouvement d'oscillation autour d'un axe parallèle à l'axe longitudinal (roulis) ;

2° Un mouvement d'oscillation autour d'un axe parallèle à l'axe transversal (galop ou tangage) ;

3° Un mouvement d'oscillation de translation verticale ;

4° Un mouvement d'oscilllation autour d'un axe vertical (lacet) ;

5° Un mouvement de flexion longitudinale et de déformation verticale interne du châssis (mouvement de soufflet).

Les locomotives à bielles doivent avoir tous ces mouvements au fur et à mesure que la vitesse augmente, on doit les observer les uns après les autres et généralement dans l'ordre 1, 2, 3, 4, 5.

Les locomotives à glissières verticales ne sont sensibles qu'au lacet et au galop, mais ce dernier mouvement peut prendre une valeur considérable si la transmission se fait directement des moteurs surélevés à l'essieu.

Enfin les locomotives à engrenages n'éprouvent aucun de ces mouvements d'oscillation. Elles se comportent comme un véhicule ordinaire.

L'emploi des engrenages sans bielle aucune a pour avantage de supprimer les mouvements d'oscillations des locomotives. Il supprime les avaries des bielles et simplifie le graissage. Il semble donc que ce soit la solution de l'avenir pour les trains rapides. Pour les trains lents, on peut concevoir le montage de l'induit sur l'essieu en ménageant dans les entrefers des inducteurs un jeu suffisant. Le rendement électrique des moteurs est moins bon, par contre le rendement mécanique est meilleur.

Il serait très désirable, et cela ne paraît nullement impossible, d'arriver à réaliser à volonté sur les locomotives électriques deux réductions différentes de vitesse de manière à n'avoir qu'un seul type de locomotive pour les trains de voyageurs rapides et pour les trains de marchandises.

Il ne serait pas nécessaire que le passage d'une vitesse à l'autre fût instantané. Il pourrait demander cinq à dix minutes sans aucun inconvénient ; mais il aurait l'énorme avantage de ne pas spécialiser les machines et de conserver les mêmes moteurs, ce qui, au point de vue des roulements du personnel et des machines et aussi au point de vue de l'entretien, serait extrêmement intéressant.

P. Leboucher,
Ingénieur de la Marine, Ingénieur principal du Service central du Matériel et de la Traction de la Compagnie des Chemins de fer du Midi.

Digitized by Google

Projet de conditions de réception des conducteurs d'électricité en aluminium

Une commission dite « Commission de l'Aluminium » a été nommée il y a quelques mois par l'Union des Syndicats en vue de rechercher et de développer les applications de l'aluminium dans l'industrie électrique. Dans sa séance du 28 novembre, elle a décidé que le projet concernant les « conditions de réception », élaboré par une de ses sous-commissions, serait publié dans la R. G. E. afin de permettre aux intéressés d'en prendre connaissance et de provoquer leurs observations et leurs suggestions. On trouvera ci-dessous ce projet qui sera discuté et complété à la prochaine réunion de la Commission, prévue pour le vendredi 27 décembre. Ceux de nos lecteurs qui auraient des observations ou des suggestions à présenter sont priés de les envoyer, avant cette date, à M. Legouez, président de la Commission, 7, rue de Madrid.

L'aluminium commercial employé dans la fabrication des conducteurs d'électricité devra satisfaire aux conditions suivantes :

1° **Définition chimique.** — L'aluminium commercial devra contenir 99 pour 100 d'aluminium pur, sauf écarts dus à la tolérance d'épreuves. Ce métal ne devra pas contenir d'autres éléments étrangers que le fer et le silicium avec un peu d'oxygène et des traces de carbone. Quant au sodium, les réactifs chimiques actuellement connus n'en devront pas révéler la présence.

L'épreuve chimique sera faite par le dosage séparé des éléments étrangers suivant la méthode décrite dans une note annexe.

Pour l'analyse chimique, la prise d'échantillon et le mode opératoire seront fixés par la note annexe.

La tolérance sur la teneur en éléments étrangers sera de 0,2 pour 100.

On retiendra que la teneur de l'aluminium commercial en impuretés usuelles (Fe, Si, O, C) affecte sa conductibilité électrique et sa résistance mécanique, de sorte que les épreuves de conductivité et de ténacité prescrites ci-après pourront donner sur la pureté du métal des renseignements qui suffiront dans la plupart des cas.

2° **Résistance mécanique.** — La résistance mécanique ne présente de l'intérêt que pour les conducteurs soumis à des efforts importants, comme les conducteurs suspendus.

Pour les autres conducteurs, câbles isolés et armés, barres de connexion, pièces de machines et d'appareillage, etc., qui seront construits en métal recuit ou demi-dur, il n'y a pas à rechercher la résistance mécanique, mais on aura toutefois grand avantage à vérifier que le métal employé ne présente pas, à l'état recuit, une résistance par millimètre carré supérieure à 9 kg parce que la résistance mécanique varie avec les impuretés dans le même sens que la résistance électrique, mais plus rapidement. On a donc là un contrôle précieux de la conductibilité.

Pour les conducteurs suspendus, on exclura radicalement le métal massif pour ne faire emploi que de conducteurs câblés formés de 3, 7, 19 et exceptionnellement 37 brins. On notera à ce propos que la charge se répartit d'autant plus également sur les brins composants que ceux-ci sont en nombre plus réduit.

On devra réduire au minimum les soudures des brins. Ces soudures devront être faites avec le plus grand soin et on devra soigneusement éviter la présence de plusieurs soudures dans la même section d'un câble.

Les brins composants devront être écrouis au maximum et présenter une résistance à la rupture de 20 kg par millimètre carré pour tous les fils de diamètre de 35/10 mm et au-dessous. Pour les fils de diamètre supérieur, si, par exception, on en admet dans la composition des câbles, la résistance à la rupture devra être de 18 kg : mm² jusqu'à 50/10 mm.

A défaut de mesure directe possible, la mesure de la résistance mécanique d'un câble se fera par la mesure de la résistance des brins composants et on comptera pour la résistance à la rupture du câble par millimètre carré de section utile (la section utile étant la somme des sections des brins composants) les 85/100 de la somme des résistances à la rupture des brins composants.

Pour les câbles avec âme en acier, il ne peut être question de résistance à la rupture par millimètre carré; on comptera donc pour la résistance totale à la rupture les 85/100 de la somme des résistances totales de l'âme en acier et des brins d'aluminium composants.

L'épreuve de résistance mécanique sera précédée de la mesure du diamètre des brins. Cette mesure devra donner lieu à une tolérance de $\pm$ 2 pour 100.

Les mesures de résistance mécanique donneront lieu à une tolérance de 2,5 pour 100.

L'échantillonnage sera fait à raison d'une prise par touret.

Les épreuves seront effectuées à l'usine de câblage, soit en cours, soit en fin de fabrication.

3° **Limite d'élasticité, allongement à la rupture, module d'Young.** — La limite élastique du métal écroui entrant dans la composition des conducteurs suspendus ne sera pas inférieure à 11 kg par millimètre carré.

L'allongement à la rupture des fils écrouis ne sera pas inférieur à 2 pour 100, celui-ci étant mesuré sur une éprouvette de longueur égale à $\sqrt{66{,}67\ S}$ et sous la charge de rupture.

Pour les fils recuits, l'allongement à la rupture ne sera pas inférieur à 25 pour 100 pour une résistance à la rupture de 9 kg par millimètre carré.

Pour le calcul mécanique des conducteurs suspendus

Digitized by Google

câblés, on prendra pour le coefficient d'allongement et le module d'Young les valeurs suivantes :

Coefficient d'allongement.....	6,15
Module d'Young.....	0,000148

(La Commission examinera s'il y a lieu d'annexer au présent cahier des charges un tableau des flèches à donner aux conducteurs d'aluminium de différentes sections en tenant compte des prescriptions réglementaires.)

4° **Souplesse.** — Le métal ne doit pas être cassant et doit pouvoir supporter sans fatigue les manipulations d'enroulement et de déroulement. A cet effet, chaque brin composant devra pouvoir subir sans crique ni rupture un essai d'enroulement et de déroulement sur son propre diamètre de manière à obtenir six spires jointives.

Cette épreuve sera effectuée sur des échantillons prélevés en même temps et de la même façon que ceux devant servir à l'épreuve de résistance mécanique.

Pour l'aluminium recuit, la souplesse sera vérifiée à l'aide de pliages effectués sur rayon de 3 mm et à raison de

25 pliages	minimum pour fil de	1 mm
20	Id.	1,5
15	Id.	2
10	Id.	2,5

Pour les fils plus gros, les pliages seront effectués sur rayon de 6 mm et à raison de

15 pliages	minimum pour fil de	3 mm
12	Id.	4
10	Id.	5

5° **Coefficient de dilatation.** — On prendra pour le coefficient de dilatation la valeur

$$\alpha = 0{,}00\,002\,336.$$

6° **Conductibilité électrique.** — La résistivité à 0°C de l'aluminium commercial recuit doit être au plus égale à 2,70 microhms-centimètre (ohm international). Cette valeur correspond à 59 pour 100 de la conductibilité de l'étalon Mathiessen (1,593) et sensiblement à 60 pour 100 de la conductibilité du cuivre commercial recuit.

Pour l'aluminium écroui, on comptera sur une résistivité de 2 pour 100 plus élevée.

La mesure de la résistivité se fera toujours sur des échantillons préalablement recuits. La tolérance sera de 1 pour 100.

La valeur de la résistivité ainsi fixée, jointe à la valeur de la résistance mécanique de l'aluminium recuit, que nous avons fixée à 9 kg : mm² au maximum, caractérise, avec une approximation pratiquement suffisante, la pureté de l'aluminium commercial dont la valeur a été fixée au paragraphe premier.

On comptera pour le coefficient de température sur la valeur 0,0038, de sorte que la résistance à $t°$ C sera

$$R_t = 2{,}70\ (1 + 0{,}0038\ t).$$

La résistance d'un fil d'aluminium de 1 000 m de longueur et de 1 mm de diamètre est égale à 34,38 ohms internationaux à 0° C, et 36,34 ohms à 15° C.

N. B. — La valeur précédente de la résistivité donne, comme rapport des sections de conducteurs d'aluminium commercial et de cuivre commercial de même conductibilité, la valeur pratique

$$\frac{\text{Section Al}}{\text{Section Cu}} = 1{,}68$$

et comme rapport des poids, la valeur pratique

$$\frac{\text{Poids Al}}{\text{Poids Cu}} = 0{,}55.$$

Annexe I. — Le tableau suivant résume les propriétés de l'aluminium et du cuivre commerciaux.

Tableau comparatif des propriétés mécaniques et électriques de l'aluminium commercial et du cuivre commercial.

	Al commercial	Cu commercial
Densité en g : cm³ — Métal fondu....	2,6	8,8
Densité en g : cm³ — Métal écroui....	2,7	8,95
Point de fusion, en degrés C.....	650	1 100
Chaleur spécifique, en cal : g.....	0,212	0,094
Conductibilité thermique (argent=100)	31,3	73,6
Résistivité à 0°, en microhm-cm — recuit	2,70	1,60
Résistivité à 0°, en microhm-cm — écroui	2,75	1,63
Coefficient de température.....	0,0038	0,0039
Conductibilité électrique..... — recuit	59—60	100
Conductibilité électrique..... — écroui	57,5—58	97,5—98
Coefficient de dilatation linéaire, par degré C.....	23×10^{-6}	16×10^{-6}
Tension de rupture, en kg : mm² — recuit	9	22
Tension de rupture, en kg : mm² — écroui	20	42
Limite d'élasticité, en kg : mm².....	11	23
Coefficient d'élasticité.....	6,75	13
Module d'Young.....	0,000148	0,000078
Allongement à la rupture, en centièmes — recuit	25 %	35
Allongement à la rupture, en centièmes — écroui	2 %	2
Rapport des sections à égalité de conductibilité.....	1,68	1
Rapport des poids à égalité de conductibilité.....	0,55	1
Rapport des sections à égalité d'échauffement.....	1,408	1
Rap. des poids à égalité d'échauffement	0,428	1
Rapport des poids à égalité de section	1,0	3,3
Poids d'un fil de 1 mm² de section et 1 km de long, en kg.....	2,7	8,95
Poids d'un câble de 1 mm² de section utile et de 1 km de longueur, en kg. à 3 et 7 brins.....	2,84	5,7
à 19 brins,.....	2,84	5,7
à 37 brins.....	2,84	5,7
Résistance de 1 km à 0°C, en ohms, d'un fil de S mm² de section.....	$\frac{27,5}{S}$	$\frac{16,3}{S}$
d'un fil de D mm de diamètre.....	$\frac{35,0}{D^2}$	$\frac{20,75}{D^2}$
Travail maximum d'un conducteur suspendu en kg : mm² avec le coefficient de sécurité = 3.....	6,7	14,0
Id. = 5.....	4,0	8,4
Id. = 10.....	2,0	4,2
Perte par effet de couronne à égalité de conductibilité.....		
Self-induction relative à égalité de conductibilité.....	0,93-0,97	1
Capacité relative à égalité de conductibilité.....	1,08-1,03	1

Digitized by Google

Annexe II. — Economie d'emploi de l'aluminium. — Economie d'emploi de l'aluminium en fonction du rapport

$$\frac{\text{Prix de l'aluminium}}{\text{Prix du cuivre}}.$$

1° A égalité de conductibilité;
2° A égalité d'échauffement.

Annexe III. — Principes généraux a observer dans la construction des installations électriques en aluminium. — 1. — Faire avec soin le calcul mécanique des conducteurs suspendus. Emploi de l'abaque pour les portées normales. Emploi de la formule du 3e degré sur les grandes portées. Consultation du tableau des flèches.

2. — Ne pas perdre de vue le balancement des conducteurs et placer les isolateurs de manière à éviter tout contact. Epure du balancement.

3. — Disposer les amarrages aux isolateurs de manière à :

1° Eviter toute usure du câble par frottement contre le verre ou la porcelaine;

2° Eviter aux conducteurs des efforts de pliage répétés par le fait du balancement. Pas de fixation rigide, amarrage souple;

3° Eviter aux conducteurs l'échauffement par les effluves.

4. — Soins spéciaux à donner aux conducteurs pendant le transport. Protection des tourets contre le frottement par une enveloppe de bois.

Soins spéciaux pendant la manipulation. Ne pas traîner le câble sur le sol, ne pas le serrer dans des corps durs.

5. — Conservation des tourets en attendant le montage dans des locaux aérés et secs.

6. — ....
7. — ....
8. — ....

Revues, analyses et informations

Description du dynatron (1).

Le dynatron est un tube à vide possédant la propriété d'avoir une résistance négative. Il appartient à la famille des appareils à vide élevé et à cathode chaude. Quoique de construction semblable à celles du kénotron et du pliotron, son fonctionnement en diffère d'une manière fondamentale. Le kénotron redresseur utilise la propriété unidirigée du courant entre une électrode chaude et une froide dans le vide. Le pliotron utilise la charge d'espace de ce courant, qui permet au courant d'être commandé par l'effet électrostatique de la grille. L'action du dynatron dépend de l'émission secondaire d'une plaque sur laquelle tombent les électrons primaires. Le dynatron consiste en un tube à vide contenant un filament chaud F, une anode perforée A, et une troisième électrode P, appelée la plaque. Celle-ci doit être placée près de l'anode dans une position telle que quelques-uns des électrons mis en mouvement par la tension de l'anode puissent tomber sur elle. Une batterie maintient l'anode à une tension constante de 100 v ou plus selon le filament. Les figures de l'original montrent que la plaque est en forme de cylindre, et que l'anode contient un grand nombre de trous au lieu d'un seul, comme il est représenté (fig. 1). Elle peut avoir la forme d'un cylindre perforé, d'une spirale de fil solide, ou d'un réseau de fils de tungstène fins. Le filament est en tungstène, et peut, en outre, être pourvu d'un fil isolé, le long de son axe, ou être entouré par une spirale isolée de façon à constituer un tube à 4 parties appelé un pliodynatron.

En fonctionnement, les électrons issus de F sont mis en mouvement par le champ entre F et A; quelques-uns traversent les trous de A et atteignent P. Si P est à un potentiel bas relativement à celui de F, les électrons entrent dans P et constituent un courant d'électricité négative dans le circuit externe. Si on élève le potentiel de P, la vitesse avec laquelle les électrons viennent s'y heurter va augmenter et si elle devient assez considérable, des électrons secondaires seront émis par la plaque. Ceux-ci seront attirés

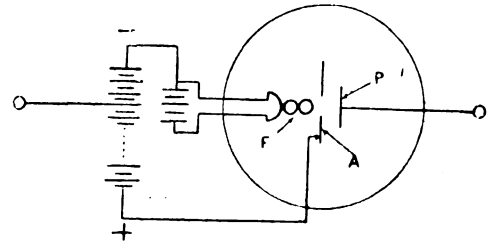


Fig. 1.

vers A qui est plus positive que P. Le courant total d'électrons reçu par P est ainsi la différence entre les électrons primaires y arrivant et les secondaires en repartant. Si on applique des tensions différentes entre P et F la relation tension-courant sera celle représentée (fig. 2) dans laquelle le courant de la plaque est compté comme positif quand les électrons passent du filament à la plaque. Si la tension appliquée entre P et F est très petite, seuls les électrons de l'extrémité la plus négative de F peuvent atteindre P; quand E atteint environ 25 v, P reçoit le courant primaire total émis du filament entier. Ce courant demeure essentiellement constant pour toutes tensions plus élevées. Quand E dépasse 25 v, l'émission d'électrons secondaires de P diminue le courant résultant allant vers la plaque. A 100 v, ce courant résultant est nul, et, au delà de cette tension, le courant s'inverse et croît jusqu'à ce que A nesoit plus suffi-

(1) A.-W. Hull. *Proc. Inst. Radio Eng.*, février 1918, p. 5-35; *Sc. Abstr.*, avril 1918, p. 166-168, 1 000 mots, 2 fig.

Digitized by Google

samment positive pour transporter tous les électrons secondaires ; alors le courant retombe à zéro et s'élève ensuite rapidement à une valeur correspondant au nombre d'électrons primaires.

Entre les points P et R, le courant i obéit à la loi $i = i_0 - \frac{E}{r}$ et le tube peut être considéré comme ayant une résistance négative r. Le terme i_0 disparaît si la tension de la batterie est telle que le courant du dynatron est nul. Si le dynatron

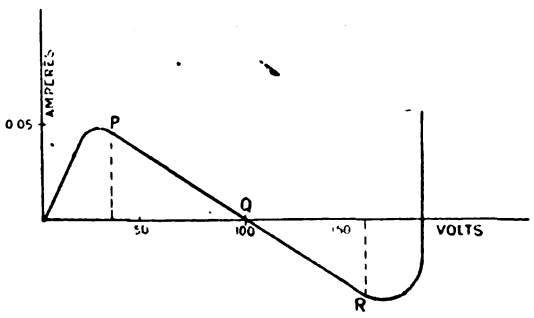


Fig. 2.

est mis en série dans un circuit contenant une résistance positive, les résistances positive et négative peuvent être équilibrées, et le circuit se comporte comme un amplificateur de tension. Si on le place en parallèle avec une résistance positive, le tout agit comme un amplificateur de courant. Si le dynatron est connecté en série avec l'ensemble d'une réactance (L, R) et d'une capacité (C) en parallèle, il se produit des oscillations si $Rr < \frac{L}{C}$ et l'amortissement peut être rendu aussi faible qu'on le désire, de façon qu'une oscillation persiste pendant un temps assez long. Un dynatron court-circuité par deux spires d'un gros fil donnera une fréquence d'environ 20×10^6 cycles par seconde ; des fréquences de l'ordre de 1 : sec peuvent être obtenues par un réglage convenable de la réactance et de la capacité. La forme de l'onde suivra la loi sinusoïdale si $\frac{L}{C} = Rr$, et sera distordue si cette relation n'est pas satisfaite. L'article contient des oscillogrammes qui illustrent cet effet. Si on applique au dynatron un champ magnétique dans une direction parallèle à l'axe de l'anode cylindrique, un nombre plus grand d'électrons se trouvent arrêtés par l'anode et l'émission d'électrons secondaires de la plaque en est gênée. Ceci modifie profondément les caractéristiques du tube ; on n'obtient plus de courant négatif et la boucle négative de la courbe tension-courant disparaît en même temps que l'intensité de champ augmente.

Si dans le pliodynatron, dont il a été fait mention plus haut, dans lequel on ajoute une grille, on applique un champ électrostatique de contrôle du nombre d'électrons atteignant la plaque, la résistance négative étant inversement proportionnelle au potentiel appliqué à la grille, le tube agit comme un puissant amplificateur. Il peut aussi être employé comme radio-générateur. Si un transmetteur téléphonique est connecté entre la grille et le filament, l'ensemble peut être employé comme transmetteur de radio-téléphonie. Le dynatron à contrôle magnétique peut également être employé à cet usage.

Le dynatron peut aussi être employé comme détecteur, et, comme un faible amortissement peut s'obtenir même en couplage serré, la sélectivité est possible avec un rapport de transformation beaucoup plus effectif que celui obtenu jusqu'ici. La connexion d'un dynatron dans le circuit plaque d'un pliotron permet d'augmenter beaucoup l'amplification de la tension continue ; dans un cas particulier, l'augmentation fut de 12 à 625 fois. Inséré dans le circuit grille d'un pliotron détecteur, des signaux faibles furent augmentés depuis la simple audibilité jusqu'à un véritable grondement. Avec deux pliodynatrons en série, on a obtenu une amplification de 10 000. P. V.

Un nouveau débouché pour l'industrie électrométallurgique. La fabrication de l'alcool en partant du carbure (1).

La fabrication électrochimique du carbure de calcium qui conduisait déjà à un grand nombre d'applications : production de l'acétylène pour l'éclairage et la soudure autogène, production de la cyanamide calcique et, par dérivation, de l'acide nitrique synthétique, vient de trouver un nouveau débouché, riche de promesses : la production de l'alcool en partant de l'acétylène. Ce problème, dont on avait en vain cherché la solution pendant les vingt dernières années, est entré maintenant complètement dans la voie des réalisations. L'acétylène C^2H^2 est une combinaison non saturée, parce que les deux atomes tétravalents de carbone ne sont unis qu'à deux atomes d'hydrogène monovalent, alors qu'ils pouvaient encore fixer 6 atomes d'hygrogène ou un nombre équivalent d'autres atomes ou d'autres groupes d'atomes. On peut, par certains procédés, saturer davantage le carbone de l'acétylène. On peut, par exemple, obtenir un corps intermédiaire entre l'acétylène et l'alcool, l'acétaldéhyde C^2H^4O, en combinant une molécule d'acétylène C^2H^2 à une molécule d'eau H^2O. Pour cela on fait passer un courant d'acétylène dans une solution diluée d'acide sulfurique, qui contient comme catalyseur des sels de mercure. Pour que l'acétaldéhyde devienne de l'alcool, ou plus exactement, de son vrai nom chimique, de l'alcool éthylique, il faudrait pouvoir y fixer encore deux atomes d hydrogène. On y parvient en vaporisant l'acétaldéhyde qui bout déjà à 21° C et en faisant passer la vapeur mélangée à de l'hydrogène sur une couche de nickel finement pulvérisé. Il se produit alors de l'alcool éthylique d'après la réaction :

$$CH^3.CHO + H^2 = CH^3.CH^2.OH$$

On peut, d'autre part, transformer de la même manière l'acétaldéhyde en acide acétique en faisant passer sur la couche de nickel un mélange de vapeur d'acétaldéhyde et d'oxygène. La réaction est la suivante :

$$CH^3.CHO + O = CH^3.CO.OH$$

L'alcool et l'acide acétique sont employés en très grandes quantités dans les industries chimiques, elles servent en effet de bases à un très grand nombre de combinaisons organiques. On a déjà entrepris actuellement la fabrication en grand de l'alcool en partant du carbure de calcium. C'est ainsi que les usines Lonza, à Visp (Wallis) construisent actuellement une très grosse installation qui permettra de fabriquer annuellement 10 000 t d'alcool, ce qui correspond à la totalité de l'alcool étranger importé en Suisse. E. P.

(1) *Chemische Technische Wochenschrift*, t. XXIII, p. 55.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Société d'Applications industrielles (Compagnie d'Entreprises électriques).

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 29 OCTOBRE 1918.

Durant l'exercice 1917-1918, la Société a continué à porter principalement ses efforts sur le développement et la bonne marche des sociétés de distribution d'énergie dans lesquelles elle est intéressée.

D'une manière générale, l'industrie des transports d'énergie a présenté les mêmes caractéristiques que l'année précédente.

Les recettes ont été presque partout en progression notable et les sociétés qui produisent exclusivement l'énergie hydro électrique ont vu leurs résultats s'améliorer encore.

Par contre, la situation des industries qui ont recours à l'énergie thermique s'est sensiblement aggravée par suite de la qualité défectueuse et des hauts prix des combustibles, la rareté et le coût excessif du matériel d'entretien, l'augmentation des salaires et de la main-d'œuvre, sans qu'elle ait pu encore trouver une compensation suffisante dans une élévation correspondante des tarifs.

Les recettes totales de l'exercice, comprenant revenu du portefeuille, produit des avances et participations syndicales, commissions diverses, etc., se sont élevées à 1 286 051,49 fr.

Les résultats du compte profits et pertes sont en amélioration sur ceux de l'exercice précédent. Le solde s'élève à 695 725,22 fr, en augmentation de 247 229,52 fr.

Ces résultats permettraient de distribuer un dividende, mais, en raison de l'incertitude qui subsiste en ce qui concerne les affaires de la Société en pays envahis, le Conseil propose d'ajouter les bénéfices à ceux de l'exercice précédent et de reporter le tout à nouveau, soit 842 267,84 fr.

Le Conseil donne ensuite les renseignements sur la marche des principales entreprises dans laquelle la Société est intéressée.

Société pour la création et l'utilisation des Forces motrices. — Cette Société a porté ses efforts principalement sur la création d'une chute très importante dans la vallée de la Haute-Isère. Les travaux vont commencer prochainement.

Société des Forces motrices d'Auvergne. — Les recettes de 631 387 fr en 1917 sont en augmentation de 114 773 fr. Le dividende a été maintenu à 5 pour 100 pour les deux catégories d'actions après la dotation des réserves.

Société des Forces motrices de la Truyère. — Cette Société entreprend l'aménagement de la chute importante qu'elle s'est assurée sur la Truyère.

Compagnie électrique de la Loire et du Centre. — Les recettes de 14 501 963 fr en 1917-1918 sont en augmentation de 1 648 280 fr. Les bénéfices ne sont qu'en légère augmentation sur ceux de l'exercice précédent par suite de l'augmentation de la marche à la vapeur. Le dividende est maintenu à 7 pour 100.

Société méridionale de Transport de Force. — Les recettes de 1917 s'élèvent à 3 631 655 fr. Le dividende a été fixé à 35 fr comme pour l'exercice précédent. Cette Société a augmenté son capital cette année.

Sud-Electrique. — Les recettes sont en augmentation de 226 154 fr. Les bénéfices continuant à progresser permettront probablement une augmentation du dividende qui était de 5 pour 100 en 1916-1917.

Société nimoise d'Electricité. — Les recettes ont été, en 1917, de 799 826 fr contre 744 546 fr en 1916. Le dividende a été maintenu à 10 pour 100.

Société avignonnaise d'Electricité. — En 1917, les recettes ont été de 315 887 fr contre 296 084 fr en 1916. Le dividende a été porté de 5 à 6 pour 100 (voir *R. G. E.*, 20 avril 1918, t. III, p. 597 pour le compte rendu de l'assemblée).

Union électrique. — Les recettes de 2 067 138 fr sont en augmentation de 403 020 fr. Aucun dividende n'a été distribué pour les derniers exercices.

Société d'Electricité de Caen (voir *R. G. E.* du 30 octobre 1918, t. IV, p. 516, où est donné le compte rendu de l'assemblée générale de cette Société).

Energie électrique du Nord de la France. — Cette entreprise, qui distribue l'énergie électrique dans la région Lille-Roubaix-Tourcoing, vient d'être libérée. L'usine n'a pas trop souffert. A Wasquehal, les bâtiments, la chaufferie, le tableau, le réfrigérant et le service de manutention sont intacts. Une partie des machines productrices d'énergie est en bon état, mais deux groupes de 6000 kw ont été enlevés par l'ennemi et quatre autres groupes ont des détériorations plus ou moins importantes. Le réseau souterrain est intact, sauf au passage des ponts. Les sous-stations sont également intactes comme bâtiments, mais l'ennemi a enlevé ou détérioré un grand nombre de machines. L'exploitation a repris immédiatement sur une échelle réduite.

Société roubaisienne d'éclairage par le gaz et l'électricité et l'Electrique Lille-Roubaix-Tourcoing. — Ces deux sociétés ont plus souffert que l'Energie électrique du Nord. A l'usine à gaz les Allemands ont fait sauter complètement le bâtiment des fours. Le réseau souterrain a été endommagé. En ce qui concerne l'Electrique Lille-Roubaix-Tourcoing le réseau ferré n'a pas trop souffert, mais les sous-stations et le matériel voitures sont assez détériorés. Il semble, toutefois, que la reprise d'un service restreint pourra se faire progressivement dans un délai peu éloigné.

Digitized by Google

Est-Electrique. — Les réseaux de cette Société étaient encore momentanément envahis.

Energie électrique de la région parisienne. — L'usine de Nanterre a été mise en marche dans le courant de l'année dernière pour assurer tout à la fois les services de traction électrique des chemins de fer de l'Etat dans la banlieue de Paris et les besoins d'une puissante manufacture nationale de guerre. Des pourparlers sont engagés en ce moment avec l'administration des Chemins de fer de l'Etat pour obtenir les modifications du contrat afin de tenir compte des cas de force majeure provenant de la guerre.

Est-Lumière. — Les recettes ont augmenté de 5 294 142 fr cette année; cette augmentation provient de la majoration charbonnière payée par les abonnés de force motrice. Aucun dividende n'a pu être distribué.

Gaz et Electricité de Valence. — Le dividende a été porté pour 1917-1918 à 6 pour 100 pour les deux catégories d'actions contre 5 pour 100 pour l'exercice précédent.

Compagnie générale d'Eclairage de Bordeaux. — Aucune solution n'est intervenue pour les nombreuses questions soulevées entre la ville de Bordeaux et cette Société.

Société industrielle de Gaz et d'Electricité. — Cette Société exploite un certain nombre de réseaux de gaz et d'électricité dans diverses régions de la France, notamment à Remiremont, Apt, Pézenas, Lésignan, Graulhet, Chelles, etc. Les recettes sont en diminution de 21 721 fr. Aucun dividende n'a été distribué.

Compagnie des Chemins de fer départementaux de la Haute-Vienne. — En 1917, les recettes de 1 100665 fr sont en augmentation de 175 143 fr sur l'exercice précédent. Aucun dividende n'a été distribué.

Societa trazione ed imprese elettriche. — Cette Société a poursuivi l'exécution de son programme malgré les difficultés actuelles.

L'Eclairage électrique. Compagnie française Thomson-Houston (voir le compte rendu de l'assemblée extraordinaire, *R. G. E.*, 18 mai 1918, t. III, p. 743).

Compagnie électro-mécanique. — Le dividende a été maintenu à 8 pour 100 (voir *R. G. E.*, 28 avril 1918, t. III, p. 288).

Trafilerie e Laminatoi di Metalli. — Cette Société est une filiale en Italie des Tréfileries et Laminoirs du Havre. Ses trois usines de Sestri-Levante, Casazza et Villa-Cogozzo près de Brescia, ont continué à travailler dans de bonnes conditions. Le dividende distribué pour l'exercice 1917 a été maintenu à 8 pour 100, maximum autorisé par la loi italienne.

Après avoir fait connaître ces divers résultats, le Conseil annonce qu'il a décidé, avec l'autorisation reçue par l'assemblée générale extraordinaire du 25 avril 1912 et celle du ministre des Finances, d'augmenter le capital de 10000000 fr par la création de 40 000 actions de 250 fr à souscrire contre espèces. Cette augmentation de capital se fera dès la clôture des opérations de l'emprunt.

Conformément aux statuts, la moitié de cette augmentation sera réservée aux porteurs de droits de préférence et l'autre moitié aux actionnaires actuels.

Cette augmentation de capital est nécessitée par le concours que la Société devra apporter aux diverses compagnies nommées ci-dessus pour la réfection ou les agrandissements qu'elles ont projetés.

Le Conseil peut aussi émettre des obligations, si cela était nécessaire.

BILAN AU 30 JUIN 1918.

Actif.

	fr
Caisse et banques	417 963,64
Bons de la Défense nationale	2 000 000 »
Coupons à encaisser	97 375 »
Débiteurs divers	3 313 127,19
Effets à recevoir	190 510.10
Portefeuille	19 451 208 «
Participations syndicales et commandite	712 737,45
Loyer d'avance et cautionnements	7 065 »
Droits de transmission à recouvrer	119 653,28
Mobilier	1 »
Comptes d'ordre	2 355 340 »
Dépréciation provisoire due au change	1 805 933,85
Opération de change à terme garantie	1 000 000 »
Prime de remboursement et frais d'émission des obligations	Mémoire
Rachat des parts bénéficiaires	Mémoire
	31 470 914,51

Passif.

	fr
Capital	10 000 000 »
Réserve légale	84 815,78
Provision pour risques en pays envahis et risques de change	2 000 000 »
Obligations 4 1/4 pour 100	3 000 000 »
Créanciers divers et risques de change	9 524 194,22
Parts bénéficiaires à rembourser	2 021,04
Coupons actions	1 337,31
Coupons obligations	42 477,05
Titres à libérer (versements non appelés)	2 583 675 »
Comptes d'ordre	2 355 340 »
Opération de change à terme garantie	1 000 000 »
Profits et pertes reportés	181 348,89
Solde du compte de profits et pertes de l'exercice 1917-1918	695 725,22
	31 470 914,51

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR :
J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF :
Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. — TOME IV. — N° 25. — 21 DÉCEMBRE 1918.

AVIS IMPORTANT. — *Nous informons les lecteurs dont l'abonnement, expirant au 31 décembre, n'a pas été renouvelé, que nous leur ferons présenter par l'Administration des Postes un reçu du montant de cet abonnement augmenté des frais de recouvrement postal. Nous les prions instamment de donner les ordres nécessaires pour que cette « valeur » soit payée à présentation. Il est rappelé que les lecteurs qui reçoivent la Revue par l'intermédiaire des Syndicats de l'Electricité doivent s'adresser directement au Syndicat dont ils font partie et non à nos bureaux.*

Chronique. — Nécrologie : Henri Guittard. — Création d'un Syndicat professionnel des ingénieurs-électriciens français. — Les alternateurs à haute fréquence. — Le Conseil international des recherches scientifiques et industrielles. — Société française des électriciens. — Bibliographie : Taxes et impôts nouveaux, par F.-J. COMBAT; Notions sur la propriété industrielle et commerciale, par G. GUTTON; Instructions in the French measures; A help to the american soldiers, p. 937-940.

Section scientifique et technique. — Diagramme des moteurs polyphasés asynchrones tenant compte de la saturation magnétique, par J. BETHENOD, p. 941.

Section industrielle. — Etude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice (*suite*), par E. MAYNARD, p. 947. — La production électrochimique industrielle des composés nitrés : acide nitrique et dérivés, cyanamide, azotures, par Jean ESCARD, p. 959. — Note sur la mesure d'une résistance par la méthode du voltmètre, par H. PLANCHON, p. 972. — Revues, analyses et informations : Dispositif de changement de vitesse pour moteur shunt à six vitesses, p. 973; Un nouveau compteur électrolytique, p. 973.

Section économique et financière. — Organisation d'un service d'études des normalisations dans une usine de constructions électriques, par J. FIÉVEZ, p. 975. — Assemblées générales : Compagnie générale des Omnibus de Paris, p. 978; Compagnie générale parisienne de Tramways, p. 978; Société des Forces motrices de la Vienne, p. 979; Schneider et Cie, p. 980; Société norvégienne de l'Azote et de Forces hydro-électriques, p. 980; Société des Forces de la Tarentaise, p. 980.

Section de Législation. — Des déprédations commises contre les réseaux électriques et de leur répression, par Jean DE LA RUELLE, p. 981. — Législation, jurisprudence, réglementation : Documents de jurisprudence, p. 984.

Errata, p. 984.

Nécrologie : Henri Guittard. — Les milieux de l'industrie électrique ont appris avec un unanime regret la mort, survenue le 11 novembre 1918, de M. Henri Guittard, directeur des usines de la Compagnie française Thomson-Houston.

Né à Paris en 1865, d'une vieille famille parisienne, M. Guittard fit de solides études au lycée Charlemagne, puis à l'École de Physique et Chimie industrielles, que la Ville de Paris venait de fonder et où le fort enseignement de Schutzenberger et d'Hospitalier a formé, pour l'industrie électrique, tant de techniciens et de chefs. Vrai enfant de Paris, il était bien représentatif de cette ancienne et solide industrie parisienne, dont il avait toutes les qualités de labeur, d'ordre, de probité morale et professionnelle, de goût pour le « beau travail ».

Sa carrière d'ingénieur, tout entière écoulée dans deux maisons, fut uniquement consacrée à l'industrie électrique, d'abord dans la Compagnie parisienne de l'Air comprimé, où il débuta en 1888 et participa activement aux tout premiers développements de la distribution de l'électricité pour l'éclairage et la force motrice; et, ensuite, en 1895, dans la Compagnie française Thomson-Houston, qui introduisait alors en France la technique américaine la plus moderne, et au service de laquelle il devait demeurer jusqu'à sa mort prématurée.

Chargé d'abord plus particulièrement des importantes installations de voie et matériel roulant relatives à l'électrification des premières grandes lignes de tramways de Paris (place de la République-Pantin, Aubervilliers, réseau à accumulateurs; lignes à caniveau Bastille-Charenton, Bastille-Montparnasse, etc.), il fut promu, en 1901, ingénieur en chef et appelé à diriger à ce titre plusieurs des grandes entreprises qu'exécuta dans cette période la Compagnie française Thomson-Houston.

A partir de 1904, une orientation nouvelle fut donnée à son activité. Il fut nommé directeur de la Société des Ateliers Thomson-Houston (anciens établissements Postel-Vinay) et, après la fusion de cette Société dans

Digitized by Google

la Compagnie française Thomson-Houston, il devint directeur des usines et des ateliers de cette Compagnie.

Sous sa direction, qui dura plus de quatorze ans, les usines de Vaugirard furent développées; les usines de Neuilly-Plaisance et de Neuilly-sur-Marne, celle de Lesquin-lez-Lille, furent créées ou transformées. Cette dernière, notamment, destinée à la construction des turbines à vapeur et du gros matériel électrique, fut l'objet de tous ses efforts, du légitime orgueil d'une belle œuvre accomplie; s'il n'eut pas la joie de la voir tout récemment libérée du joug de l'ennemi, le spectacle douloureux de sa destruction à peu près complète et méthodiquement effectuée lui fut du moins épargné.

La guerre vint lui apporter la tâche, ardue et lourde de responsabilités, de concentrer sur les fabrications de guerre toute la puissance industrielle des usines dont il avait la direction. Il se mit à l'œuvre avec le dévouement qu'il portait à sa Société, avec l'énergie et l'ardeur puisées dans son profond patriotisme. Mais ce labeur écrasant de quatre années devait avoir raison de sa robuste constitution, et prépara sournoisement le terrain au mal qui vient de l'emporter.

Henri Guittard
1865-1918

Malgré ses absorbantes fonctions, M. Guittard avait mis depuis longtemps son activité et ses connaissances au service des grandes Associations qui veillent sur les intérêts de l'Industrie électrique française.

Comme membre du Comité du Syndicat professionnel des Industries électriques et président de la première section, où il succéda à M. Legouez, appelé lui-même à la présidence du Syndicat, comme membre du Comité électrotechnique français, il collabora avec distinction à l'élaboration des cahiers des charges de construction et de réception du matériel électrique, à l'étude des questions douanières, et, en général, de toutes celles intéressant cette industrie.

Pendant la guerre, l'estime et la sympathie dont il jouissait le désignèrent comme président du groupement des Constructeurs électriciens pour la répartition des produits métallurgiques ; il y rendit d'importants services, consacrant, à la solution des questions si complexes et délicates que comportaient les soins d'une répartition d'approvisionnements déficitaires, toute sa compétence et son intégrité. Sa connaissance profonde des besoins de la classe ouvrière, la confiance que lui avait value dans ce milieu son esprit de justice et de bonté, lui permirent de contribuer utilement au règlement paisible des graves questions de main-d'œuvre soulevées par la mise en pratique des réglementations des conditions du travail édictées par le ministère de l'Armement.

Tous ceux qui l'ont approché ont pu apprécier, sous une attitude un peu réservée et froide, la loyauté de son caractère, sa bonté de cœur, et cette qualité rare d'esprit qui, sous une apparence de bon sens simple et un peu rude, cachait une remarquable acuité et pénétration de jugement. Sa mort prématurée survenant dans le plein épanouissement de ses facultés et de son expérience, et à l'heure même où la victoire nous ouvre les plus grands espoirs, est une grande perte pour la Société à laquelle il avait consacré la plus large part de son labeur et une fidélité presque filiale, pour l'industrie française dont il a été le bon ouvrier.

A sa famille, à ses amis, à ses collègues, c'est un homme de bien et de devoir qui a été ravi.

M. S.

Création du Syndicat professionnel des Ingénieurs-électriciens français. — Alors que les groupements d'ingénieurs de l'étranger se préoccupent non seulement du développement technique de l'industrie à laquelle ils appartiennent, mais encore des intérêts corporatifs de leurs membres, les sociétés françaises d'ingénieurs ne s'occupent guère que de questions techniques. Aussi depuis plusieurs années déjà les ingénieurs français songeaient-ils à constituer des associations professionnelles régies, comme les syndicats patronaux et les syndicats ouvriers, par la loi du 21 mars 1884. C'est une de ces associations, le Syndicat professionnel des ingénieurs-électriciens, qui a été fondée dimanche dernier dans une réunion tenue dans l'Hôtel de la Société des Anciens Elèves des Arts et Métiers.

Dans cette réunion, après avoir brièvement exposé les principaux buts du nouveau syndicat ainsi que les travaux du Comité constitué il y a quelques mois en vue

Digitized by Google

de préparer les statuts et le règlement intérieurs, M. P. Boucherot a fait procéder à la nomination du bureau de l'Assemblée de fondation. Sur les propositions du Comité, M. L. Barbillion, directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble, a été nommé président; MM. P. Boucherot professeur à l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de la ville de Paris et à l'Ecole supérieure d'Electricité et Ch. Duval, directeur des Services électriques de la Société générale d'Entreprises, vice-présidents; MM. Rousselet et Fleury-Deflassieux, secrétaires.

Le bureau étant ainsi constitué, l'assemblée a passé à la discussion des statuts préparés par le Comité, qui ont été adoptés sans modifications. Il a été ensuite procédé à l'élection du Comité de direction prévu par les statuts et dont les pouvoirs expireront à l'assemblée générale de mai 1919, puis à la discussion du règlement intérieur, à celle de l'appel à lancer aux ingénieurs électriciens, et enfin à l'approbation des comptes du Comité de préparation.

Nous reviendrons ultérieurement sur l'organisation de ce Syndicat; bornons-nous à dire pour le moment qu'il est largement ouvert à tous les ingénieurs électriciens français, qu'ils sortent ou non d'une école d'électricité, pourvu qu'ils aient un certain nombre d'années de pratique professionnelle.

Les alternateurs à haute fréquence. — Nou recevons à ce sujet la lettre suivante:

L'article publié dans la « R. G. E. » du 29 novembre 1918, t. IV, p. 803, par M. Billieux, au sujet de l'alternateur à haute fréquence de notre Société, mais à notre insu, contient de graves inexactitudes tant au point de vue de la description technique qu'en ce qui concerne les questions de brevets.

M. Latour vous a déjà adressé une lettre rectifiant certains points particuliers (*R. G. E.*, 7 décembre, t. IV, p. 859); sans nous lier au texte de M. Latour au sujet duquel nous aurions à faire quelques réserves, nous croyons utile de mettre les lecteurs de la « R. G. E. » en garde contre les assertions inexactes de M. Billieux.

Au moment que nous jugerons opportun, nous nous empresserons de décrire notre matériel à haute fréquence avec tous détails et explications utiles; qu'il nous suffise, pour l'instant, de signaler que les premiers résultats des épreuves auxquelles ce matériel est actuellement soumis permettent de considérer qu'un progrès immense vient de s'accomplir dans l'industrie des communications rapides et intensives à toutes distances.

Veuillez agréer, Messieurs, nos salutations distinguées.

E. Girardeau,
Administrateur-directeur technique
de la Société française Radio-Electrique.

Le Conseil international des recherches scientifiques et industrielles. — Dans la « R. G. E. » du 9 novembre dernier, nous signalions, p. 682, dans la note intitulée « Ce que deviendront les commissions internationales après la guerre », la résolution prise par la Conférence interalliée des Académies scientifiques, réunie à Londres du 9 au 11 octobre, de créer un Conseil international de recherches scientifiques et industrielles formé par la Fédération des Conseils nationaux.

Cette résolution vient de recevoir un commencement de réalisation dans la seconde session de la Conférence qui a eu lieu à Paris du 26 au 29 novembre.

La Conférence a en effet décidé de remplir provisoirement le rôle de ce Conseil international de recherches, puis a institué immédiatement un Comité exécutif de cinq membres, chargé « d'étudier dans leurs détails les questions soulevées à la Conférence, avec le concours des organismes ou personnes les mieux qualifiés »; elle a élu comme membres de ce Comité: MM. Hale (Etats-Unis), Lecointe (Belgique), Emile Picard (France), Schuster (Grande-Bretagne), Volterra (Italie), qui ont choisi comme président M. Emile Picard et comme secrétaire M. Schuster et ont décidé que le siège du bureau serait, jusqu'à nouvel avis, à Londres.

La Conférence de Paris a en outre adopté diverses résolutions et dispositions dont nous reproduisons ci-dessous celles qui sont d'ordre général.

Résolutions votées par la Conférence. — 1. La Commission d'études, prévue à l'article 4 des résolutions de la Conférence de Londres, remplira, jusqu'à nouvel ordre, le rôle du Conseil international de recherches visé à l'article 6 des mêmes résolutions.

2. Les académies ou gouvernements représentés au Conseil international auront la faculté d'adjoindre à leur délégation de nouveaux membres appartenant, soit au Conseil national prévu à l'article 5 des résolutions de Londres, soit à toute autre organisation similaire.

3. Le Conseil international instituera immédiatement un Comité exécutif de cinq membres, chargé d'étudier les questions scientifiques ou techniques qui lui auront été renvoyées par le Conseil international.

4. Le Comité exécutif étudiera également les projets d'ordre scientifique ou industriel et de caractère international, visés à l'article 4 des résolutions de la Conférence de Londres, et notamment les projets de création de nouvelles associations qui lui seront soumis par l'une des académies représentées à la Conférence ou par un groupe de délégués, soit de ces académies, soit d'un Conseil national de recherches.

A cet effet, le Comité exécutif pourra entrer en relations avec les organismes et les personnes jugés par lui compétents en la matière.

5. Le Comité exécutif formera des comités spéciaux chargés d'étudier en détail la formation des nouvelles associations envisagées à l'article premier des résolutions de la Conférence de Londres, ainsi que des associations dont la création aurait été décidée par la présente Conférence. Les membres de ces comités ne seront pas nécessairement membres du Conseil international. (Un Comité spécial pourra nommer de nouveaux membres à la majorité des deux tiers des voix des membres qui le composent.)

6. Le Comité exécutif aura pouvoir de convoquer des réunions du Conseil international de recherches.

7. Dès que le Comité exécutif estimera que les conseils nationaux sont en nombre suffisant pour permettre la constitution du Conseil international définitif prévu à l'article 6 des résolutions de Londres, il provoquera la réunion de ce Conseil.

Les membres du Comité exécutif résigneront alors leurs fonctions.

Digitized by Google

8. Pour les organisations sortant de la compétence des comités spéciaux déjà constitués, le Comité pourra entrer en relations avec les organismes ou les personnes les mieux qualifiés.

9. Le Comité exécutif créera, sous sa direction, un bureau administratif.

Déclaration de principe. — La Conférence, reconnaissant qu'en matière de science les premiers progrès sont toujours le résultat d'efforts individuels, considère comme l'une de ses tâches essentielles d'encourager tous les efforts ayant pour but de réunir les ressources et d'assurer aux savants qualifiés la liberté d'esprit nécessaire au succès des recherches scientifiques d'ordre élevé.

Dispositions générales applicables a la constitution de toutes les associations scientifiques internationales rattachées au conseil international de recherches. — 1. Pourront participer à la fondation des associations scientifiques rattachées au Conseil international de recherches ou adhérer ultérieurement aux mêmes associations, les pays dont les noms suivent : Belgique, Brésil, Etats-Unis, France, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande, Australie, Afrique du Sud, Canada, Nouvelle-Zélande, Grèce, Italie, Japon, Pologne, Portugal, Roumanie, Serbie.

2. Une association étant constituée, les nations non comprises dans l'énumération précédente, mais rentrant dans les conditions de l'article premier des résolutions de la Conférence de Londres, pourront éventuellement y être admises, soit sur leur demande, soit sur la proposition de l'un des pays faisant déjà partie de l'association.

Ces demandes seront soumises au Comité international, qui décidera de leur admission à la majorité des trois quarts de voix de l'ensemble des pays déjà entrés dans l'association.

Société française des électriciens : Séance du 5 décembre 1918. — Deux intéressantes communications furant faites en cette séance, l'une de M. Ch.-Ed. Guillaume sur « les étalons industriels de longueur » et l'autre de M. E. Brylinski sur « l'état permanent sur une ligne parcourue par un courant sinusoïdal ». Nous reviendrons sur cette dernière communication dans un prochain numéro ; nous n'insisterons pas sur la première, M. Ch.-Ed. Guillaume ayant déjà publié deux intéressants articles sur le même sujet dans la « R. G. E. », 3 août 1918 et 10 août 1918, t. IV, p. 141 et 171.

Bibliographie : Taxes et impôts nouveaux, par F.-J. Combat, expert-comptable breveté (1). — Pour faire face aux dépenses nécessitées par la guerre, le gouvernement a dû chercher des ressources dans les impôts déjà existants et dans des impôts nouveaux : taxe sur les bénéfices de guerre, impôts cédulaires, augmentation des droits de timbre, de succession, etc., taxes nouvelles sur les paiements civils et commerciaux, etc. Dans ce dédale fiscal, l'intéressé, le contribuable, s'y reconnaît difficilement. Aussi M. Combat a-t-il été bien inspiré en publiant sous une forme pratique l'exposé de ces taxes et impôts nouveaux.

Son livre est divisé en quatre parties qui traitent successivement des nouvelles taxes commerciales, de la réglementation financière nouvelle, des mesures contre les nouvelles fraudes fiscales et des diverses dispositions fiscales résultant de la loi du 29 juin 1918. Il constitue un véritable memento du contribuable qui y trouve quantité de renseignements journellement utiles ; on peut donc à coup sûr lui prédire le même succès que les ouvrages antérieurs du même auteur sur les Bénéfices de guerre, les Impôts sur le revenu, les Impôts cédulaires qui ont déjà été l'objet de plusieurs éditions.

Bibliographie : Notions sur la propriété industrielle et commerciale, par G. Gutton, ancien bâtonnier de l'Ordre des avocats de Nancy (1). — Dans ce livre l'auteur a reproduit les leçons qu'il professe à l'Institut commercial de Nancy dirigé par M. Bourcart, professeur à la Faculté de droit de cette ville. Il s'adresse donc particulièrement aux jeunes gens qui se préparent à devenir industriels ou commerçants, mais il n'est pas douteux, étant donné le peu d'importance attribué jusqu'ici à l'enseignement du droit industriel et commercial, qu'il sera utile à ceux qui déjà sont dans l'industrie et le commerce.

Après quelques notions sur le droit de propriété en général, l'auteur entre dans le vif de son sujet en exposant la législation des fonds de commerce, des brevets d'invention, des marques de fabrique, des modèles de fabrique et dessins industriels. Il examine ensuite les caractères de la concurrence déloyale, les restrictions qui sont apportées à la propriété industrielle ou commerciale par certaines lois ou certains règlements et termine par l'analyse des traités internationaux qui protègent cette propriété.

Bibliographie : Instructions on the French measures : A help to the american soldiers. — Bien que la publication consiste en une simple feuille de dimensions 13 cm × 9 cm, nous estimons devoir la signaler à nos lecteurs car elle pourra rendre service à ceux d'entre eux qui sont en relations avec l'armée américaine et que, d'autre part, sa diffusion parmi nos Alliés ne peut que contribuer à l'adoption universelle du système métrique, ce à quoi l'industrie française est intéressée.

Le texte, en anglais, commence par rappeler que le système métrique a été légalisé aux Etats-Unis par l'Acte du Congrès du 28 juillet 1866. Il donne ensuite les définitions des unités métriques et leurs correspondances avec les unités américaines. Sur l'un des longs côtés de la feuille est imprimé un décimètre divisé en millimètres avec, pour légende, cette remarque suggestive, bien choisie pour faire saisir la simplicité de notre système de mesures. Avec ce décimètre, vous pouvez édifier tout le système métrique ; faites une boîte dont chaque côté ait un décimètre et vous obtiendrez l'unité de volume, le litre ; remplissez cette boîte d'eau, vous obtiendrez un poids de 1 kg.

Pour avoir des exemplaires de cette notice destinés à être distribués aux soldats américains, on peut s'adresser à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale qui en fait gratuitement l'envoi à ses membres.

(1) Un vol., 19 cm × 12, 276 pages, édité par Berger-Levrault et Cie, 5, rue des Beaux-Arts, Paris, broché, 6 fr.

(1) Un vol., 23 cm × 14 cm, 106 pages ; librairie de la Société du Recueil Sirey, 22, rue Soufflot, Paris.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Diagramme des moteurs polyphasés asynchrones tenant compte de la saturation magnétique

Nos lecteurs connaissent bien tous les diagrammes circulaires des moteurs asynchrones qui ont été proposés jusqu'ici. Ces diagrammes ne tiennent pas compte de la saturation magnétique. Dans l'article ci-dessous, M. J. Bethenod expose la théorie d'un nouveau diagramme dont il est l'auteur et qui tient compte de la saturation magnétique. M. J. Bethenod donne en réalité deux diagrammes, un diagramme approché dans lequel il suppose que les divers flux se réduisent à un flux commun et à deux flux de fuite proportionnels respectivement aux courants statorique et rotorique, et un diagramme exact qui tient compte des conditions réelles de fonctionnement.

Le diagramme des moteurs asynchrones a donné lieu depuis vingt-cinq ans à un grand nombre d'études, généralement dérivées des travaux classiques de Blondel, Potier, etc., et il peut paraître bien téméraire, à l'heure actuelle, d'entreprendre une publication sur ce sujet. Cependant le circuit magnétique des moteurs modernes est soumis d'ordinaire à une saturation plus ou moins accusée, et, de ce fait, l'épure circulaire bien connue ne peut leur être appliquée qu'avec une approximation assez faible, puisque la base même de cette épure est la proportionnalité des flux aux ampères-tour.

Le but de la présente étude est de présenter quelques constructions graphiques très simples permettant de mettre en évidence l'effet de la saturation; nous commencerons par l'exposé d'une solution approchée, applicable aux moteurs à faible dispersion, pour terminer par une solution susceptible de fournir une approximation aussi grande qu'on le désire. Mais, auparavant, nous ferons remarquer qu'avec des machines polyphasées une distribution sinusoïdale, dans l'espace et dans le temps, des ampères-tour résultants donne lieu évidemment à un flux tournant d'amplitude constante; ceci légitime suffisamment l'emploi de courbes d'aimantation analogues à celles que l'on utilise dans l'étude des machines polyphasées synchrones, en se basant encore sur des travaux dus principalement aux savants précités. On peut admettre que les harmoniques produits par la saturation ont un effet négligeable, surtout dans le cas très fréquent de moteurs triphasés. Mais, avec des machines monophasées, moteur série où à répulsion par exemple, cet effet devient très accusé, et une utilisation de la *courbe expérimentale du flux alternatif en fonction des ampères-tour supposés sinusoïdaux* n'est pas sans soulever des objections très sérieuses.

I. Solution approchée. — On suppose que les divers flux se réduisent à un flux commun et à deux flux de fuites proportionnels respectivement aux courants primaire I_1 et secondaire I_2. Le flux commun engendre dans les circuits statoriques une force électromotrice E et, dans les circuits rotoriques, une force électromotrice $h\,E\,g$, g étant le glissement en pour 100 et h un coefficient de proportionnalité, connu au moyen des formules de Blondel [1]. Négligeant provisoirement la chute ohmique dans les enroulements statoriques, on peut écrire symboliquement ($j = \sqrt{-1}$)

$$(1)\qquad \begin{cases} U_1 = x_1 I_1 j + E \\ 0 = r_2 I_2 + g x_2 I_2 j + h E g; \end{cases}$$

r_2 étant la résistance vectorielle du rotor (voir Blondel, *loc. cit.*) et les réactances x_1, x_2 mesurées à la fréquence du réseau correspondant aux flux de fuites primaire et secondaire conformément à l'hypothèse initiale. D'autre part, les ampères-tours magnétisants, ramenés à l'échelle du courant I_1, sont

$$(2)\qquad I_m = I_1 + h I_2,$$

le coefficient h étant nécessairement le même que celui défini plus haut, ainsi que cela sera démontré dans la suite.

Enfin, il existe entre E et I_m une relation

$$(3)\qquad E = f(I_m),$$

représentée par la courbe de la figure 1 et qui peut être soit prédéterminée point par point, soit relevée expérimentalement. Dans la théorie classique, cette courbe est une droite passant par l'origine, et son incurvation donne donc une mesure du degré de saturation.

Il s'agit maintenant de résoudre les quatre équations simultanées qui précèdent, avec I_1, I_2, E et I_m comme inconnues pour chaque valeur de g; dans ce but, tirons

[1] A. Blondel. Propriétés des champs tournants; *Eclairage électrique*, 24 août 1895, p. 364. Voir aussi du même auteur : Notes sur la théorie élémentaire des appareils à champs tournant. *Lumière électrique*, 25 novembre 1913, t. I et suivants.

Digitized by Google

I_1 et I_2 du système (1) et portons les valeurs obtenues dans (2)

$$I_m = \frac{U_1 - E}{x_1 j} - \frac{h^2 E g}{r_2 + x_2 g j},$$

ou encore

$$(4)\quad \frac{U_1}{x_1} = I_m j + \frac{E}{x_1} + \frac{h^2 E}{x_2}\sin^2\gamma + \frac{h^2 E}{x_2}\sin\gamma\cos\gamma\, j,$$

en posant

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{g x_2}{r_2}.$$

Les vecteurs $I_m j$ et E sont d'ailleurs en phase, et en combinant (4) et (3) le problème est résolu en principe. En raison de la relation (3) impossible à expliciter algébriquement, il convient de prendre E ou I_m comme variable auxiliaire. On procédera de la façon suivante.

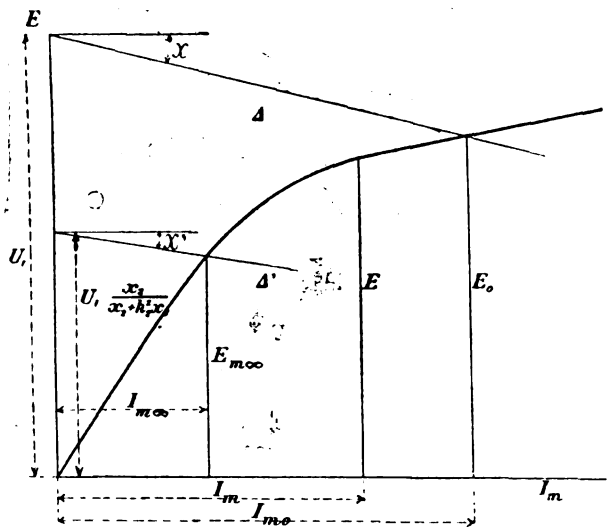


Fig. 1.

Lorsque g varie entre o et ∞, le courant magnétisant I_m varie entre deux limites I_{m0} et $I_{m\infty}$ faciles à évaluer d'après (4); en effet, pour $g = 0$, on a

$$(4')\quad \frac{U_1}{x_1} = I_{m_0} + \frac{E_0}{x_1},$$

et, pour $g = \infty$, $\left(\gamma = \frac{\pi}{2}\right)$

$$(4'')\quad \frac{U_1}{x_1} = I_{m\infty} + E_\infty\left(\frac{1}{x_1} + \frac{h^2}{x_2}\right).$$

Ces égalités sont faciles à résoudre graphiquement (fig. 1) en portant à l'origine les ordonnées U_1 et $U_1 \times \frac{x_2}{x_2 + h^2 x_1}$, et en traçant les droites Δ et Δ' dont les points d'intersection avec la courbe des E permet d'évaluer I_{m0} et $I_{m\infty}$, les angles χ et χ' étant tels que

$$\operatorname{tg}\chi = x_1,$$

$$\operatorname{tg}\chi' = \frac{x_1 x_2}{x_2 + h^2 x_1}.$$

Choisissos maintenant une valeur intermédiaire de I_m; portons-la en PQ (fig. 2) et ajoutons en OP et

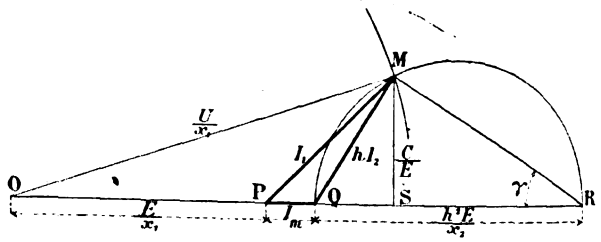


Fig. 2.

QR des segments mesurant à la même échelle les quantités $\frac{E}{x_2}$ et $\frac{h^2 E}{x_2}$, la courbe de la figure 1 permettant de connaître E pour la valeur choisie de I_m.

Sur QR comme diamètre, traçons un demi-cercle, puis de O comme centre avec $\frac{U_1}{x_1}$ comme rayon, décrivons une circonférence, et soit M le point d'intersection. Il est facile de vérifier que l'angle MRQ est égal à l'angle γ pour la valeur donnée de I_m. En effet, le triangle rectangle OMS traduit géométriquement l'équation (4) et l'on a bien

$$\overline{QS} = \frac{h^2 E}{x_2}\sin^2\gamma,$$

$$(5)\quad \overline{MS} = \frac{h^2 E}{x_2}\sin\gamma\cos\gamma.$$

Par cette construction simple, on connaît donc γ, c'est-à-dire g pour chaque valeur de I_m. Pour obtenir le courant secondaire correspondant I_2, il suffit de joindre MQ et la longueur de ce segment vaut hI_2; en effet, la seconde des équations (1) donne de suite, en valeur réelle,

$$(6)\quad I_2 = \frac{hE}{x_2}\sin\gamma.$$

D'autre part, l'angle MQR vaut $\frac{\pi}{2} - \gamma$, c'est-à-dire est bien égal à l'angle de I_2 avec I_m [car $I_m j$ est en phase avec E]; en joignant donc $\overline{PM}$, la longueur de ce segment mesure le courant primaire I_1, d'après (2).

Comme, en outre, le triangle OMP traduit géométriquement la première des égalités (1), l'angle PMO est le complément de l'angle φ_1 de déphasage entre U_1 et I_1, de telle sorte que le courant primaire actif peut être

Digitized by Google

représenté par la perpendiculaire abaissée de P sur $\overline{OM}$. En multipliant ce courant actif par U_1, on obtient le couple C *en watts synchrones*, suivant une propriété bien connue des moteurs asynchrones ; or, ce produit mesure la surface du triangle OPM, au facteur $\frac{1}{2x_1}$ près, et celle-ci est aussi égale à $\frac{\overline{OP} \times \overline{MS}}{2}$; il en résulte que la perpendiculaire $\overline{MS}$ est égale à $\frac{C}{E}$. Il suffira donc de multiplier par E la longueur $\overline{MS}$, mesurée à l'échelle des courants primaires, pour obtenir le couple C correspondant à chaque valeur de I_m. Ce résultat peut être contrôlé en partant de l'égalité fondamentale classique

$$(7) \qquad Cg = r_2 I_2^2,$$

et en la combinant avec (5) et (6). La nécessité d'aboutir au même résultat par les deux méthodes fournit la raison pour laquelle l'on a adopté le même coefficient h dans l'égalité (2) que dans la seconde des égalités (1). Supposons, en effet, que l'on ait adopté un coefficient différent, h', dans (2) ; la construction de la figure 2 reste valable, à cela près que le diamètre $\overline{QR}$ vaudrait alors $\frac{hh'E}{x_2}$; il en résulterait que l'égalité (5) serait remplacée par

$$(5') \qquad \overline{MS} = \frac{hh'E}{x_2} \sin\gamma \cos\gamma,$$

et comme cette perpendiculaire doit toujours mesurer $\frac{C}{E}$, d'après les considérations développées plus haut à propos de la surface du triangle OPM, on doit forcément avoir $h' = h$, en se basant sur (6) et (7).

La construction de la figure 2 permet ainsi de tracer aisément les diverses courbes de I_1, I_2, C, cos φ, etc., en fonction du glissement g, grâce à l'emploi de la variabe auxiliaire I_m que l'on fera varier progressivement entre I_{m0} et $I_{m\infty}$. D'ailleurs, ce diagramme peut être généralisé facilement dans le cas où la résistance primaire n'est pas négligée, et où l'effet de l'hystérésis est représenté par un certain angle de déphasage entre I_m et E; le diamètre $\overline{QR}$ n'est pas alors sur le prolongement de $\overline{OQ}$.

Bien que la construction s'effectue assez rapidement pour chaque valeur de I_m, il peut être intéressant de pouvoir évaluer directement, en fonction de g, les diverses grandeurs I_1, I_2, etc., comme avec le diagramme circulaire. Il est possible d'atteindre ce résultat aussi longtemps que la saturation est suffisante (fig. 1) pour que l'on puisse remplacer la courbe des E par une courbe droite telle que

$$E_0 - E = x\,(I_{m0} - I_m) \quad [x \text{ désignant une constante}],$$

c'est-à-dire

$$(8) \qquad I_m = \frac{E}{x} - J,$$

en posant, pour simplifier,

$$J = \frac{E_0}{x} - I_{m0}.$$

Retraçons le triangle OMS de la figure 2, en portant en outre (fig. 3) le segment J en $\overline{OO'}$ et joignons $\overline{O'M}$; l'angle δ est évidemment, d'après (4) et (8), tel que

$$(9) \qquad \operatorname{tg}\delta = \frac{h^2 x x_1 \sin\gamma \cos\gamma}{h^2 x x_1 \sin^2\gamma + x_1 x_2 + x x_2}.$$

On peut donc calculer immédiatement δ pour chaque valeur de γ ; mais l'égalité (9) peut être interprétée géométriquement. Portons en effet (fig. 3) une longueur $\overline{O'A}$ arbitraire et traçons la demi-circonférence de diamètre $\overline{AB}$; si l'on prend

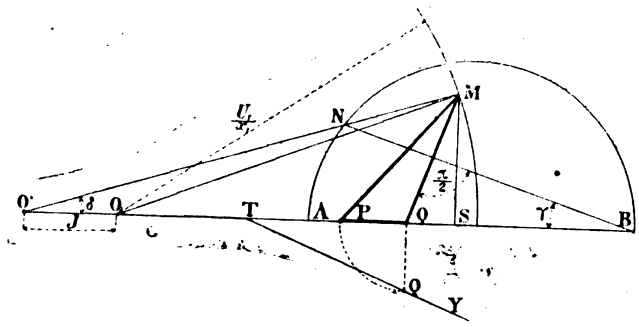


Fig. 3.

$$\overline{AB} = \overline{O'A} \times \frac{h^2 x x_1}{x_2 x + x_2 x_1},$$

et si l'on mène en ABN l'angle γ, l'angle NO'A obtenu en joignant NO' est égal à l'angle δ correspondant, d'après (9). En prolongeant donc O'N jusqu'à sa rencontre en M avec un cercle décrit de O comme centre et ayant comme rayon $\frac{U_1}{x_1}$, on aura en OMS le triangle représentatif de l'égalité (4) pour chaque valeur de γ, c'est-à-dire de g, les cercles étant tracés une fois pour toutes. Abaissons de M la perpendiculaire sur NB; le segment MQ vaut hI_2 car l'angle QMS est égal à l'angle NBA, c'est-à-dire à γ. Pour compléter le triangle des courants, il faut tracer en $\overline{QP}$ le courant magnétisant I_m; or $\overline{O'Q}$ vaut, d'après (4) et (8), $E\left(\frac{1}{x} + \frac{1}{x_1}\right)$, et il suffit de porter la longueur fixée $\overline{O'T}$ égale à $J\frac{x + x_1}{x_1}$ pour

Digitized by Google

avoir en $\overline{TQ}$ un segment égal à $\left(\frac{E}{x} - J\right)\left(\frac{x + x_1}{x_1}\right)$, soit à $I_m \frac{x + x_1}{x_1}$. En menant donc par le point fixe T une droite TY faisant avec $\overline{OB}$ un angle dont le coefficient angulaire vaut $\frac{x_1}{x + x_1}$, on déterminera la position du point P, pour chaque position du point Q, en rabattant en $\overline{QP}$ le segment $\overline{QQ'}$, perpendiculaire à $\overline{AB}$. Le courant primaire I_1 s'obtiendra enfin en joignant M et P, la perpendiculaire $\overline{MS}$ mesurera toujours $\frac{C}{E}$, et l'angle φ_1 entre U_1 et I_1, sera encore égal à $\frac{\pi}{2} - \widehat{OMP}$, etc. L'épure de la figure 3 permet donc bien de connaître les diverses grandeurs correspondant à chaque glissement g, et ceci presque aussi rapidement qu'avec le diagramme circulaire classique, applicable aux moteurs non saturés. Bien entendu, cette épure exige que I_m demeure toujours suffisant (fig. 1) pour que l'approximation (8) soit admissible ; pour les faibles valeurs de I_m, il faut, soit appliquer le diagramme circulaire en question, soit, mieux, recourir à la construction, moins rapide, mais plus exacte de la figure 2.

II. — **Solution complète.** — L'hypothèse que nous avons admise jusqu'ici n'est acceptable qu'en première approximation, avec les moteurs à forte dispersion. En effet, en réalité une partie des flux de fuites contribue à la saturation des couronnes en tôle du stator et du rotor, et si on considère le circuit magnétique principal, on est conduit au schéma représentatif de la figure 4 :

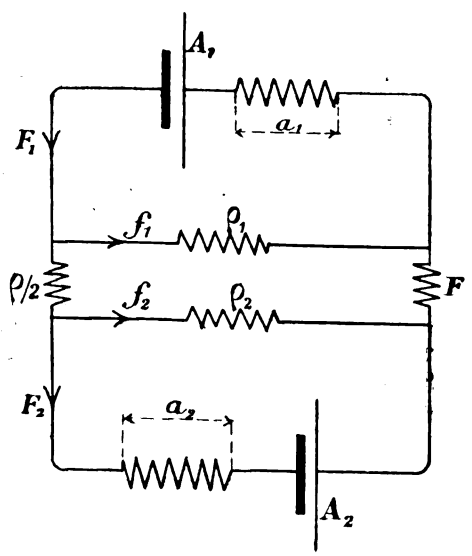


Fig. 4.

1° Le flux F_1 qui passe dans la couronne du stator exige pour cela une force magnétomotrice a_1, et la relation entre F_1 et a_1 constitue la caractéristique *partielle* du stator ; quant au courant I_1, il crée une force magnétomotrice A_1.

2° Avant son passage dans l'entrefer, de réluctance ρ, le flux subit une dérivation f_1 qui se referme à travers les entailles, etc. ; soit ρ_1 la réluctance de ce trajet.

3° Après son passage dans l'entrefer, nouvelle dérivation f_2, ρ_2 étant la réluctance correspondante.

4° Enfin, le flux dans la couronne du rotor est réduit à F_2 et son passage y nécessite une force magnétomotrice a_2, ces deux quantités étant liées par une loi représentée par la caractéristique *partielle* du rotor. Naturellement, la réaction du courant induit I_2 se manifeste par une force contre-magnétomotrice A_2.

On supposera ρ, ρ_1 et ρ_2 indépendants des valeurs des divers flux, hypothèse faite d'ailleurs dans les théories modernes des machines synchrones polyphasées. Cela posé, on peut écrire, à un instant déterminé, en adoptant les sens donnés par les flèches :

$$F_1 = F_2 + f_1 + f_2, \tag{10}$$

$$\rho_1 f_1 = \rho (F_2 + f_2) + a_2 + A_2, \tag{11}$$

$$\rho_1 f_1 = \rho (F_2 + f_2) + \rho_2 f_2. \tag{12}$$

On tire de là [égalités (10) et (12)]

$$f_2 = \frac{\rho_1 F_1 - (\rho_1 + \rho) F_2}{\rho_1 + \rho_2 + \rho}. \tag{13}$$

D'autre part, en égalant (11) et (12) et en substituant la valeur précédente de f_2

$$F_1 \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2 + \rho} = F_2 \frac{\rho_2 (\rho_1 + \rho)}{\rho_1 + \rho_2 + \rho} + a_2 + A_2. \tag{14}$$

Or, A_2 est proportionnel à I_2, induit par le flux F_2 dans les circuits rotoriques ; on peut donc écrire symboliquement

$$A_2 = \frac{k g F_2 j}{r_2 + x_2 g j}, \tag{15}$$

k étant une constante à évaluer d'une manière analogue à h.

En substituant dans (14), on aboutit finalement, après avoir chassé l'imaginaire du dénominateur, à

$$F_1 \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2 + \rho} = a_2 + F_2 \left[\frac{\rho_2 (\rho_1 + \rho)}{\rho_1 + \rho_2 + \rho} + \frac{k}{x_2} \sin^2 \gamma \right] + \frac{k}{x_2} F_2 \sin \gamma \cos \gamma j. \tag{16}$$

Il importe de remarquer que, dans la formule (16), la réactance x_2 ne représente cette fois que l'action des flux de fuites ne passant pas dans la couronne du rotor, de ceux créés par les connexions latérales, principalement. Sa valeur est donc notablement plus faible que celle correspondant à la solution approchée ; notamment, avec un moteur pourvu d'une véritable cage d'écureuil (c'est-à-dire avec connexions latérales consti-

Digitized by Google

tuées par des anneaux), cette réactance est vraisemblablement négligeable, et l'égalité (15) subit une simplification assez importante, sin γ devenant nul et $\frac{\sin\gamma}{x_2}$ devenant égal à $\frac{g}{r_2}$. Quoi qu'il en soit, on constate immédiatement que la relation (15) entre a_2, F_2 et F_1 est identique, aux coefficients près, à la relation (4) entre I_m, U_1 et E; elle peut donc être traduite graphiquement par un diagramme semblable à celui de la figure 2.

En réalité, même en négligeant la chute ohmique primaire, le flux F_1 n'est pas tout à fait constant lorsque la charge du moteur varie; pour obtenir, en effet, le flux total F_0 embrassé par les spires primaires, il faut lui ajouter un flux de fuites, passant à travers les boucles des connexions latérales des enroulements statoriques, en particulier, et proportionnel à A_1:

$$F_0 = F_1 + p_1 A_1. \tag{17}$$

C'est ce flux F_0 qui peut être considéré comme pratiquement constant, lorsque le moteur fonctionne sur un réseau de tension U_1 invariable.

Cependant, sauf à faire après coup la correction indiquée plus loin, il est commode de supposer provisoirement F_1 constant, égal à la valeur qu'il possède à vide ($g = 0$), par exemple.

On peut alors, en prenant a_2 comme variable auxiliaire, ainsi que cela a été fait précédemment pour I_m,

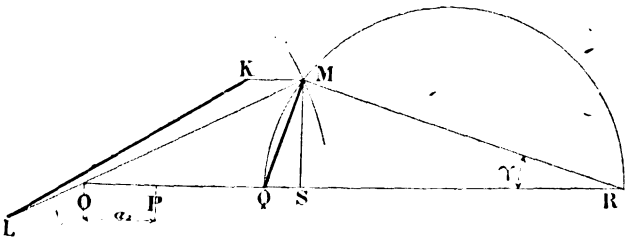


Fig. 5.

tracer la courbe de F_2 en fonction de g en appliquant à l'égalité (16) le diagramme de la figure 5 dans lequel

$$\overline{OP} = a_2,$$
$$\overline{PQ} = F_2 \frac{\rho_2(\rho_1 + \rho)}{\rho_1 + \rho_2 + \rho},$$
$$\overline{QR} = F_2 \frac{k}{x_2}.$$

La tangente de l'angle MRQ est égale à $\frac{gr_2}{r_2}$, si M se trouve sur le cercle décrit du point O comme centre avec $F_1 \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2 + \rho}$ comme rayon. D'autre part, d'après (15) la corde $\overline{MQ}$ mesure A_2 à l'échelle adoptée pour a_2. Quant au couple, en appliquant l'égalité (7), et en posant

$$A_2 = m_2 I_2,$$

il vaut

$$C = \frac{k^2 F_2^2}{m_2^2 x_2} \sin\gamma \cos\gamma,$$

c'est-à-dire s'obtient en multipliant la perpendiculaire $\overline{MS}$ par $\frac{k}{m^2_2} F_2$.

Enfin, la force magnétomotrice A_1 due au courant primaire I_1 est telle que

$$A_1 = a_1 + \rho_1 f_1,$$

ou, en tenant compte de (12) et (13),

$$A_1 = a_1 + \frac{(\rho + \rho_2)\rho_1}{\rho_1 + \rho_2 + \rho} F_1 - \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2 + \rho} F_2. \tag{18}$$

Géométriquement, elle sera donc représentée par un vecteur tel que $\overline{LK}$, obtenu en portant sur le prolongement de OM le segment $\overline{OL}$ égal à $a_1 + \frac{\rho \rho_1}{\rho_1 + \rho_2 + \rho} F_1$ et en menant par le point M une parallèle à $\overline{OR}$ de longueur $\frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2 + \rho} F_2$. Quant à l'angle de déphasage φ_1 entre U_1 et I_1, il est approximativement égal à $\frac{\pi}{2} - \widehat{KLM}$, tant que F_1 diffère peu de F_0.

En réalité, comme on l'a déjà dit, c'est F_0 et non F_1 qui peut être considéré comme connu et constant, et, pour atteindre une approximation élevée, il faudrait, en principe, faire varier légèrement F_1 pour chaque valeur de a_2 (c'est-à-dire de F_2) jusqu'à ce que l'égalité vectorielle (17) soit satisfaite, en tenant compte de (18) et en utilisant en outre les caractéristiques partielles. Il paraît impossible d'éviter un semblable usage d'approximations successives, si l'on veut être tout à fait rigoureux; cela provient de ce que les équations (16), (17) et (18) ne permettent pas d'éliminer deux des trois inconnues F_2, F_1 et A_1 pour calculer la troisième, les caractéristiques partielles ne pouvant être exprimées algébriquement. Même l'approximation consentie en remplaçant ces courbes par des portions de droites [1] ne saurait, semble-t-il, diminuer sensiblement ici les tâtonnements.

On ne peut non plus employer l'artifice suivant bien connu, proposé dans le cas de transformateurs ou de moteurs *non saturés* [2]: on se donne des valeurs de F_1 et de F_2, choisies naturellement aussi vraisemblables que possible, et on en déduit successivement g et A_1. En appliquant alors l'égalité (17), on trouve pour le flux résultant à travers les spires primaires une valeur F'_0 généralement différente de celle F_0 qu'il possède réellement. Mais, comme toutes les grandeurs sont proportionnelles à ce flux résultant, pour une valeur donnée de g,

[1] Ainsi que cela a été fait dans la solution approchée, formule (8).

[2] Voir notamment : A. Mauduit. *Electrotechnique appliquée*, 1904, p. 307.

Digitized by Google

il suffit alors de les multiplier toutes par le rapport $\frac{F_0}{F'_0}$ pour obtenir les grandeurs réelles. Ceci revient à changer l'échelle des diagrammes, les angles étant d'ailleurs conservés. Ici, cette méthode est en défaut, car F_1 n'est pas proportionnel à a_1, et F_2 ne l'est pas à a_2. Toutefois, pratiquement, il y a toujours une faible différence entre les valeurs réelles des flux et celles qu'ils posséderaient si F_1 était égal à F_0; on commencera donc par tracer le diagramme de la figure 5 avec OM égal à $F_0 \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2 + \rho}$, et, après avoir ainsi déterminé le vecteur $\overline{LK} = A_1$, on aboutira, au moyen de l'égalité vectorielle (17) à une valeur F'_0 du flux résultant péchant évidemment par excès. Il s'agit maintenant d'évaluer les corrections à apporter aux diverses grandeurs, lorsque ce flux résultant est ramené à la valeur réelle F'_0. On peut admettre que, pendant cette opération, les courbes caractéristiques peuvent être remplacées par leurs tangentes respectives aux points déterminés pour $F_1 = F_0$, puisque les modifications subies par les flux sont faibles, la différence arithmétique $F'_0 - F_0$ étant suffisamment petite. D'autre part, les égalités (16) et (18) peuvent s'écrire

$$(16') \qquad sF_1 = a_2 + (s'' + u) F_2 + \nu F_2 i;$$

$$(18') \qquad A_1 = a_1 + s' F_1 - s F_2,$$

en posant, pour simplifier,

$$s = \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2 + \rho}, \quad s' = \frac{\rho_1 (\rho_2 + \rho)}{\rho_1 + \rho_2 + \rho}, \quad s'' = \frac{\rho_2 (\rho_1 + \rho)}{\rho_1 + \rho_2 + \rho},$$

$$u = \frac{k}{x_2} \sin^2 \gamma, \quad \nu = \frac{k}{x_2} \sin \gamma \cos \gamma.$$

D'après (16'), le vecteur sF_1 est l'hypoténuse d'un triangle rectangle dont un des côtés

$$a_2 + (s'' + u) F_2$$

est en phase avec F_2. Supposons donc que ce flux subisse un accroissement arithmétique ΔF_2; le vecteur $s\Delta F_1$ sera l'hypoténuse d'un triangle rectangle ayant pour côtés

$$\Delta a_2 + (s'' + u) \Delta F_2 = \Delta F_2 \left(\frac{\mathrm{d}a_2}{\mathrm{d}F_2} + s'' + u \right)$$

et

$$\nu \Delta F_2,$$

le glissement g, c'est-à-dire γ, demeurant constant. En posant, pour simplifier, $s_2 = \frac{\mathrm{d}a_2}{\mathrm{d}F_2}$, on peut donc écrire symboliquement

$$(19) \qquad s\Delta F_1 = (s_2 + s'' + u) \Delta F_2 + \nu \Delta F_2 i,$$

le premier vecteur du second membre étant en phase avec F_2, et le deuxième, en quadrature.

Mais d'après (17) et (18') on a aussi

$$(20) \qquad \Delta F_0 = p_1 \Delta A_1 + \Delta F_1$$

et

$$(21) \quad \Delta A_1 = \Delta a_1 + s' \Delta F_1 - s \Delta F_2 = (s_1 + s') \Delta F_1 - s \Delta F_2,$$

en posant encore

$$s_1 = \frac{\mathrm{d}a_1}{\mathrm{d}F_1}.$$

Une élimination facile donne immédiatement, en combinant (19), (20) et (21),

$$(22) \quad \Delta F_0 = \left(\frac{(p_1 s_1 + p_1 s' + 1)(s_2 + s'' + u)}{s} - p_1 s \right) \Delta F_2 + \frac{p_1 s_1 + p_1 s' + 1}{s} \nu \Delta F_2 j.$$

Cette relation vectorielle permet d'évaluer ΔF_0 dès que ΔF_2 est donné. Réciproquement (fig. 6), connaissant

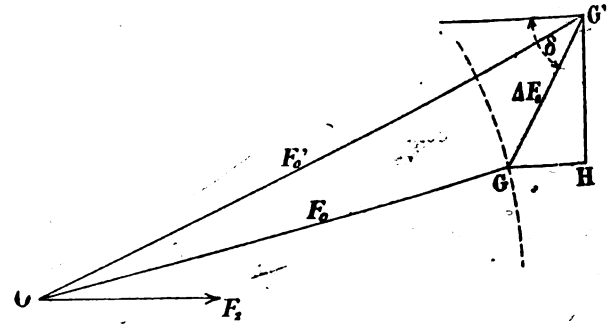


Fig. 6.

les valeurs F_0 et F'_0, ainsi que l'angle entre F_2 et F'_0, il suffira de mener, par l'extrémité G' de $\overline{OG'} = F'_0$, une droite faisant avec la direction OF_2 un angle δ tel que

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{(p_1 s_1 + p_1 s' + 1) \nu}{(p_1 s_1 + p_1 s' + 1)(s_2 + s'' + u) - p s^2},$$

pour recueillir en $\overline{GG'}$ un vecteur représentatif de ΔF_0, G étant le point d'intersection de ladite droite avec le cercle de rayon $\overline{OG} = F_0$. En projetant alors $\overline{GG'}$ sur la direction OF_2, l'on aura, d'après (22),

$$\overline{GH} = \Delta F_2 \frac{(p_1 s_1 + p_1 s' + 1)(s_2 + s'' + u) - p_1 s^2}{s},$$

d'ou l'on déduira ΔF_2 en grandeur. Les autres corrections à apporter aux vecteurs F_1, A_1, A_2, etc., seront finalement faciles à déterminer d'après (19), (20) et (21).

J. BETHENOD.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Etude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice (*Suite*) (1)

Comme suite à l'article qu'il a publié dans la R. G. E. sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice, M. E. Maynard applique, ci-dessous, les procédés qu'il a précédemment exposés à la baie de Rothéneuf, près de Saint-Malo et à la baie de La Rochelle; il fait un avant-projet complet de l'aménagement de ces deux baies.

X. — Aménagements permettant l'utilisation des procédés précédemment envisagés.

L'étude des divers procédés ou moyens à employer pour capter la puissance des marées étant terminée, nous allons appliquer ces moyens à une baie, une anse et une rivière à marée, susceptibles de se prêter, sans des dépenses exagérées, à l'établissement d'une usine hydro-électrique.

Mais nous ne ferons qu'une étude très sommaire de l'aménagement pour chaque cas, qui sera suffisante pour déterminer le meilleur cycle à employer pour obtenir le maximum de puissance. Une étude plus complète nous entraînerait en effet trop loin, et ne présenterait pas plus d'intérêt, car, pour l'exécution des travaux, il faudrait naturellement se livrer à des études très complètes sur le terrain pour en dresser le projet.

1° Baie de Rothéneuf, près Saint-Malo (Ille-et-Vilaine).

Aménagements. — La baie ou havre de Rothéneuf, représenté sur la figure 44, est situé près du village de ce nom, à 6 km à l'est de Saint-Malo, dans les communes de Paramé et Saint-Coulomb. Elle a une forme elliptique et sa superficie est d'au moins 100 hectares. Son goulet, bordé sur les deux rives par des falaises granitiques de 25 m de hauteur environ, a une largeur de 300 m.

A plusieurs reprises, notamment en 1901, 1902, 1917, divers projets d'aménagement de ce havre ont été ébauchés par des personnes désireuses d'utiliser la force motrice des marées, mais ces projets ne furent étudiés que très sommairement et aucun d'eux ne reçut d'exécution.

D'après les renseignements que nous avons pu nous procurer, le fond de ce havre est recouvert de sables fins vasards qui se relèvent en pente douce depuis le goulet jusqu'au fond, pour atteindre le niveau des hautes mers; il assèche donc complètement à marée basse, sauf vers l'entrée et dans le chenal, et n'est presque pas utilisé pour la navigation; d'ailleurs les trois rochers qui se trouvent à l'entrée en interdisent l'accès aux navires d'un certain tonnage; ils découvrent à mi-marée et brisent les lames, de sorte que la mer n'est jamais très dure sur ce point. Ce havre pourrait être fermé par une digue AB de 300 m de longueur établie entre la pointe de Rothéneuf et celle de l'île Bénard.

Le rocher à l'emplacement de ce barrage ne paraît pas descendre à plus de 5 m au-dessous des plus basses mers (zéro des cartes marines) près de l'île Bénard, et est situé à 2 m en moyenne en contre-bas de ce zéro.

Pour les fondations de cet ouvrage, plusieurs procédés pourraient être employés : battage de deux files de palplanches jointives et injection de laitance de ciment dans le sable pour constituer une base monolithique de fondation, ou dragage et enlèvement des sables contenus entre ces deux files et coulage de béton de ciment, ou encore emploi de caissons en béton armé qu'on descendrait par fonçage; enfin maçonnerie à l'air comprimé. Nous donnons la préférence à ce dernier procédé, parce qu'il permet de mieux souder la base de l'ouvrage au rocher; par contre, il coûte un peu plus cher. En ce qui concerne le corps de la digue, nous écarterons l'emploi du béton armé, qui coûte plus cher que la maçonnerie (1), pour adopter la maçonnerie.

Le profil du barrage pourrait avoir la forme représentée sur la fig. 45; il aurait 4 m de largeur en tête avec un parapet de 1 m d'épaisseur du côté du havre, afin de rejeter à la mer les eaux des lames qui atteindraient la crête, laquelle serait arasée à la cote (15), soit 1 à 1,50 m au-dessus des plus hautes mers. L'épaisseur à la base serait de 10 m et la hauteur du corps de la digue de 13,50 m. L'ouvrage reposerait sur le massif inférieur de fondation qui aurait 12 m de largeur et

(1) Voir *R. G. E.*, 2, 9, 16, 23, 30 novembre, 7 et 14 décembre, t. IV, 653-658, 697-715, 749-761, 793-802, 823-843, 865-877 et 903-914.

(1) E. Maynard et P. Lévy-Salvador. Etude comparative de différents types de barrages en maçonnerie, mixtes, en béton armé et métalliques; *R. G. E.*, 15, 22 et 29 septembre 1917, t. II, p. 421-427, 457-465 et 501-507.

Digitized by Google

serait arasé à la cote (+ 1,50), afin de pouvoir construire à sec à la marée la maçonnerie du barrage.

Ces dimensions donnent un profil suffisamment stable, car la résultante de la poussée de l'eau et du poids des maçonneries passe dans le tiers médian de la base. Il est également assez robuste pour résister au choc des lames, qui, selon les évaluations courantes, correspond à une pression de 4500 kg : m², car cette pression est inférieure à celle exercée par la poussée de l'eau sur 15 m de hauteur.

Comme cet ouvrage n'a pas besoin d'être construit avec luxe, de la maçonnerie de moellons granitiques, avec mortier de ciment Portland au dosage de 450 kg de ciment pour 1 m³ de sable, suffirait.

Fonctionnement en bassin de marée unique. — La baie de Rothéneuf, endiguée et déblayée des sables qu'elle renferme, constituerait un bassin de marée de 100 hectares de superficie, qu'on pourrait faire remplir à marée montante et vider à mer baissante sous une chute déterminée.

Or, nous avons vu dans l'étude du premier système à

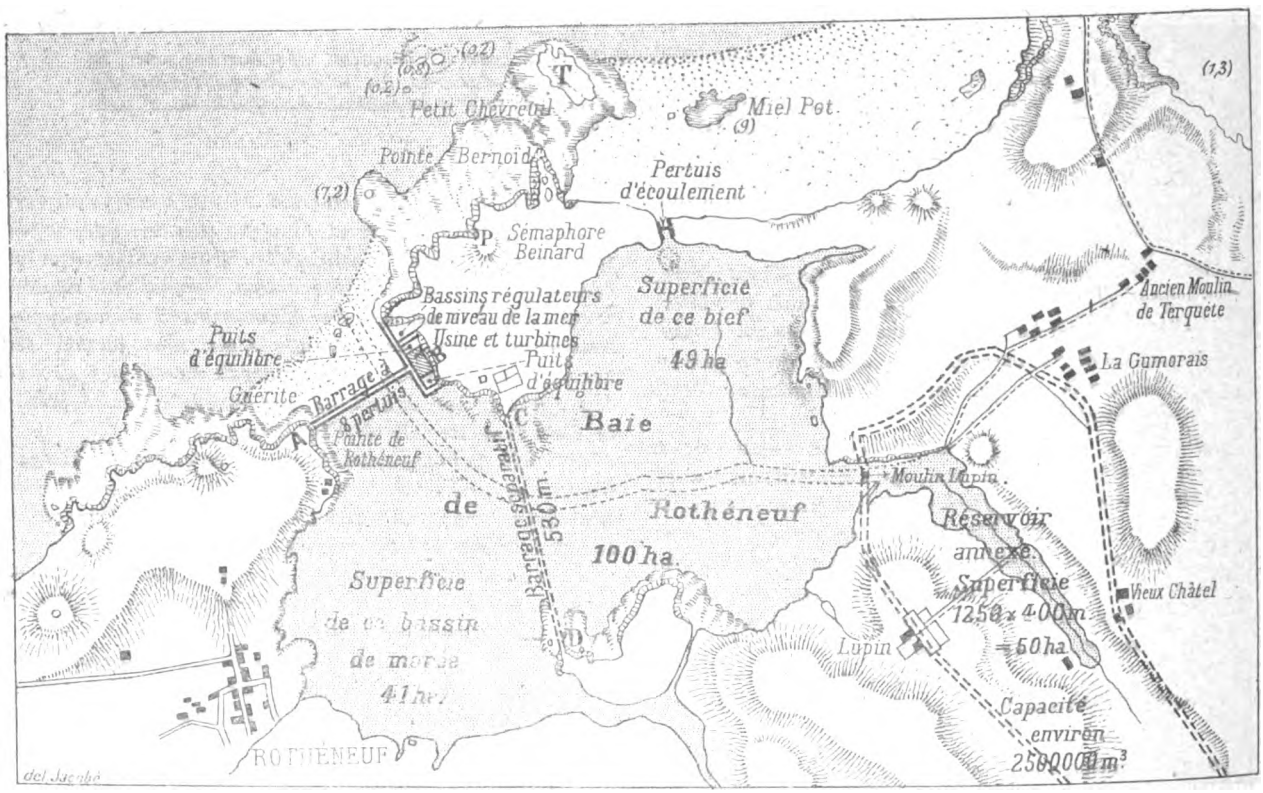


Fig. 44. — Application du captage de la puissance des marées à la baie de Rothéneuf.

bassin de marée unique, qu'en écoulant les eaux sous la chute de 1,33 m on pouvait obtenir, en mortes eaux

En flot pendant 3 h 25'.....	5 148 ch
En jusant pendant 4 h 10'.....	2 681

en vives eaux :

En flot pendant 3 h 35'.....	13 168 ch
En jusant, pendant 5 h 10'.....	9 133
Soit une moyenne de.....	4 633 ch.

pour 24 heures.

Mais la puissance ainsi obtenue est intermittente et variable.

Avec l'écoulement des eaux en 2 heures par marée, nous avons vu que l'énergie développée en ce laps de temps serait de

En mortes eaux.....	23 712 ch-h
En vives eaux	252 930 ch-h,

ce qui correspond à une puissance, pendant un jour de 24 heures, de 22043 ch.

La puissance ainsi obtenue est encore plus intermittente et plus variable que dans le premier cas.

Il serait donc préférable, comme nous l'avons dit, d'admettre comme durée d'écoulement la moyenne des deux résultats ci-dessus, soit 5 h 5' par marée.

En mortes eaux la puissance serait développée

$$\text{En flot, pendant } \frac{3\text{ h }25' + 1\text{ h}}{2} = 2\text{ h }15',$$

$$\text{En jusant, pendant } \frac{4\text{ h }10' + 1\text{ h}}{2} = 2\text{ h }35'$$

$$\text{Total.....} \quad 4\text{ h }50'.$$

Digitized by Google

En vives eaux elle serait développée

$$\text{En flot, pendant } \frac{3\text{ h }35' + 1\text{ h}}{2} = 2\text{ h }15',$$

$$\text{En jusant, pendant } \frac{5\text{ h }10' + 1\text{ h}}{2} = 3\text{ h }5'$$

$$\text{Total.....} \quad 5\text{ h }20'.$$

Moyenne par marée

$$\frac{4\text{ h }50' + 5\text{ h }20'}{2} = 5\text{ h }5'$$

comme ci-dessus.

En traçant le diagramme du fonctionnement du cycle, on obtient la figure 46 qui donne en jusant une chute variant de 1,34 à 2,66 m, et une chute moyenne réelle, en tenant compte de la courbe de la marée, de 2,13 m.

L'énergie développée serait égale à

$$\frac{2\,660\,000 \times 1\,026 \times 2{,}13 \times 0{,}80}{270\,000} = 17\,224 \text{ ch-h},$$

ce qui correspond à une puissance de

$$\frac{17\,224}{2\text{ h }35'} = 6\,668 \text{ ch.}$$

En flot, pour la durée d'écoulement de 2 h 15', la

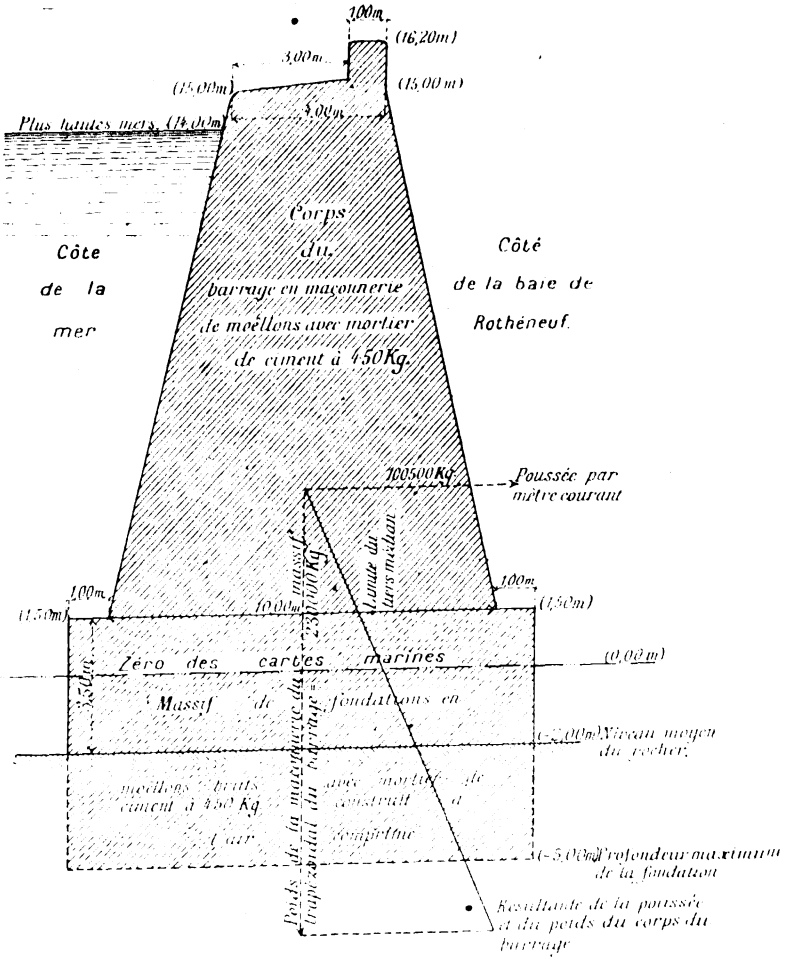


Fig. 45. — Application du captage de la puissance des marées à la baie de Rothéneuf. Profil du mur du barrage de 300 m de longueur.

chute varierait de 2,75 à 1,33 m, et la chute moyenne serait de 2,21 m.

L'énergie développée serait de

$$\frac{2\,660\,000 \times 1\,026 \times 2{,}21 \times 0{,}80}{270\,000} = 17\,871 \text{ ch-h},$$

ce qui correspond à une puissance de

$$\frac{17\,871}{2\text{ h }45'} = 7\,943 \text{ ch.}$$

Mais si l'on voulait obtenir la même puissance moyenne qu'en jusant, tout en se rapprochant du même temps de fonctionnement, on trouverait alors que, pour 2 h 31' de marche, la chute moyenne serait de 2,08 m, l'énergie développée par marée de 17 450 ch-h et la puissance de 6668 ch, comme en jusant.

L'énergie totale développée dans une marée de mortes eaux serait donc, en 2 h 35' + 2 h 15' = 4 h 50', de 17 224 + 17871 = 35 095 ch-h, ce qui correspond à

Digitized by Google

une puissance moyenne de

$$\frac{35\,095}{12\text{ h }45'} = 2753 \text{ ch.}$$

En vives eaux et en jusant, la chute varierait de 1,34 à 8,50 m (fig. 47), la chute moyenne serait de 5,33 m pour 3 h 5′ d'écoulement, l'énergie développée de

$$\frac{11\,670\,000 \times 1\,026 \times 5{,}33 \times 0{,}80}{270\,000} = 189\,091 \text{ ch-h,}$$

et la puissance moyenne de

$$\frac{189\,091}{3\text{ h }5'} = 61\,333 \text{ ch.}$$

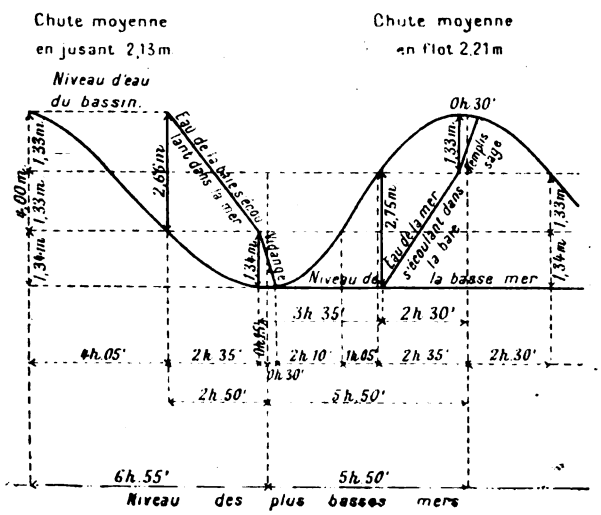


Fig. 46. — Diagramme de fonctionnement comme bassin de marée unique en mortes eaux.

En flot, la durée d'écoulement serait de 2 h 15′ ; la chute varierait de 7,25 à 1,33 m, et la chute moyenne serait de 6,30 m (fig. 47). L'énergie développée serait de

$$\frac{11\,670\,000 \times 1\,026 \times 6{,}30 \times 0{,}80}{270\,000} = 223\,504 \text{ ch-h,}$$

et la puissance moyenne de

$$\frac{223\,504}{2\text{ h }20'} = 99\,335 \text{ ch.}$$

Si l'on voulait obtenir la même puissance moyenne en flot comme en jusant, il suffirait d'introduire les eaux dans le bassin pendant 2 h 44′ environ ; l'énergie totale serait d'environ 167436 ch-h et la puissance moyenne développée de 61333 ch, comme en jusant.

Cette augmentation de la durée d'écoulement en flot, en mortes et en vives eaux, ferait perdre, comme on le voit, une notable partie de l'énergie.

L'énergie totale développée dans une marée de vives eaux serait donc, en 3 h 5′ + 2 h 15′ = 5 h 20′, de 189 091 + 223 504 = 412 595 ch-h, correspondant à une puissance moyenne de

$$\frac{412\,595}{12\text{ h }20'} = 33\,483 \text{ ch.}$$

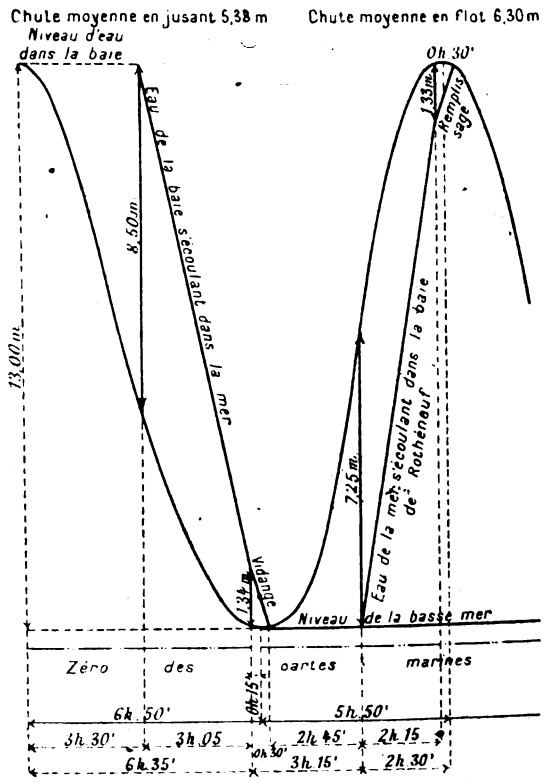


Fig. 47. — Diagramme de fonctionnement comme bassin de marée unique en vives eaux.

Comme l'amplitude des marées croît régulièrement, la puissance développée serait en moyenne, en tenant compte de la concavité de la courbe de l'énergie fournie par les marées, de

$$\frac{2\,753 + 33\,483}{2} \times 0{,}90 = 16\,300 \text{ ch,}$$

soit 16000 ch en chiffres ronds.

Telle serait en définitive, avec le cycle d'écoulement adopté, la puissance moyenne que la baie de Rothéneuf, d'une superficie de 100 hectares, pourrait donner.

C'est un résultat remarquable, et, par rapport à la puissance réelle et moyenne de toutes les marées, le rendement serait de

$$\frac{16\,300}{24\,400} = 0{,}6680,$$

Digitized by Google

et, par rapport à la puissance obtenue par l'écoulement de l'eau en 2 heures par marée, de

$$\frac{\frac{35\,095 + 412\,559}{2}}{\frac{47\,424 + 505\,860}{2}} = 0,8081.$$

Avec le cycle intermittent adopté, la marche des turbines serait arrêtée en mortes eaux pendant 12 h 45′ — 4 h 50′ = 7 h 55′, et en vives eaux pendant 12 h 20′ — 5 h 20′ = 7 h.

En mortes eaux et en jusant, il suffirait de mettre en marche cinq turbines de 1 300 ch environ, et en flot 6 turbines de même puissance. Mais, en vives eaux, il faudrait y adjoindre en jusant 9 turbines de 6 000 ch par exemple, et en flot 15 turbines de même puissance. Le nombre total des turbines nécessaires serait donc de 6 + 15 = 21.

Afin que ces turbines puissent, soit être montées sur le même arbre, soit conjuguées deux ou plus ensemble, il y aurait lieu de les disposer dans un bâtiment de 100 m de longueur sur 15 m de largeur, normal au barrage et situé à son enracinement, en B, du côté de l'île Bénard par exemple (fig. 44). L'usine serait ainsi à l'abri d'une destruction par la mer, alors que, si elle était placée sur le barrage, elle serait infailliblement avariée un jour ou l'autre par le mauvais temps.

Le débit maximum des turbines serait, pour celles de 1 300 ch, de

$$\frac{2\,660\,000}{6 \times 135' \times 60} = 54,7 \text{ m}^3 : \text{sec},$$

et, pour celles de 6 000 ch, de

$$\frac{11\,670\,000}{\left(\frac{6 \times 1\,300}{6\,000} + 15\right) \times 135' \times 60} = 88,4 \text{ m}^3 : \text{sec}.$$

Le bassin se viderait en 30 minutes à la basse mer des 1 340 000 m³ d'eau restant à l'arrêt des turbines, et se remplirait de même en flot. La vitesse moyenne d'écoulement étant de 3,15 × 0,75 = 2,35 m : sec, le débit serait de 744,400 m³ : sec et la section nécessaire de 316 m².

Cette section pourrait se composer :

Des conduits en siphon, ou non, des 21 turbines, dont la section totale serait de $\frac{54,7}{5,40 \times 0,8} \times 6 + \frac{88,4}{11,40 \times 0,80} \times 15 =$	210 m².
De huit pertuis pratiqués dans le barrage, ayant 8 m de largeur sur 1,34 m de hauteur.....	85
De deux pertuis pratiqués dans la falaise étroite qui relie l'île Bénard à la terre, ayant 8 m de largeur sur 1,34 m de hauteur.....	21
Total.....	316 m².

Les conduits d'alimentation et de fuite des turbines seraient disposés comme il a été dit, pour un écoulement des eaux en croix, afin d'être alimentées toujours dans le même sens; ces conduits déboucheraient dans des puits d'équilibre, et ces derniers écouleraient leurs eaux dans les bassins régulateurs de niveau situés du côté de la mer, ainsi que nous l'avons expliqué précédemment.

Les frais d'aménagement et d'établissement de l'usine peuvent s'évaluer ainsi :

Construction du barrage évaluée par mètre courant, avec les prix d'avant-guerre :		
Maçonnerie des fondations exécutées à l'air comprimé, 12 × 3,5 × 1 = 42 m³, à 80 fr =	3 360 fr.	
Maçonnerie du massif : $\frac{4+10}{2} \times$ 13,5 × 1 = 94, 5 m³, à 30 fr..	2 835 fr.	
Parapet : 1,2 × 1 × 1 = 1,2 m³, à 30 fr.	36 fr.	
	6 231 fr.	
Echelles en fer, imprévu..	99 fr.	
Prix du mètre courant.....	6 330 fr.	
Soit pour 300 m : 6 330 × 300 = ...		1 900 000 fr.
Extraction du sable vasard qui remplit le fond de la baie, jusqu'à la cote (0,00), par drague aspiratrice et déchargement de ces sables en mer : 1 000 000 × 4 = 400 000 m³, à 0,25 fr.....		1 000 000
Pertuis pratiqués dans la digue et appareaux : 8 × 10 000 fr.....		80 000
Pertuis pratiqués dans la falaise qui relie l'île Bénard à la terre et appareaux : 2 × 20 000 fr		40 000
6 turbines de 1 300 ch à 25 000 fr l'une avec appareillage.....		150 000
15 turbines de 6 000 ch à 50 000 fr l'une avec appareillage.....		750 000
Bâtiments de l'usine 100 × 15 × 6 = 9 000 m³, à 25 fr.....		225 000
Terre-plein du bâtiment de l'usine et murs de soutènement, environ.....		185 000
14 puits d'équilibre des conduits d'amenée et de fuite des 21 turbines, à 30 000 fr l'un.		420 000
5 bassins régulateurs de niveau de la mer, à 50 000 fr l'un.....		250 000
		5 000 000
Imprévu.....		600 000
Dépense générale.....		5 600 000 fr.

La puissance moyenne recueillie pendant toute l'année, à 24 heures par jour, étant de 16 000 ch, le coût d'établissement pour la puissance d'un cheval ressort à

$$\frac{5\,600\,000 \text{ fr.}}{16\,000} = 350 \text{ fr}$$

seulement.

Les frais annuels d'exploitation pourraient s'évaluer ainsi :

Amortissement à 10 pour 100 des frais de premier établissement	560 000 fr,
Personnel de l'usine, environ.....	40 000
Réparations, entretien, etc.....	120 000
	720 000 fr.

soit, par cheval et par an.

$$\frac{720\,000}{16\,000} = 45 \text{ fr.}$$

Digitized by Google

Le prix du cheval-heure ressortirait donc à

$$\frac{45}{8\,760\text{ h}} = 0{,}005\text{ fr seulement.}$$

Tel serait, en définitive, le résultat qu'on pourrait obtenir en captant la force motrice intermittente produite par les eaux emmagasinées dans la baie de Rothéneuf. On voit que les dépenses de premier établissement par cheval ne seraient pas exagérées, puisqu'elles seraient le tiers environ des dépenses par cheval faites actuellement pour l'aménagement des hautes chutes des Alpes et des Pyrénées. Nous pensons, en effet, que notre estimation des frais de premier établissement n'est pas inférieure à la réalité.

Mais la force motrice intermittente et variable qui serait ainsi recueillie se prêterait mal à une utilisation et à une exploitation régulières. Il faudrait donc trouver les moyens d'employer intégralement la puissance développée.

A cet égard, nous estimons qu'on pourrait l'appliquer aux industries suivantes :

1° Extraction des sels de la mer par les procédés habituels et fabrication des produits dérivés ;

2° Extraction mécanique des sels dissous dans l'eau de mer au moyen de pompes-turbines de clarification et de séparation ;

3° Décomposition électrolytique de l'eau pour obtenir :

a) De l'oxygène pur ;

b) Un volume double d'hydrogène pur ;

ou encore :

a) De l'oxygène pur ;

et en faisant brûler de l'hydrogène :

b) L'équivalent comme chaleur développée de 600 kg de houille au moins par tonne d'oxygène produit ;

c) De la vapeur d'eau dont la chaleur pourrait être utilisée lors de sa condensation, ainsi que l'eau pure en provenant ;

d) Un volume considérable d'azote pur pour la fabrication de la cyanamide et des azotes, si la combustion est complète.

Il nous semble que ces diverses industries conviendraient particulièrement pour absorber toute la puissance intermittente et variable produite par les marées dans le cas de bassin unique, mais chacune d'elles exigerait une étude complète avant d'être mise en pratique. Il doit y en avoir d'ailleurs bien d'autres qui s'accommoderaient d'une puissance variable et intermittente.

Fonctionnement avec accumulation hydraulique. — Au lieu d'une puissance variable et intermittente, il serait bien préférable d'avoir une puissance continue et constante, mais pour l'obtenir il faudrait recourir à l'accumulation hydraulique dans un vaste réservoir annexe. Les terrains environnant la baie de Rothéneuf paraissent propres à l'établissement d'un réservoir auxiliaire élevé ; c'est ainsi qu'entre Rothéneuf et Le Fresne, et près de La Marette, des réservoirs dont le fond serait à la cote (33) pourraient être établis. Leur superficie serait d'environ 100 hectares et ils seraient constitués par un simple mur circulaire en maçonnerie armée. On pourrait encore en aménager un de 50 hectares environ, entre le moulin Lupin et les hameaux de la Gumorais, le Vieux-Chatel et le Lupin, pouvant contenir 2 500 000 m³ environ, comme il est indiqué en pointillé, ce volume d'eau concourrait à régulariser la puissance pour toutes les marées.

Nous allons montrer que la puissance continue et constante qu'on pourrait obtenir avec un réservoir annexe d'une contenance suffisante, serait de 8 000 ch.

En effet, dans le cycle lunaire de 7 jours 1/2, il y a 14 marées qui devraient développer une énergie totale de

$$8\,000 \times \frac{12\text{ h }45' + 12\text{ h }20'}{2} \times 14 = 1\,405\,600\text{ ch-h,}$$

mais qui ne fourniraient que

$$8\,000 \times \frac{4\text{ h }50' + 5\text{ h }20'}{2} \times 14 = 571\,200\text{ ch-h.}$$

Or, avec le cycle d'écoulement adopté, l'énergie moyenne développée par marée est de

$$\frac{35\,095 + 412\,595}{2} \times 0{,}90 = 201\,460\text{ ch-h,}$$

soit pour 14 marées, 2 820 440 ch-h.

Il resterait donc

$$(2\,820\,440 - 571\,200) = 2\,249\,240\text{ ch-h}$$

pour refouler de l'eau dans le réservoir.

Or, le rendement en force motrice utilisable de l'eau refoulée ne serait que de $0{,}80 \times 0{,}80 = 0{,}64$; d'autre part, les hauteurs d'élévation et d'utilisation seraient de 33 m, le rendement réel en force motrice des 2 249 240 ch-h absorbés pour le refoulement de l'eau, serait de $2\,249\,240 \times 0{,}64 = 1\,439\,500$ ch-h, soit $1\,439\,500 + 571\,200 = 2\,010\,700$ ch-h, soit 605 100 ch-h en plus de l'énergie nécessaire, qui permettraient de parer aux pertes de toute nature. Le réservoir devrait pouvoir contenir, sur 12 m de hauteur, un volume d'eau de

$$\frac{2\,249\,240 \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 11} = 14\,349\,000\text{ m}^3\text{;}$$

sa superficie devrait donc être de 120 hectares, ou proportionnellement moindre, si l'épaisseur d'eau était plus considérable.

Si donc on aménageait un réservoir annexe élevé à la baie de Rothéneuf, on pourrait obtenir une puis-

Digitized by Google

sance continue et constante de 6 000 ch. Le rendement serait 0,3279.

Or, en tablant sur 1 400 fr par cheval pour les frais de premier établissement, on pourrait dépenser.....	8 400 000 fr
Les dépenses précédemment prévues étant de.....	5 000 000
Il resterait pour l'établissement du réservoir annexe et les dépenses imprévues....	3 400 000 fr.

ce qui paraît suffisant pour l'exécution des travaux de ce réservoir éventuel.

Dans ce cas, le prix du cheval-heure reviendrait à 0,0146 fr, soit encore un prix peu élevé.

Fonctionnement avec bief. — On pourrait enfin adopter une troisième solution : ce serait de construire entre l'île Bénard et la pointe de rocher située au milieu du fond de la baie, un barrage séparatif CD de 530 m de longueur pour diviser la baie en un bassin de marée de 41 hectares et un bief de 59 hectares. On adopterait alors un cycle d'écoulement analogue à celui du système à bassin avec bief dix fois plus grand. En partant en mort d'eau d'une dénivellation de 1,35 m, la chute varierait, pour le bassin de 41 hectares, de 2,37 à 0,73 m et la moyenne serait de 1,77 m. Le volume d'eau mis en action en mort d'eau serait de 1 094 700 m³.

Pour le bief de 59 hectares, la chute varierait de 2,70 à 0,73 m et la moyenne serait de 1,90 m. Le volume d'eau mis en action en mort d'eau serait de 1 138 700 m³. La chute pourrait être régularisée à 1,33 m au moins.

La puissance moyenne développée serait donc de

$$\frac{1\,094\,900\times 1026\times 1{,}77\times 0{,}80 + 1\,138\,700\times 1026\times 1{,}90\times 0{,}80}{270\,000\times 12\text{ h }45'} = 978\text{ ch}$$

Mais on pourrait en outre faire produire, des 2/3 du flot à la pleine mer, à l'eau de remplissage du bassin, un travail égal à

$$\frac{410\,000\times 1{,}33\times 1{,}33\times 1\,026\times 0{,}80}{270\,000} = 2\,205\text{ ch-h}$$

en 2 h 35′.

De même, à la vidange du bief, on pourrait recueillir en 1 h. 40′ un travail de

$$\frac{410\,000\times 0{,}60\times 1{,}33\times 1\,024\times 0{,}80}{270\,000} = 1\,430\text{ ch-h.}$$

En vives eaux, en partant de 3 m de jusant, la chute pour le bassin varierait de 1,92 à 7,80 m et la moyenne serait de 5,46 m. Le volume d'eau mis en action serait de $9\times 410\,000 = 3\,690\,000$ m³.

Pour le bief, la chute varierait de 1,92 à 7,60 m et la moyenne serait de 5,22 m. Le volume d'eau utilisé serait de $8{,}08\times 590\,000 = 4\,767\,200$ m³.

La puissance moyenne développée serait de

$$\frac{3\,690\,000\times 1026\times 5{,}46\times 0{,}80 + 4\,627\,200\times 1026\times 5{,}22\times 0{,}80}{270\,000\times 12\text{ h }20'} = 11\,100\text{ ch.}$$

La division de la baie en deux parties permettrait donc d'obtenir une puissance continue et moyenne de 978 ch en mort d'eau et de 11 100 ch en vives eaux, soit en moyenne

$$\frac{978 + 11\,100}{2}\times 0{,}90 = 5\,435\text{ ch.}$$

Le rendement serait de

$$\frac{5\,435}{24\,400} = 0{,}2227.$$

Les frais de premier établissement pourraient s'évaluer ainsi :

Construction du barrage fermant la baie...		1 900 000 fr
Enlèvement des sables vasards dans le bief seulement ($590\,000\text{ m}^2\times 4{,}00$) $\times$ 0,25 =		590 000
4 pertuis pratiqués dans la digue et apparaux, à 10 000 fr.....		40 000
4 pertuis pratiqués dans la falaise qui relie l'île Bénard à la terre et apparaux, à 15 000 fr.....		60 000
2 turbines de 1 000 ch, à 20 000 fr l'une avec appareillage.....		40 000
4 turbines de 3 000 ch, à 40 000 fr avec appareillage.....		160 000
Bâtiments de l'usine $50\times 15\times 5 = 4\,500$ m³, à 25 fr.....		112 500
Terre-plein du bâtiment et murs de soutènement, environ.....		93 500
6 puits d'équilibre des conduits d'amenée et de fuite des turbines, à 25 000 fr l'un....		150 000
2 bassins régulateurs de niveau de la mer, à 40 000 fr.....		80 000
Construction de la digue séparant la baie en 2 bassins; cette digue de 530 m de longueur sur 14 m de hauteur, fondée sur le rocher à la cote zéro, aurait 3 m de largeur en tête et 10 m à la base, dimensions suffisantes; elle serait en maçonnerie de moellons avec mortier de ciment à 450 kg par mètre cube.....		
Le prix du mètre courant serait de :		
Fondations $11\times 0{,}50\times 1 =$	5,500 m³	
Corps de la digue $\frac{3+10}{2}\times 13{,}50 =$	87,750 m³	
Soit 93,250 m³, à 30 fr le mètre cube, 2 800 fr		
Et pour 530 m de longueur, $2\,800\times 530 =$		1 384 000
Conduits d'amenée et de fuite supplémentaires, environ.....		90 000
Dépense générale.....		4 800 000
Dépenses imprévues.....		600 000
Total.....		5 400 000 fr

La puissance moyenne recueillie étant de 5 435 ch, le coût d'établissement par cheval ressort à

$$\frac{5\,400\,000}{5\,435} = 1\,000\text{ fr,}$$

chiffre encore acceptable.

Digitized by Google

Les frais annuels d'exploitation pourraient s'évaluer ainsi :

Amortissement à 10 pour 100 des frais de premier établissement	540 000 fr
Personnel de l'usine	30 000
Réparations, entretien	90 000
Total	660 000 fr.

soit par cheval

$$\frac{660\,000}{5\,435} = 121\ 50 \text{ fr},$$

ce qui ferait ressortir le cheval-heure à

$$\frac{121,50}{87\ 60} = 0,014 \text{ fr}.$$

Mais on aurait ainsi une puissance variant de 978 à 11 100 ch en sept jours et demi.

Fonctionnement avec bief et accumulation hydraulique. — Si on voulait régulariser la puissance pour toutes les marées, il faudrait alors établir un réservoir annexe à l'emplacement précédemment indiqué. La puissance continue et constante sur laquelle on pourrait tabler serait de 3 700 ch au moins et se déterminerait ainsi en remarquant que l'énergie employée à refouler l'eau ne rendrait que les 0,60 environ comme force motrice

La puissance continue développée en mort d'eau étant de	978 ch
Il resterait en vives eaux 11 100 — 978 = 10 122 ch, qui pourraient être employés à refouler l'eau, soit en moyenne $\frac{10\,122 \times 0,90}{2} = 4\,550$ ch,	
lesquels ne rendraient que 4 550 × 0,60 =	2 730 ch.
Total	3 708 ch.

On pourrait donc obtenir une puissance continue et constante d'au moins 3 700 ch en chiffres ronds.

Le rendement serait de

$$\frac{3\,700}{24\,400} = 0,1516.$$

La puissance employée à élever l'eau, soit 5 435 — 3 700 = 1 735 ch, permettrait de refouler à 11 m, en 14 marées, un volume d'eau de

$$\frac{1\,735 \times 270\,000 \times 0,80 \times 12\text{h}33'}{1\,026 \times 11} \times 14 = 5\,835\,000 \text{ m}^3,$$

qui, emmagasiné sur 4 m de hauteur, exigerait un réservoir de 146 hectares, mais comme le terrain qui entoure la baie de Rothéneuf est très élevé et présente des dépressions vers le Lupin, on pourrait emmagasiner l'eau dans le réservoir du moulin Lupin agrandi, comme il a été dit, sur 11 à 12 m, de sorte que l'emplacement prévu entre le Lupin et le Vieux-Châtel suffirait très probablement.

Les frais d'établissement ci-dessus, soit	4 000 000 fr
Seraient donc à majorer du coût de l'aménagement du réservoir annexe et des dépenses imprévues évaluées à	1 700 000
La dépense générale serait donc de	6 500 000 fr.

soit

$$\frac{6\,500\,000}{3\,700} = 1\,757 \text{ fr}$$

par cheval.

Les dépenses annuelles seraient donc de

Amortissement à 10 pour 100	650 000 fr
Personnel de l'usine	35 000
Réparation et entretien	125 000
Soit	810 000 fr.

Ce qui donne pour le prix du cheval-an

$$\frac{810\,000}{3\,700} = 219 \text{ fr},$$

et pour le prix du cheval-heure

$$\frac{219}{8\,760} = 0,025 \text{ fr},$$

prix relativement peu élevé, mais déjà dépassé par des installations hydro-électriques en pays de montagne pour de hautes chutes.

Résumé. — En résumé, l'aménagement de la baie de Rothéneuf pourrait s'effectuer de quatre manières différentes :

1° Comme bassin de marée unique par la construction d'un barrage de 300 m de longueur au travers du goulet d'entrée; le cycle d'écoulement des eaux se ferait en cinq heures en moyenne par marée; la puissance développée serait intermittente et variable, mais assez élevée, car elle correspondrait à 16 000 ch de puissance continue et constante en moyenne; le rendement serait alors, par rapport à la puissance réelle moyenne que pourraient donner les marées, de 0,6680.

Les frais d'établissement s'élèveraient à 5600000 fr.

Le coût d'établissement du cheval serait de 350 fr, le prix du cheval-an de 15 fr et le prix du cheval-heure de 0,005 fr.

Ce serait la solution la plus économique.

La force motrice intermittente pourrait alors être utilisée, *entre autres applications*, à l'électrolyse de l'eau pour produire de l'oxygène et de l'hydrogène, ou de l'oxygène, et par combustion de l'hydrogène, de la chaleur, de l'eau pure par condensation, et de l'azote pour

Digitized by Google

la fabrication de la cyanamide, des azotates et des explosifs.

2° Comme bassin de marée unique avec accumulation hydraulique, pour régulariser la puissance pour toutes les marées, au moyen d'un réservoir annexe de capacité suffisante. La puissance continue et constante qu'on obtiendrait serait de 8000 ch. Les frais d'établissement atteindraient 8 400 000 fr; le coût de revient du cheval serait de 1 400 fr; le prix du cheval an de 127 fr et le prix du cheval-heure de 0,0146 fr.

Le rendement serait de 0,3279.

3° Comme bassin de marée de 41 hectares avec bief de 59 hectares, en divisant la baie en deux parties par une digue partant de l'île Bénard pour aboutir à la pointe située au fond du havre.

La puissance continue et moyenne développée serait de 5 435 ch.

Les frais d'établissement s'élèveraient à 5 400 000 fr, le coût de revient du cheval serait de 1 000 fr, le prix du cheval-an de 121,50 fr et le prix du cheval-heure de 0,014 fr.

Le rendement serait de 0,2227.

4° Comme bassin de marée avec bief et réservoir annexe pour régulariser la puissance pour toutes les marées.

Dans ce cas, la puissance continue et constante produite serait de 3 700 ch au moins, en négligeant l'énergie qu'on pourrait recueillir lors du remplissage du bassin et la vidange du bief.

Les frais d'établissement atteindraient 6500000 fr, le prix de revient du cheval serait de 1757 fr, le coût du cheval-an de 219 fr et le prix du cheval-heure de 0,025 fr.

Le rendement ne serait plus que de 0,1516.

L'étude sommaire qui précède montre donc qu'il est pratiquement possible de capter et d'utiliser la puissance des marées dans la baie de Rothéneuf et d'obtenir des résultats financiers satisfaisants.

Mais il est évident que, en vue de l'exécution des travaux de captage, on devra étudier à fond les divers aménagements qui peuvent être réalisés, afin de faire un choix judicieux de la solution à adopter.

On remarquera que nous n'avons prévu dans l'évaluation des frais d'exploitation aucune redevance à l'État. La raison en est que le havre de Rothéneuf, une fois endigué, pourra être utilisé pour la pisciculture, l'ostréiculture, etc., et que le produit de ces industries pour 100 hectares sera très probablement suffisant pour payer la redevance due à l'État.

2° Baie de La Rochelle et Marais Perdu.

Aménagements. — Baie. — La baie de La Rochelle est un vaste espace de 123,50 hectares compris entre la pointe des Minimes et les bains Richelieu (fig. 48). A 400 m en arrière de la pointe des Minimes; il existe un môle en maçonnerie dit du Lazaret, de 250 m de longueur, qui est fondé sur l'emplacement de l'ancienne digue construite par Richelieu, en 1627-1628, à l'occasion du siège de La Rochelle. Cette digue de 1 400 m de longueur, aujourd'hui disparue, s'étendait du hameau de Marillac à la côte de Richelieu. Elle était solidement fondée près des côtes sur le rocher calcaire et dans la partie centrale sur un grillage en grosses poutres de chêne dont les intervalles sont maçonnés. Ces fondations, qui existent encore en parfait état, car nous les avons vues à basse mer, sont recouvertes actuellement par des sables vasards et des pierres de toutes grosseurs provenant tant de l'ancienne digue que des roches calcaires des falaises et du fond désagrégées par la mer. Ces fondations, qui sont situées à la cote (0,70) environ, ne découvrent plus maintenant qu'aux grandes marées, mais il serait facile de les mettre à nu et de fonder dessus un nouveau barrage. Pour la traversée du chenal, qui a, au droit de la tour balise de Richelieu, environ 100 m de largeur, il faudrait couler du béton pour asseoir le nouvel ouvrage, mais on profiterait de la plus grande profondeur d'eau en ce point pour y ménager les écluses qui devraient être établies pour l'entrée et la sortie des navires.

Marais Perdu. — En 1838, l'administration des Ponts et Chaussées projeta de relier par une digue l'extrémité de la jetée sud du port de La Rochelle à la côte des Minimes, dans le but de constituer un bassin mixte de flot et de chasse.

Cette digue fut exécutée de 1840 à 1848 et exigea une dépense d'environ 1 130 000 fr.

En 1848, les travaux de l'écluse mixte furent interrompus et repris seulement en 1855. Mais dans cet intervalle de temps, on abandonna le projet de création d'un bassin mixte et on exécuta uniquement le bassin à flot dit « extérieur », qui fut achevé vers 1860.

La vaste dépression d'une superficie de 57 hectares, limitée au nord par la jetée sud, à l'ouest par la digue d'enceinte, au sud par le chemin des Minimes et à l'est par le bassin extérieur et le chemin de la Sole, n'eut plus de destination.

Le Service maritime se servit alors de ce marais pour y déposer les vases provenant du dragage du chenal, qui furent déversées en premier lieu à l'ouest du bassin extérieur. Les dépôts ainsi faits pendant quarante ans atteignirent environ 40000 m³ chaque année. Le poids par litre des vases extraites du chenal variant de 1 200 à 1 600 g, on peut admettre que 40 000 m³ correspondent comme matières solides aux 2/3 du volume, soit 26000 m³. Le cube total des matières solides déversées dans le Marais Perdu pendant quarante ans est donc de $26000 \times 40 = 1040000$ m³, chiffre auquel il convient d'ajouter les décombres apportés par les habitants, qu'on peut évaluer à raison de 3000 m³ par an, à 120 000 m³, soit en tout 1 160 000 m³. Ces remblais occupent une superficie de 7 hectares sur laquelle on a édifié des constructions en bois, de sorte que la superficie libre n'est plus que de 50 hectares.

D'après ce que nous pouvons supposer, le fond du Marais Perdu devait être, dans sa partie la plus basse, à

Digitized by Google

la cote approximative de (2,50) du zéro des cartes marines et dans les parties les plus hautes à (3,50) ou (4,00).

Le volume des déblais de terre et rocher calcaire situés au-dessus du niveau des plus basses mers est donc approximativement de

$$500\,000 \times \left(\frac{2{,}50 + 3{,}50}{2}\right) = 1\,500\,000 \text{ m}^3.$$

Depuis 1897, on n'y déverse plus de vase, de sorte que cette dépression est inutilisée; on l'afferme pour le pacage des animaux.

Le Marais Perdu est dans une situation très favorable par rapport à la ville de La Rochelle. Si donc il était, ainsi que la baie, disposé pour la production de la force motrice, la ville n'aurait qu'à la canaliser pour éclairer ses rues à l'électricité et, le jour, une partie de cette force motrice pourrait être envoyée aux machines électriques conjuguées avec les pompes d'aspiration à installer à 12 km de la ville, près de Nuaillé, pour la nouvelle prise d'eau. Les puits d'extraction pourraient ainsi, au grand avantage du captage des eaux, être placés sur les points les plus favorables et les appareils mécaniques seraient réduits à leur plus simple expression.

La ville de La Rochelle dépensait avant la guerre 35 000 fr environ en combustibles et en entretien pour les machines de 60 ch de la prise d'eau actuelle de Périgny.

Pour la nouvelle captation, 200 ch pourraient être utilisés.

D'autre part, elle dépensait pour l'éclairage au gaz 75 000 fr environ.

La dépense totale était donc de 35 000 + 75 000 = 110 000 fr.		
Si à ce chiffre on ajoute l'amortissement en 20 ans du matériel que nous évaluons ainsi :		
2 machines de 200 ch à 65 000 fr.	135 000 fr	
Bâtiments, cheminées, etc.....	70 000	
Total.....	200 000 fr	
Dont le 1/20 est de.....		10 000 fr.
On arrive à une dépense totale de.....		120 000 fr.

Travaux d'aménagement. — Pour aménager cette baie et le Marais Perdu en vue du captage de la force motrice des marées, il y aurait lieu :

1° De construire une digue de 1 100 m de longueur pour la fermeture de la baie, de l'extrémité du môle du Lazaret aux bains Richelieu;

2° D'établir dans cette digue et dans l'axe du chenal d'accès aux bassins à flot et au havre d'échouage, deux écluses à sas, une de 12 m de largeur pour les petits bâtiments et les 500 à 600 bateaux pêcheurs qui fréquentent le port, et une de 20 m de largeur pour les bateaux à vapeur de 1000 à 3500 t que reçoit le port de La Rochelle;

3° D'approfondir sur 100 hectares la baie endiguée, par dragage du fond au niveau des plus grandes basses mers, et le fond du Marais Perdu (à la cote + 2,30) en vue de leur nouvelle destination;

4° D'installer un bâtiment d'usine sur le môle du Lazaret et un autre sur la digue d'enceinte du Marais Perdu.

La partie de baie endiguée a pour fond la cote moyenne (1,40) au-dessus du zéro des cartes marines; les vases, sables et galets en occupent la plus grande partie; le reste, près des côtes, est formé de rocher calcaire très fissuré disposé par couches de 0,15 à 0,25 m d'épaisseur alternant avec des couches de marne de 0,10 à 0,20 m d'épaisseur. Ce rocher est facile à déblayer avec une drague à godets munis de griffes. Il fournit de bons moellons avec lesquels on exécute toutes les maçonneries de la région.

Fonctionnement en bassin de marée unique. — Le Marais Perdu et la baie pourraient fonctionner de l'une des manières suivantes pour produire de la force motrice :

1° Comme bassin de marée de 50 hectares avec bief de 123,50 hectares;

2° La baie comme bassin de marée unique avec le Marais Perdu comme réservoir auxiliaire;

3° Le Marais Perdu comme bief et la baie comme bassin écoulant ses eaux dans le marais et dans la mer.

Le premier cycle doit être écarté, à cause de la nécessité de faire jouer les marées dans la baie, pour permettre l'entrée et la sortie des navires qui fréquentent le port.

Les plus hautes mers à La Rochelle atteignent la cote (6,56) et les plus petites hautes mers celle de (4,10); le marnage moyen pour toute l'année est, comme nous l'avons vu, de 4 m.

La dénivellation minimum descend à 1,80 m en mort d'eau, mais pendant très peu de temps; nous admettrons donc l'amplitude minimum 2 m et comme maximum réalisable, 6 m.

Pour déterminer la puissance pouvant être recueillie, nous admettrons que 100 hectares seulement de la baie seraient déblayés jusqu'à la cote (0,00).

Les eaux de la baie pourraient alors être écoulées pendant 5 heures en moyenne par marée, comme pour la baie de Rothéneuf; le cycle réalisé serait donc le même; dès lors, l'énergie développée par marée pour 100 hectares serait de

$$\text{En mortes eaux } (18\,224 + 17\,871) \times \frac{2{,}00^2}{4{,}00^2} = 8774 \text{ ch-h.}$$

$$\text{En vives eaux } (189\,091 + 223\,504) \times \frac{6{,}00^2}{13{,}00^2} = 87\,883 \text{ ch-h.}$$

La puissance moyenne serait, en tenant compte de la concavité de la courbe du travail des marées, de $\frac{8774 + 87\,883}{12\text{ h }33' \times 2} \times 0{,}90 = 3465$ ch, soit 3500 ch en chiffres ronds, sans tenir compte de la puissance que pourrait développer l'eau emmagasinée dans les

Digitized by Google

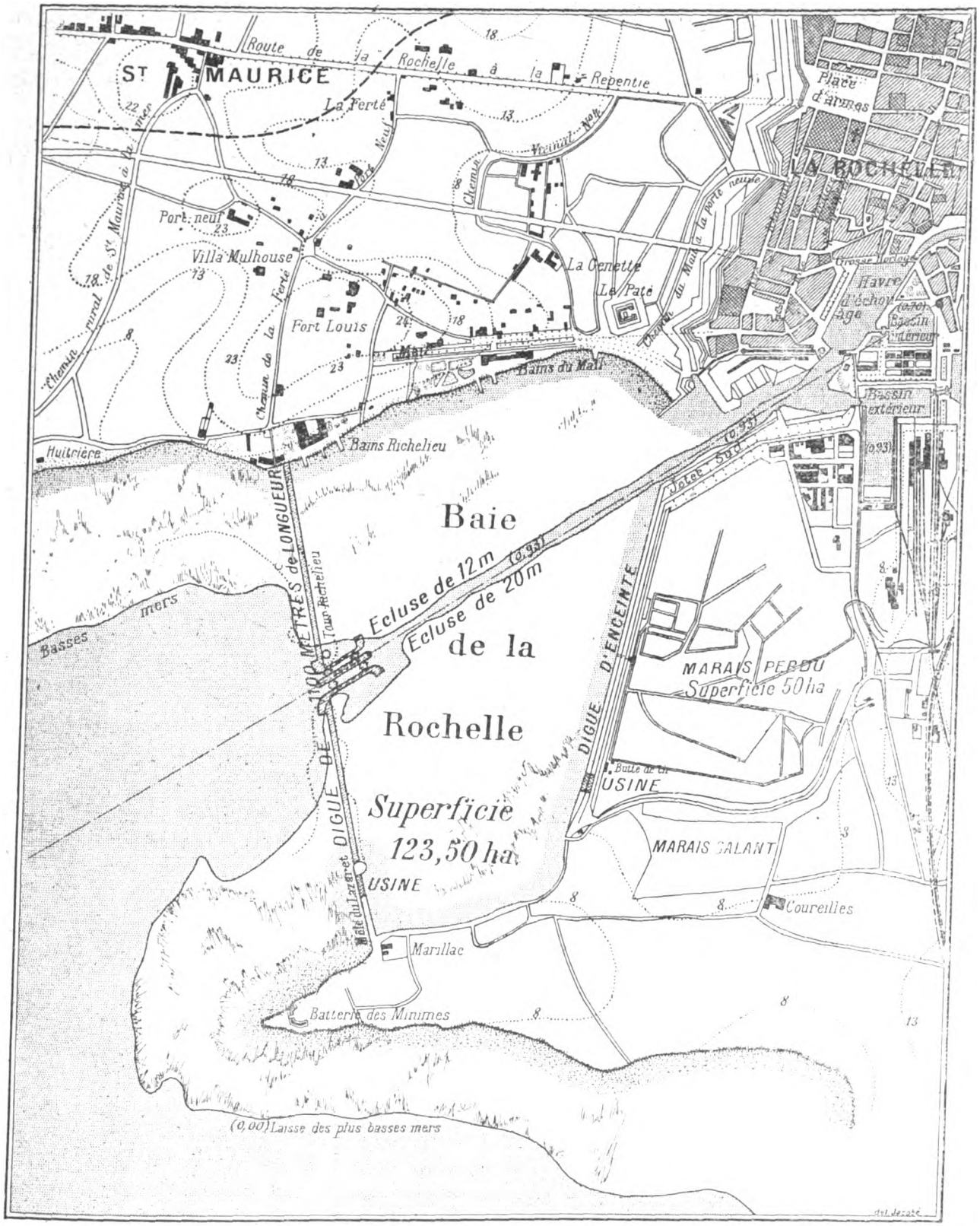


Fig. 48. — Application du captage de la puissance des marées à la baie de La Rochelle et au Marais Perdu. Plan des lieux.

Digitized by Google

23,50 hectares de baie non dérasée à la cote zéro, ni l'eau contenue dans les 50 hectares du Marais Perdu.

En dérasant le fond de ce marais à la cote (2,30), niveau des plus basses mers de mortes eaux, on pourrait recueillir en plus 1 200 ch. La puissance disponible totale serait donc en moyenne de 4 700 ch au moins. L'installation pourrait comprendre 3 turbines de 850 ch et 6 turbines de 3 000 ch.

Les frais d'aménagement et d'établissement pour le cycle envisagé pourraient s'évaluer ainsi :

Dragage du fond du Marais Perdu : 500 000 × (3,00 — 2,30) = 350 000 m³ de déblais déchargés en mer, à 0 fr 50 le mètre cube.	175 000 fr
Dragage du fond de la baie à la cote (0,00), 1 000 000 × 1,40 = 1 400 000 m³ de déblais déchargés en mer, à 0 fr 50 le mètre cube.	700 000
Coupure dans la digue du Marais Perdu pour y introduire la drague et établir les pertuis, environ	60 000
Construction d'une digue de fermeture de 1 100 m de longueur, de 7 m de hauteur moyenne, ayant une section moyenne de 30 m², soit 1 100 × 30 m² = 33 000 m³ de maçonnerie au mortier de ciment, à 30 fr le mètre cube, soit	990 000
12 pertuis de remplissage et de vidange pratiqués dans la digue et celle du marais, à 10 000 fr	120 000
Construction d'une écluse à sas de 12 m de largeur et d'une seconde écluse de 20 m de largeur dans la digue de fermeture	450 000
3 turbines de 850 ch à 20 000 fr avec appareillage	60 000
6 turbines de 3 000 ch à 40 000 fr avec appareillage	240 000
Bâtiments de l'usine	130 000
3 puits d'équilibre de conduits d'amenée et de fuite des turbines à 20 000 fr l'un	60 000
2 bassins régulateurs de niveau de la mer à 25 000 fr l'un	50 000
Aménagement des conduits d'amenée et de fuite des turbines	125 000
	3 160 000
Dépenses imprévues	365 000
Dépense générale	3 525 000 fr.

La puissance moyenne qui serait recueillie étant de 4 700 ch, le coût d'établissement par cheval ressort à

$$\frac{3\,525\,000}{4\,700} = 750 \text{ fr},$$

chiffre très acceptable.

Les frais annuels d'exploitation pourraient s'évaluer ainsi :

Amortissement à 10 pour 100 des frais de premier établissement	352 500 fr
Personnel de l'usine	25 000
Réparations, entretien, dragage des dépôts vaseux	87 600
Total	465 000 fr

soit par cheval-an

$$\frac{465\,000}{4\,700} = 99 \text{ fr},$$

ou 100 fr, et par cheval-heure,

$$\frac{100}{8\,760} = 0{,}0113 \text{ fr}.$$

Mais on aurait ainsi une puissance intermittente variant de

$$\frac{8\,774}{5\text{ h}} = 1\,755 \text{ ch. à } \frac{87\,883}{5\text{ h}} = 17\,575 \text{ ch.}$$

Fonctionnement avec bief. — Si l'on voulait obtenir une puissance continue, on pourrait alors, pour employer le troisième cycle, approfondir le Marais Perdu à la cote (0,00), s'en servir comme bief et laisser le fond de la baie tel pour diminuer les frais d'établissement et en écouler les eaux à mer baissante.

On obtiendrait ainsi, avec les 50 hectares du Marais Perdu, une puissance continue d'environ 500 ch en mortes eaux et 5 000 ch en vives eaux, nombres auxquels il faudrait ajouter la puissance continue développée par l'eau emmagasinée dans la baie proprement dite, soit environ 400 ch en mortes eaux et 2 400 ch en vives eaux. La moyenne générale serait de 4 200 ch.

La dépense d'établissement serait dans ce cas de :

Dragage du fond du Marais Perdu jusqu'au niveau des basses mers, 500 000 × 3 = 1 500 000 m³ de déblais de vase, galets et rocher déchargés en mer, à 0 fr 80 le mètre cube	1 200 000 fr
Coupure dans la digue	60 000
Digue de fermeture de la baie	990 000
12 pertuis à 10 000 fr	120 000
Ecluses à sas	450 000
3 turbines de 500 ch et 3 turbines de 3 000 ch avec appareillage	170 000
Bâtiments de l'usine	120 000
3 puits d'équilibre de hauteur de chute	60 000
2 bassins régulateurs du niveau de la mer	50 000
Aménagement des conduits d'amenée et de fuite	110 000
	3 210 000
Dépenses imprévues	360 000
Dépense générale	3 570 000 fr

soit par cheval $\frac{3\,570\,000}{4\,200} = 850$ fr.

Les frais annuels d'exploitation s'élèveraient, comme dans la première estimation, à 465 000 fr, soit 111 fr par cheval-an et $\frac{111}{8\,760} = 0{,}0127$ fr par cheval-heure.

Tous ces résultats sont satisfaisants et ne sont pas plus élevés que ceux donnés par l'aménagement des

Digitized by Google

hautes chutes de montagne; ils montrent que, même pour une amplitude réduite, il est possible de capter dans de bonnes conditions la force motrice des marées.

La ville de La Rochelle pourrait assurer son grand service projeté de distribution d'eau et d'éclairage électrique, avec une puissance de 200 ch pendant 10 heures par jour et 800 ch pendant 6 h environ.

La dépense annuelle serait alors de $(200 \times 0{,}0127 \times 10 + 800 \times 0{,}0127 \times 6) \times 365 = 31\,500$ *fr* en chiffres ronds.

L'économie annuelle qu'elle réaliserait en utilisant l'énergie hydro-électrique de l'eau de mer emmagasinée dans la baie serait donc de $120\,000 - 31\,500 = 88\,500$ *fr*.

Mais ce ne serait pas le seul avantage que la ville de La Rochelle retirerait de la fermeture de la baie; en effet, elle obtiendrait ainsi *sans aucune dépense* un vaste bassin de 100 hectares creusé au niveau des plus basses mers qui permettrait de donner un grand développement à la navigation de commerce, ainsi qu'au port de pêche fréquenté par environ 600 bateaux à voile et 20 à 30 chalutiers à vapeur.

(*A suivre.*)

E. MAYNARD,
Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment Ingénieur du Service maritime à La Rochelle et à Saint-Nazaire.

La production électrochimique industrielle des composés nitrés : acide nitrique et dérivés, cyanamide, azotures

La fixation de l'azote atmosphérique constitue certainement l'événement scientifique et industriel le plus important de ces vingt dernières années. En combinant cet élément sous des formes variées, l'Electrochimie a résolu le problème, posé depuis plus d'un demi-siècle, de la production artificielle des produits nitrés, et notamment des « nitrates ». Ces matières ne nous étaient guère fournies jusqu'à ces dernières années que par les gisements chiliens et, tant pour les besoins de la défense nationale (poudres et explosifs) que pour ceux de l'agriculture (engrais nitrés), la nécessité d'accroître les moyens de production s'est montrée toujours plus impérieuse. En outre de ces applications de premier ordre, l' « acide nitrique », point de départ de la fabrication des produits nitrés, a une foule d'emplois industriels; il est la base de l'industrie de certaines matières colorantes, de produits pharmaceutiques et de nombreuses substances chimiques d'utilisation courante. A côté de l'acide nitrique et de ses dérivés, la « cyanamide calcique » et les « azotures métalliques » constituent des sources d'azote auxquelles peuvent puiser dorénavant les chimistes et les agriculteurs. Dans le travail ci-après, M. Jean Escard étudie ces divers composés, leur mode de production industrielle et leur utilisation.

L'intervention de l'énergie électrique dans la production synthétique des composés nitrés résout le problème à la fois au point de vue technique et au point de vue économique. Cette nouvelle industrie est donc susceptible de la plus large extension. Il existe cependant divers modes de fixation de l'azote et, même en ne s'en tenant qu'aux méthodes électrothermiques, on en connaît et on en applique actuellement trois :

1° La production directe de l'*acide nitrique* par l'action de l'arc électrique sur un mélange d'oxygène et d'azote;

2° La production de la *cyanamide* par l'action de l'azote sur le carbure de calcium;

3° La production des *nitrures* par l'absorption de l'azote par certains métaux tels que l'aluminium et le magnésium.

Les deux derniers procédés permettent d'obtenir indirectement de l'ammoniaque, car les produits formés se décomposent au contact de l'eau en donnant naissance à ce composé.

I. — Acide nitrique et dérivés.

Principe de la fabrication. — La fabrication, au four électrique, de l'acide nitrique et de ses dérivés repose sur la combinaison à haute température des éléments de l'air, oxygène et azote, d'abord à l'état d'oxydes d'azote, puis sous forme d'acide nitrique et de nitrates. L'air, plus ou moins enrichi en oxygène pur, est soumis à l'action de l'arc électrique dans des fours spéciaux que nous décrirons plus loin. Il se forme, d'après la théorie, du bioxyde d'azote ou oxyde azotique AzO très dilué (1). A la sortie des appareils et en présence de l'oxygène en excès, celui-ci se convertit en peroxyde d'azote AzO^2, d'après la formule simple

$$AzO + O = AzO^2. \qquad (A)$$

Pour transformer ce peroxyde d'azote en produits industriels, on lui fait subir une suite d'opérations dont la principale consiste à le faire réagir avec l'eau ou avec des bases, chaux, potasse, soude. On obtient ainsi finalement de l'acide nitrique ou un mélange de nitrites et de nitrates.

Cependant, la formation stable de l'oxyde azotique AzO par l'union de ses deux composants n'est pas exempte de difficultés pratiques. La réaction est en effet réversible et, pour limiter le plus possible sa rétrogradation, il faut refroidir aussi brusquement que possible l'oxyde formé à la température de l'arc électrique (3 000° environ) jusqu'à

(1) La formation de l'oxyde azotique au contact de l'arc électrique semble avoir une double origine : une origine *thermique*, due à la chaleur de la flamme et une origine *électrique*. Les deux modes peuvent coexister, le second étant surtout observable avec les arcs qui éclatent dans une enceinte refroidie. On a aussi considéré le phénomène comme purement *cinétique*, le système étant admis comme en faux équilibre.

Digitized by Google

1 200°. En continuant à refroidir ensuite jusque vers 600°, on n'observe aucune modification sensible dans la composition du gaz ; mais au-dessous de cette température, l'oxyde azotique se transforme, comme nous venons de le voir, en peroxyde d'azote, d'après la formule (A). Or cette réaction est également réversible et le peroxyde d'azote qui a pris naissance est entièrement décomposé en ses éléments si on le chauffe vers 600°. La présence de ce gaz dans les gaz refroidis de l'arc amène donc leur coloration en jaune orangé. Le peroxyde d'azote AzO^2 tend du reste à se polymériser et la vapeur nitreuse, telle qu'on la connaît à la température ordinaire, est ainsi formée en majeure partie de Az^2O^4 incolore renfermant une faible proportion de AzO^2 qui lui donne sa coloration caractéristique.

Au point de vue chimique, le peroxyde d'azote et son polymère produisent les mêmes réactions et il suffit de considérer le premier, AzO^2. En présence de l'eau, il donne la réaction suivante :

$$3\ AzO^2 + H^2O = 2\ AzO^3H + AzO. \qquad (B)$$

Il y a formation d'acide nitrique et régénération partielle de l'oxyde azotique.

En présence de l'oxygène en excès, l'oxyde azotique AzO produit une nouvelle quantité de peroxyde d'azote AzO^2 et la série des transformations se prolonge ainsi continuellement.

Avec les alcalis, la soude par exemple, il se produit la réaction ci-dessous :

$$2\ AzO^2 + 2\ NaOH = AzO^3Na + AzO^2Na + H^2O. \qquad (C)$$

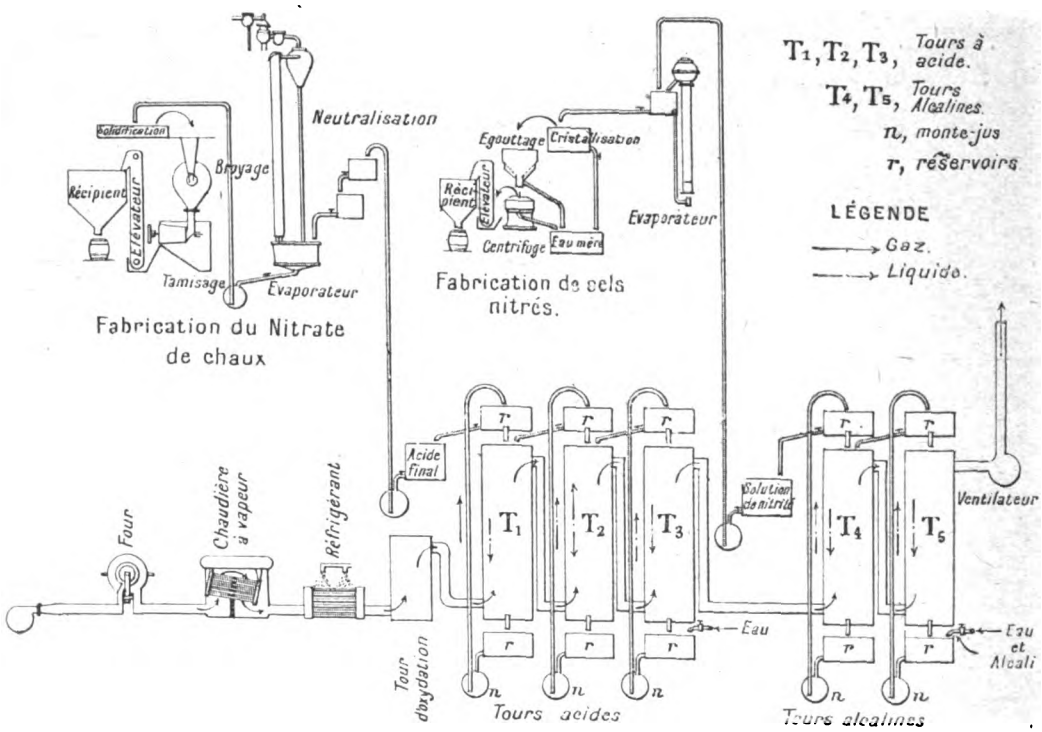


Fig. 1. — Schéma d'une installation pour la fabrication de l'acide nitrique et des nitrates à l'aide de l'air.

Il se forme donc un mélange équimoléculaire de nitrate et de nitrite de sodium.

Quand tout l'alcali est neutralisé, c'est-à-dire absorbé, si l'on continue à faire passer les gaz de l'arc, le nitrite est peu à peu décomposé par l'acide nitrique libre formé. A la longue, on peut ainsi obtenir une solution de nitrate presque pur.

Avec l'eau, on peut avoir de même, au lieu de la réaction (B), la suivante :

$$2\ AzO^2 + H^2O = AzO^3H + AzO^2H.$$

L'acide nitreux se décompose en régénérant de l'oxyde azotique et l'on a

$$3\ AzO^2H = AzO^3H + 2\ AzO + H^2O.$$

Ce cycle d'opérations peut encore se prolonger. On voit donc qu'on peut obtenir, soit de l'acide nitrique (B), soit du nitrate, soit un mélange de nitrate et de nitrite (C). La figure 1 donne la disposition schématique d'une fabrique d'acide nitrique et de nitrates d'après le processus qui vient d'être indiqué.

Cependant, en pratique, tout ne se passe pas aussi rigoureusement et les réactions sont en réalité plus complexes. L'oxydation de l'oxyde azotique AzO ne s'effectue pas intégralement et il se forme toujours une certaine quantité d'anhydride azoteux Az^2O^3. Les vapeurs nitreuses absorbées ne donnent donc pas un mélange à molécules égales de nitrate et de nitrite, mais toujours un excès de ce dernier.

En somme, la production de l'acide nitrique et des nitrates d'après ce processus comprend deux sortes d'opérations : l'*obtention* des oxydes d'azote dilués dans l'air, et l'*utilisation*, après transformation, de ces oxydes d'azote.

Obtention des oxydes d'azote. — D'après A. Guye, si l'on considère un certain volume d'air traversant un four à

Digitized by Google

oxydation d'azote, porté à la température de l'arc et se refroidissant ensuite jusqu'à la température ordinaire, on peut distinguer quatre périodes distinctes :

a) La première correspond au passage brusque, quoique partiel, de l'air à plus de 3000° de température. A partir de 1 500° environ, l'oxyde azotique AzO prend naissance au contact des éléments de l'air. Plus la température est élevée, plus la concentration des gaz en AzO augmente. Lorsque le gaz initial est humide, ce qui est presque toujours le cas de l'air atmosphérique, il est probable qu'une petite quantité de AzO prend naissance par la réaction équilibrée entre l'azote et la vapeur d'eau, d'après la formule

$$Az + H^2O = AzO + 2H.$$

En même temps, la vapeur d'eau présente dans l'air se dissocie en ses éléments. On conçoit donc que l'hydrogène et l'oxygène ainsi libérés puissent agir de deux façons opposées, soit en diminuant la concentration en oxyde azotique par suite de l'effet réducteur de l'hydrogène sur ce gaz, soit au contraire en l'augmentant par suite de l'élévation de la concentration en oxygène, avec déplacement de l'équilibre $Az + O = AzO$ dans le sens direct. D'après les expériences de A. Guye, la présence dans l'air d'un excès de vapeur d'eau diminue la concentration et la production en oxydes d'azote du mélange initial. De là l'utilité pratique de travailler sur des gaz aussi secs que possible.

b) La seconde période correspond au premier stade de refroidissement, qui s'étend de la température de l'arc, soit 3 000° et plus, jusqu'à 1200° environ. Si ce refroidissement ne s'effectue pas presque instantanément, cette période est caractérisée par la rétrogradation de l'oxyde azotique en ses éléments, oxygène et azote. On n'évite jamais entièrement cette rétrogradation, mais elle est négligeable au-dessus de 1200°, température qui marque pratiquement la limite des équilibres chimiques vrais et des faux équilibres.

c) La troisième période correspond au second stade de refroidissement, qui est compris entre 1200° et 550° environ; elle n'est pas caractérisée par des actions chimiques importantes.

d) La quatrième période correspond au troisième et dernier stade de refroidissement des gaz oxydés; elle est comprise entre 550° et la température ordinaire. Elle est caractérisée par les divers équilibres d'oxydation de l'oxyde azotique en anhydride azoteux et peroxyde d'azote, qu'il se produise soit des oxydations successives de AzO en Az^2O^3, puis de Az^2O^4 en AzO^2, soit une oxydation de AzO en AzO^2 ou Az^2O^4 avec formation ultérieure de Az^2O^3 par addition de AzO ou AzO^2. La première hypothèse est plus généralement admise, mais les deux séries de réactions peuvent se produire simultanément. Quoi qu'il en soit, avec des gaz à faible teneur en oxydes d'azote, soit de 1 à 2 pour 100 en volume calculés en AzO, il s'établit à la température ordinaire un équilibre définitif dans lequel subsistent ensemble du peroxyde d'azote Az^2O^4, de l'oxyde azotique AzO et très probablement aussi de l'anhydride azoteux Az^2O^3.

Les proportions de ces divers gaz en équilibre dans le mélange provenant des fours électriques et refroidis à la température ordinaire varient naturellement avec la concentration de l'azote entré en combinaison. Pour des teneurs correspondant à 1 pour 100 d'oxyde d'azotique en volume, on peut admettre, d'après les observations de Guye, que le gaz AzO libre représente environ 10 à 20 pour 100 du mélange gazeux; le reste comprend presque exclusivement du peroxyde d'azote dont les 9/10 sont à l'état de AzO^2 et et 1/10 environ à l'état de Az^2O^4; l'anhydride azoteux Az^2O^3 libre ne représente qu'une très faible fraction du mélange.

En résumé, les équilibres principaux qui se produisent, dans une proportion plus ou moins accentuée, au sein des gaz nitreux sortant des arcs et, ramenés à la température ordinaire, sont assez nombreux. Ils peuvent être représentés de la façon suivante:

$$2AzO + O \rightleftarrows Az^2O^3;$$

$$AzO + AzO^2 \rightleftarrows Az^2O^3 \quad \text{ou} \quad 2AzO + Az^2O^4 \rightleftarrows 2Az^2O^3;$$

$$Az^2O^3 + O \rightleftarrows Az^2O^4 \rightleftarrows 2AzO^2.$$

La présence de la vapeur d'eau contenue dans l'air peut elle-même donner naissance aux réactions ci-après :

$$Az^2O^3 + H^2O = 2AzO^2H;$$

$$3AzO^2H = AzO^3H + 2AzO + H^2O;$$

$$Az^2O^4 + H^2O = AzO^2H + AzO^3H.$$

La grande dilution des oxydes d'azote et leur équilibre entre eux expliquent les difficultés pratiques qu'on a dans l'industrie à faire absorber par l'eau et même par l'acide sulfurique tous les oxydes produits. L'oxydation de l'oxyde azotique en anhydride azoteux ou en peroxyde d'azote est en effet d'autant plus lente que la dilution de AzO augmente. Si la concentration de AzO passe, par exemple, de 0, 1 pour 100 à 0,01 pour 100, les vitesses de transformation de cet oxyde en Az^2O^3 ou AzO^2 seront 1 000 ou dix fois plus petites et, inversement, en comprimant les gaz, on augmentera dans de très fortes proportions les réactions d'oxydation.

Rendement. — Cette influence de la pression nous conduit à la question du *rendement*. Celui-ci varie suivant de nombreux facteurs dont les principaux sont: la *pression*, la *température*, *l'intensité du courant* et la *nature des arcs*. Un nombre considérable d'expériences ont été faites, au cours de ces dix dernières années, en vue de l'augmenter. Malheureusement, la comparaison entre les différentes recherches est très difficile. Il en est de même des conclusions à tirer en dehors des règles générales, car, en outre des facteurs essentiels de rendement qui viennent d'être indiqués, il faut tenir compte de la proportion des gaz dans le mélange initial et de leur vitesse à travers l'arc, de la forme et de la longueur de la flamme, des dimensions de la chambre d'oxydation, du remplissage plus ou moins parfait de celle-ci par les arcs, de la position et de la grandeur des électrodes, du diamètre et de l'emplacement des orifices d'entrée et de sortie des gaz, etc. La question est donc extrêmement complexe et chaque type de four nécessite une étude préparatoire avant de satisfaire aux conditions pratiques de rendement maximum.

La *température* joue un rôle très important dans le rendement obtenu. D'après les auteurs qui admettent que la combustion de l'azote est due uniquement à la haute température réalisée dans l'arc électrique, cette dernière a pour effet d'ioniser les gaz et de les rendre ainsi aptes à entrer en combinaison. La réversibilité de la réaction a une limite d'autant plus élevée que la température est elle-même plus haute. On a établi par le calcul et démontré par l'expérience qu'aux environs de 2 000° la proportion d'oxyde d'azote formé est de 1 pour 100 environ alors qu'elle atteint 5 pour 100 à 3 000°. De même, l'équilibre est d'autant plus rapidement atteint que la température des fours est plus

Digitized by Google

élevée. Les chiffres renfermés dans le tableau ci-dessous donnent les valeurs des concentrations d'équilibre en oxyde azotique AzO dans l'air sous la pression atmosphérique ; en regard des valeurs observées expérimentalement sont inscrites les valeurs calculées par les formules d'interpolation de la mécanique chimique.

TEMPÉRATURES ABSOLUES (1)	AzO CALCULÉ %	AzO OBSERVÉ %
1 500°	0,10	
1 811	0,35	0,37
2 033	0,67	0,64
2 195	0,98	0,97
2 580	2,04	2,05
2 675	2,37	2,24
3 200	4,43	5

(1) La température absolue est égale à la température observée dans les appareils plus 273°.

On voit nettement que, plus la température des gaz est haute, plus la teneur en oxyde d'azote est élevée.

Un autre facteur important du rendement est la *stabilité des arcs* qui jaillissent à l'intérieur du four. La chambre d'oxydation doit être aussi remplie que possible par ces arcs, mais il faut éviter le brassage mécanique de la masse gazeuse qui aurait justement pour effet de diminuer la stabilité des arcs. Aux températures très élevées, soit de 2 500 à 3 000° environ, des fours à arc, la vitesse des molécules gazeuses est si grande et leur mélange par diffusion si rapide qu'il est superflu d'assurer ce dernier au moyen d'un brassage. Dans les fours les plus récents, on a cherché même à maintenir l'arc immobile; cela a pour résultat de conserver sa stabilité et, d'autre part, d'augmenter son contact avec les gaz. C'est qu'en effet, l'arc électrique a une nature particulièrement instable ; un courant d'air très faible l'allonge et menace de l'éteindre, en dispersant les ions, il diminue sa stabilité. D'une façon générale toute cause tendant à faciliter l'ionisation dans le milieu gazeux séparant les électrons aidera au maintien de l'arc. Les arcs courts et traversés par des courants intenses sont beaucoup plus stables que les arcs longs et de faible intensité.

La *nature du courant* intervient également. Avec le courant continu, l'arc est régulier et la température constante. Avec le courant alternatif, l'arc est coupé, donc éteint, à chaque changement de sens ; le nombre d'arrêts est deux fois plus grand que le nombre qui représente la fréquence du courant. Comme le temps d'arrêt n'est pas nul, il en résulte une série de refroidissements des électrodes ; or, pour que l'arc puisse subsister, il faut que les deux électrodes soient maintenues à l'incandescence; de ce fait, la *fréquence* du courant employé peut avoir une grande importance pratique.

A ce titre, les fours à grand développement d'arc, c'est-à-dire à *grande puissance*, plusieurs centaines de kilowatts, sont les plus avantageux quant au rendement, car, toutes conditions égales, la stabilité de l'arc peut être assurée avec de plus faibles tensions. Ils sont aussi plus simples de construction et facilitent les grandes installations.

L'intensité joue un rôle important. Une tension élevée et une faible intensité qui, comme on le sait, caractérisent la production des effluves ou décharges obscures, donnent surtout naissance à de l'ozone par la polymérisation de l'oxygène ; la quantité d'azote oxydée et transformable ensuite en acide nitrique est très faible. Si l'on augmente la densité de courant, on a des étincelles et l'on obtient des oxydes d'azote. Plus on la fait croître ensuite, plus on a des arcs à flamme longue en même temps que croît le rendement en oxydes d'azote.

Cependant, dans la pratique courante, le rendement ne croît pas indéfiniment avec la longueur de l'arc ; à mesure que l'on augmente, à débit gazeux constant, la longueur de l'arc, c'est-à-dire qu'on opère avec des puissances électriques de plus en plus grandes, les gaz arrivent à leur teneur maximum en oxydes d'azote avant d'avoir traversé toute la chambre d'oxydation ; ils restent un certain temps en contact avec l'arc, à partir de ce moment, sans qu'il en résulte un accroissement appréciable du rendement. La courbe du rendement en fonction de la longueur de l'arc, c'est-à-dire de sa puissance, toutes choses égales d'ailleurs, a donc une partie ascendante, un maximum, puis une partie descendante. Cela explique les résultats contradictoires de rendement obtenus par les divers expérimentateurs pour des longueurs croissantes d'arc ; les uns étaient dans les conditions de la branche ascendante et les autres dans celles de la branche descendante. Il résulte de ce qui précède que le rendement maximum en AzO ne sera atteint que si les gaz arrivent à leur teneur limite en oxydes d'azote au moment précis où ils sortent de la chambre d'oxydation ; cette condition nécessite le remplissage aussi complet que possible de la chambre d'oxydation par la flamme de l'arc.

Cette flamme est réalisée de différentes façons suivant les fours. On emploie des arcs rectilignes, en éventail, en disque, rotatifs. L'emploi de champs magnétiques ordinaires ou tournants permet d'obtenir ces résultats en mettant en mouvement les arcs à l'intérieur des chambres d'oxydation. Les fours à arcs de faible durée ou étincelles ne paraissent pas avoir eu de succès, témoins ceux de Bradley et Lovejoy d'une part (Niagara Falls) et ceux de la « Badische Anilin und Soda Fabrik » de Nüremberg, aujourd'hui discrédités. Cependant, d'après A. Guye, l'étincelle, de forme crépitante, permettrait de satisfaire, d'une façon très acceptable au dispositif chaud froid qui est la condition essentielle de récupération des oxydes d'azote formés aux températures élevées des décharges électriques : d'une part, elle porte les molécules gazeuses placées sur son passage à une très haute température et, d'autre part, elle permet un refroidissement brusque de la masse gazeuse environnante qui vient d'être soumise à son action.

L'influence de la *pression* s'exerce en faveur du rendement, c'est-à-dire que celui-ci augmente avec elle. En faisant passer de l'air aussi lentement que possible dans un arc à courant continu, on constate qu'à 100 mm de mercure, la proportion atteint à peine 5 pour 100 d'oxydes d'azote. En doublant la pression, soit à 200 mm de mercure, on obtient 8,5 pour 100 ; entre 300 et 500 mm, on obtient 9,5 pour 100 d'oxydes d'azote. Au-dessus de ces dernières pressions, le rendement baisse à nouveau.

La *composition initiale des gaz*, c'est-à-dire leur richesse plus ou moins grande en oxygène, joue également un rôle, bien qu'en pratique on paraisse en avoir tenu à peine compte. Le remplacement de l'air par un mélange d'oxygène et d'azote à volumes égaux permet d'obtenir, toutes autres conditions égales, une augmentation de 25 pour 100 environ du rendement. Qu'on opère dans un courant de gaz chauds, refroidis ou dans l'air liquide lui-même, on constate cet accroissement du rendement avec l'augmentation de la

Digitized by Google

richesse en oxygène du mélange traversant l'arc. Mais cette augmentation n'est peut-être pas en rapport avec la dépense occasionnée par l'emploi partiel d'oxygène pur, et c'est sans doute le point de vue économique qui a empêché les efforts tentés dans ce sens d'aboutir pratiquement.

Comme pour la longueur de l'arc, le rendement croit, passe par un maximum M (fig. 2) et décroît pour des débits

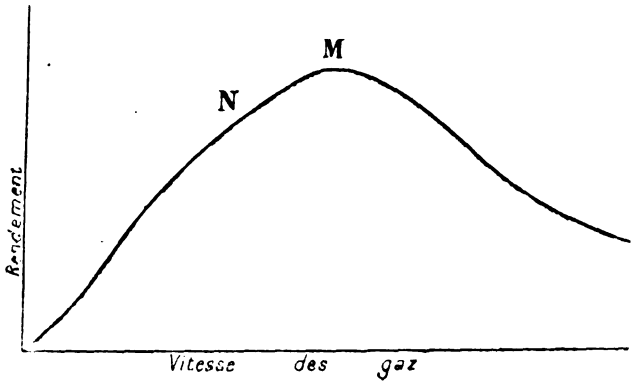


Fig. 2. — Influence de la vitesse des gaz sur le rendement en oxydes d'azote.

gazeux croissants, c'est-à-dire avec la *vitesse des gaz*. Le maximum, qui correspond au meilleur rendement des appareils, varie cependant d'un four à l'autre et, pour le même four, avec les conditions électriques et physiques de fonctionnement telles que la puissance électrique appliquée, la périodicité du courant, la nature et la longueur des arcs, la position des électrodes, la façon dont s'effectue le refroidissement, etc. La concentration des gaz dans un même appareil diminue avec l'accroissement du débit ; celle qui correspond au maximum de rendement obtenu en volume est bien inférieure à la concentration limite des mêmes gaz. Aussi, comme le rendement en concentration joue dans l'industrie un rôle plus important que celui du rendement en volume, on se contente d'un rendement en volume inférieur au maximum M, celui correspondant à N par exemple, pour réaliser une concentration plus élevée des gaz. D'après Guye, cela aurait l'avantage de simplifier le mode de la récupération ultérieure des oxydes d'azote.

Transformation des oxydes d'azote en produits industriels. — Acide nitrique dilué ou concentré. — 1° Il est facile d'obtenir de l'*acide nitrique aqueux* en faisant réagir les gaz des fours avec l'eau. Dans ce but, en sortant des chambres d'oxydation, les gaz traversent une ou plusieurs tours remplies de morceaux de quartz et dans lesquelles existe une circulation d'eau de haut en bas, c'est-à-dire en sens inverse de celle des gaz. On obtient ainsi, à la base de la première tour, un acide à la teneur de 25 à 30 pour 100. L'absorption des oxydes d'azote par l'eau est à peu près complète. On a la réaction

$$Az^2O^4 + H^2O = 2\,AzO^3H + AzO^2H.$$

Cette réaction est immédiatement suivie, comme nous l'avons vu, de la décomposition de l'acide nitreux d'après la formule :

$$3\,AzO^2H = AzO^3H + 2\,AzO + H^2O.$$

Si le gaz AzO est ensuite réoxydé de telle sorte qu'avec des appareils suffisamment développés les réactions précédentes aient le temps de se reproduire plusieurs fois (circuit fermé), il semble qu'on puisse absorber la totalité des oxydes d'azote sous forme d'acide nitrique.

Industriellement, on peut obtenir, par l'absorption par l'eau, un acide à 40 pour 100 d'acide nitrique même en partant de gaz très pauvres en oxyde d'azote. A partir de cette teneur, la concentration n'augmente pour ainsi dire plus par le passage de nouvelles quantités de gaz chargé d'oxydes d'azote à travers les tours et on ne fait qu'entraîner de l'acide à 40-41 pour 100. Cela est dû à ce que l'air ordinaire dont on fait usage contient lui-même de la vapeur d'eau et apporte, à partir de ce point, une quantité d'eau égale à celle qu'il emporte. Donc, pour obtenir un acide concentré à 60 ou 65 pour 100, il est nécessaire que les gaz des fours soient convenablement desséchés avant leur entrée dans la première tour d'absorption ; dans ces conditions, on peut, par simple entraînement de vapeur d'eau, faire monter la teneur de l'acide aqueux de 33 pour 100 à 65 pour 100, le contact s'effectuant très bien entre les gaz secs et l'acide des tours. On obtient ainsi *directement* de l'acide nitrique concentré.

On peut aussi récupérer directement les vapeurs nitreuses sous forme d'acide concentré au moyen de l'acide sulfurique concentré, suivant la réaction ci-après :

$$Az^2O^4 + SO^4H^2 = AzO^3H + SO^4AzOH.$$

En n'introduisant dans les appareils que la quantité d'eau théoriquement nécessaire, soit une molécule d'eau pour deux atomes d'azote combinés à l'oxygène, et si l'on distille l'acide nitrique formé pour remettre en service l'acide sulfurique, on récupère la presque totalité des oxydes d'azote à l'état d'acide nitrique concentré. L'acide nitrosulfurique SO^4AzOH additionné d'acide nitrique AzO^3H est une masse solide qui peut être utilisée telle quelle pour la fabrication de l'acide sulfurique (tour de Gay-Lussac) par la méthode des chambres de plomb. On peut également l'employer à la production des superphosphates.

La concentration de l'acide aqueux par voie *indirecte* a pris depuis peu une certaine importance. La conduite de cette opération présentant d'assez grandes difficultés, on a préconisé de nombreux déshydratants tels que l'acide sulfurique, l'acide phosphorique, le nitrate de chaux, le bisulfate de soude. Le nitrate de chaux, en particulier, est d'un emploi très pratique : on fait réagir cette substance additionnée d'acide sulfurique concentré et en proportions théoriques sur l'acide nitrique ordinaire ; le produit liquide, essoré, est de l'acide nitrique concentré. D'après les essais effectués, deux traitements successifs par le nitrate de chaux conduisent facilement de l'acide à 40 pour 100 d'AzO^3H à l'acide nitrique à 95 pour 100, presque sans aucune perte à l'état de vapeurs nitreuses. La régénération du nitrate de chaux à l'état anhydre est des plus faciles à l'aide de la chaleur perdue des fours d'oxydation.

2° Nitrites. — Les nitrites sont surtout utilisés dans les industries tinctoriales. On peut les obtenir à partir des gaz du four en faisant réagir sur ceux-ci des alcalis (soude) avant que la totalité des oxydes d'azote ait été ramené à la température ordinaire, soit à 300° environ. Il se forme alors surtout du nitrite d'après la formule

$$4AzO + 2NaOH = 2AzO^2Na + Az^2O + H^2O.$$

Une partie de l'azote est perdue à l'état de Az^2O.

Digitized by Google

Un autre procédé pour la fabrication du nitrite de soude consiste à faire absorber par un lait de chaux les gaz des fours refroidis. On obtient ainsi un mélange de nitrate et de nitrite de chaux qu'on traite par du sulfate de potassium et du sulfate de sodium ; il se produit de la sorte du nitrate de potassium et du nitrite de sodium. On filtre et les solubilités différentes des deux corps permettent de les récupérer isolément par cristallisation.

3° Nitrate de chaux. — Le nitrate de chaux, employé surtout en agriculture, est obtenu généralement en neutralisant l'acide nitrique faible par du carbonate de calcium ; comme celui-ci est hygroscopique, on obvie à cet inconvénient en lui incorporant une certaine quantité de chaux libre ; on obtient ainsi un nitrate basique, beaucoup moins hygroscopique que le nitrate neutre et répondant approximativement à la composition suivante :

Acide nitrique	50,25	pour 100
Chaux	26	Id.
Eau de constitution	23,5	Id.
Magnésie, silice, etc	0,3	Id.

Pratiquement, on verse l'acide nitrique dans de vastes cuves en granite remplies de calcaire ; le nitrate se forme rapidement. La solution est conduite dans de grandes chaudières chauffées par les gaz sortant des fours et où l'on concentre la solution au degré convenable ; on la coule dans des moules où, par refroidissement, elle constitue des blocs solides. L'industrie chimique utilise ces blocs tels quels, mais pour les besoins agricoles, on doit les broyer ; cette opération s'effectue dans des appareils connus ; la pesée et la mise en barils se font ensuite automatiquement. Dans les usines de fabrication, un service d'analyse fonctionne constamment afin de s'assurer que le produit fabriqué titre au moins 13 pour 100 d'azote ; comme chaque baril contient 100 kg, les usines garantissent la livraison de 13 kg d'azote par baril.

Procédé Schlœsing. — Th. Schlœsing a imaginé un procédé très ingénieux qui a pour but de fabriquer *directement* du nitrate de chaux sans passer par l'intermédiaire de l'acide nitrique et consistant à faire absorber à chaud et à sec les oxydes d'azote par des bases fixes.

Dans ce but, l'air qui doit passer aux fours, tels que les fours Birkeland-Eyde, est d'abord desséché. A cet effet, il traverse deux tours dans lesquelles coule de l'acide sulfurique. Puis il entre aux fours, d'où les gaz contenant l'azote partiellement oxydé sortent à une température de 900 à 1 000°.

Après avoir perdu une grande partie de leur chaleur, utilisée comme on le verra plus loin, ces gaz pénètrent vers 350° dans une série de chambres d'absorption contenant des agglomérés de chaux vive. Les chambres sont parfaitement protégées contre le refroidissement ; les températures convenables s'y maintiennent aisément.

Il y a huit chambres (on peut n'en avoir que six), en série. Quand la chambre d'entrée des gaz n'absorbe plus les vapeurs nitreuses, on la sépare, on en retire le produit qu'elle renferme, on la remplit d'agglomerés de chaux neuve et on la fait rentrer, en queue, dans le circuit.

Les gaz sortent de la dernière chambre encore bien chauds. Ils ne contiennent plus alors de vapeurs nitreuses ; l'absorption de ces vapeurs dans les chambres est intégrale.

La chute de température des gaz sortant des fours, entre 900 à 1 000° et 350° environ, est mise à profit pour chauffer un courant de gaz auxiliaire ; celui-ci est fourni par une portion des gaz sortant de la dernière chambre et sert à dessécher et déshydrater les agglomérés de chaux, lesquels consistent d'abord, au moment où l'on vient de les faire, en agglomérés de chaux éteinte, et à en faire des agglomérés de chaux vive ; ce courant peut même décarbonater et transformer en agglomérés de chaux vive des agglomérés de carbonate de chaux.

A mesure qu'ils sont préparés, les agglomérés de chaux vive sont introduits dans la chambre en cours de remplissage.

Le reste des gaz sortant de la dernière chambre est employé à concentrer, dans une tour, l'acide sulfurique qui a pris l'humidité de l'air se rendant aux fours et à ramener cet acide au titre voulu.

Le produit fabriqué est du nitrate de chaux, exempt de nitrite, titrant de 14 à 15 pour 100 d'azote.

Relativement aux installations, ce procédé d'absorption par voie sèche est très économique par rapport aux procédés par voie humide. Un autre avantage important qui lui est propre résulte de ce qu'il ne laisse pas perdre la moindre quantité d'azote oxydé. Enfin, cette opération ne demande qu'un matériel très simple et entraîne par suite une notable économie dans les installations industrielles.

4° Nitrates divers. — *Le nitrate d'ammoniaque*, employé surtout pour la fabrication des poudres de guerre et des explosifs de sûreté (grisoutines, poudres Favier), est préparé dans les usines électrochimiques en mettant en contact l'acide nitrique avec l'ammoniaque. Cette dernière est retirée principalement de la cyanamide et des azotures. La solution de nitrate passe au filtre-presse, se concentre, passe au cristallisoir et finalement est séchée au centrifugeur. On obtient ainsi un produit très pur qui n'est généralement pas atteint par les autres méthodes industrielles. Le rendement est de 96 à 98 pour 100 de ce qu'indique la théorie.

Les *nitrates alcalins* et le *nitrate de chaux* peuvent être également préparés en partant des chlorures. A. Guye a en effet démontré qu'en opérant avec certaines précautions, on peut transformer presque quantitativement l'acide nitrique en nitrate de soude et acide chlorhydrique ; les procédés synthétiques sont ainsi en mesure de concurrencer le nitrate de soude naturel du Chili. La transformation du chlorure de calcium en nitrate s'effectue d'une façon analogue et même à 100°, on peut utiliser 85 pour 100 de l'acide nitrique employé. On a les deux réactions parallèles suivantes :

$$ClNa + AzO^3H = AzO^3Na + ClH$$

et

$$Cl^2Ca + 2\,AzO^3H = (AzO^3)^2Ca + 2\,ClH,$$

5° Peroxyde d'azote pur. — La récupération directe du peroxyde d'azote présente un grand intérêt pour l'industrie des explosifs, les mélanges de ce corps avec diverses substances organiques donnant naissance à des explosifs puissants. Ces derniers, encore peu étudiés, n'en sont pas moins très intéressants et seront certainement utilisés avec succès lorsque l'obtention du peroxyde d'azote se fera à un prix de revient suffisamment bas.

La transformation du peroxyde d'azote liquide impur en peroxyde pur Az^2O^4 par le passage d'oxygène dans les fours d'oxydation, ou par la transformation de Az^2O^4 en Az^2O^3 par l'oxyde azotique AzO, se fait pratiquement sans difficultés. Les gaz liquéfiés, Az^2O^4 et Az^2O^3, convenablement desséchés, n'exercent aucune action chimique sur la plupart des métaux usuels constituant les récipients qui les con-

Digitized by Google

tiennent. L'emploi, le transport et le maniement de ces gaz dans des récipients métalliques ne présentent donc aucune difficulté.

Fours et procédés industriels pour la production de l'acide nitrique synthétique. — Les principaux fours utilisés industriellement pour la fabrication électrochimique de l'acide nitrique à l'aide des éléments de l'air sont ceux de Birkeland-Eyde et Schönherr, employés aux usines de la « Société de l'Azote », celui de Pauling, employé dans différentes usines allemandes, autrichiennes et italiennes et celui de Guye. Les autres appareils et procédés décrits plus loin ont été également utilisés, mais la plupart ne paraissent pas être encore sortis de la période des essais.

Four Birkeland-Eyde. — Cet appareil, dont il a été établi plusieurs modèles à la suite des perfectionnements apportés depuis le début de la fabrication, est actuellement celui qui paraît donner les meilleurs résultats. Les usines de la « Société de l'Azote », établies en Norvège, l'utilisent sur une grande échelle. Une de ses caractéristiques est dans le mode de soufflage magnétique de l'arc (fig. 3). On sait que,

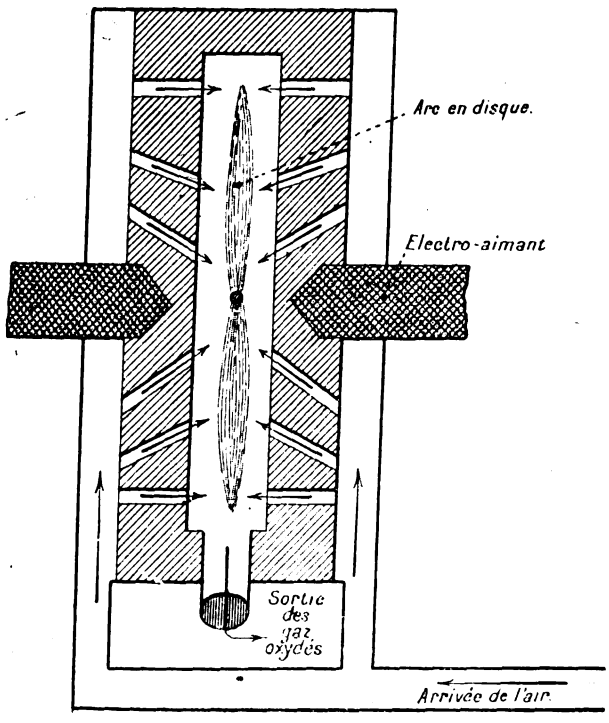


Fig. 3. — Four Birkeland-Eyde. Coupe verticale schématique.

si l'on fait jaillir un arc entre deux électrodes interposées entre les pôles d'un électro-aimant, il est dévié. Tandis qu'avec le courant continu, la décharge ne s'étale que d'un côté de l'axe des électrodes, avec le courant alternatif, elle se produit au-dessus et en dessous et, si la fréquence du courant est suffisante, elle donne l'image d'une nappe de feu ; dans les fours Birkeland-Eyde de 4000 kw, elle atteint 3 m de diamètre.

La formation de ces disques s'explique d'ailleurs aisément. Au début, entre les deux électrodes, jaillit un arc très court, facile à déplacer par le champ magnétique. Cet arc s'allongeant, sa résistance augmente et devient telle que la tension aux électrodes suffit pour amorcer un nouvel arc. La résistance de ce dernier étant très faible, l'arc allongé se trouve éteint.

La chambre d'oxydation est constituée par un cylindre très aplati (fig. 3) dont la hauteur n'est que de 8 à 10 cm. Les parois sont en matériaux réfractaires et le tout est protégé par une armature métallique. Le revêtement est percé d'une série d'ouvertures par où passe l'air extérieur avant de pénétrer dans la chambre de réaction. De là, les oxydes d'azote formés s'échappent par un canal collecteur périphérique. Les électrodes, constituées par des cylindres allongés et creux (15 mm de diamètre), sont refroidies ultérieurement par une circulation d'eau. Elles ne sont pas représentées sur la figure et sont dirigées à peu près perpendiculairement au plan des électro-aimants ; elles sont séparées l'une de l'autre par une distance de 1 cm environ. Leur durée est de trois à quatre semaines et leur remplacement ne demande guère plus d'un quart d'heure.

La température de la flamme de l'arc atteint de 3000 à 3500° C. Le refroidissement s'effectue partiellement par le mélange des gaz oxydés avec l'air en excès qui n'a pas été fortement chauffé. A leur sortie du four, les oxydes d'azote ont ainsi une température de 750° C environ.

Les fours sont alimentés par un courant de 5000 v de tension. Le champ magnétique des électro aimants est fermé à la base et comprend 4000 à 5000 lignes de force par centimètre carré, au centre. L'air arrive dans les appareils à raison de 40 litres par kilowatt et par minute ; la concentration résultante en oxydes d'azote (calculée en AzO) est de 1 à 1,5 pour 100 en volume. Les revêtements, grâce à l'air en excès, ne sont pas soumis à une température supérieure à 700° C et durent de 4 à 6 mois. La construction des fours n'est pas onéreuse et ne dépasserait pas 25 000 fr pour un four de 2000 kw. Ils sont d'une grande régularité de fonctionnement et d'une conduite aisée. Quant au rendement, dans les fours les plus récents, il atteindrait 600 kg d'acide nitrique par kilowatt-an.

Four Schönherr. — Le principe du procédé Schönherr repose sur la circulation des gaz à traiter le long d'un arc électrique de grande longueur et brûlant tranquillement de façon que l'arc soit entouré d'une enveloppe gazeuse en mouvement. L'appareil utilisant ce principe est représenté schématiquement par les figures 4 et 5 et en coupe verticale par la figure 6. Un tube métallique B constitue l'une des électrodes d'arrivée du courant ; l'autre électrode est formée d'une tige A, concentrique au tube B. L'arc a une tendance à jaillir en D. Si un courant d'air parcourt l'espace compris entre les deux électrodes, il aura pour effet de déplacer l'arc vers le haut, puis de le souffler. Si ce courant d'air se déplace en spirale, c'est-à-dire s'il est de forme hélicoïdale, l'arc n'est pas soufflé ; on arrive à ce résultat au moyen d'une buse C disposée obliquement et tangentiellement à la partie inférieure de l'appareil. Dans ces conditions, l'arc s'allonge, se localise dans l'axe du tube, en E, devient filiforme et conserve une grande fixité.

En parcourant l'espace vertical compris entre F et G, à l'intérieur du tube B l'air s'échauffe ; devenu suffisamment conducteur, il se laisse traverser par l'arc et celui-ci se termine dans la région G, en un point du tube dont la position varie peu en hauteur, mais se déplace latéralement en tournant à l'intérieur de B. En supposant l'œil d'un observateur placé en O, dans l'axe du tube, il verrait ainsi un rayon tourner autour du centre A de la circonférence B. La vitesse de ce mouvement de rotation dépend de celle du courant d'air ascendant, mais il n'y a que la partie supérieure ter-

Digitized by Google

minale de la flamme qui soit animée. Cependant, si l'introduction de l'air dans l'appareil se fait par une seule base, l'arc tourbillonne un peu et produit optiquement l'effet d'une corde tendue qui vibre en présentant des nœuds et des ventres. Mais là flamme de l'arc acquiert une rigidité complète si l'introduction de l'air se fait à l'aide de plusieurs buses placées symétriquement : les effets des courants en hélice ainsi créés s'ajoutent.

Ce dispositif permet d'amener au contact de l'arc des quantités importantes de gaz à oxyder dans un temps très court. De plus, par suite de la grande longueur de l'arc et du renouvellement des surfaces dû à la nature même du

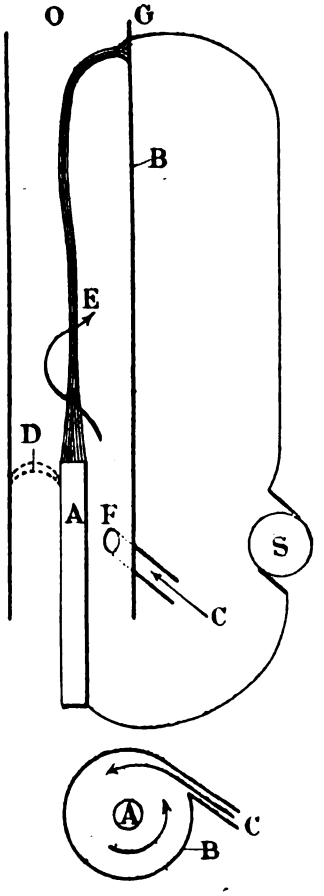


Fig. 4 et 5. — Coupes schématiques, verticale et horizontale, du four Schönherr.

mouvement tourbillonnaire, on peut multiplier aisément les contacts des gaz et de la flamme électrique. Enfin, chaque particule d'air ayant traversé l'arc est subitement et énergiquement refroidie par la masse d air environnante ; celle-ci, relativement froide, se trouve immédiatement et intimement mélangée avec les gaz oxydés dès leur sortie de l'arc. Ces avantages se traduisent pratiquement par une augmentation de la teneur des gaz sortants en oxydes d'azote, un rendement thermique élevé et une grande capacité de production du four malgré ses dimensions relativement réduites.

La fixité de l'arc est telle qu'il n'a pas besoin d'être rallumé souvent si l'appareil est de bonne construction. Les arrêts n'ont lieu que par des variations brusques et importantes dans l'arrivée de l'air, quand il se produit des courts-circuits sur la ligne ou quand, pour des causes diverses, la tension baisse notablement. Les courbes de variations de tension et d'intensité sont des sinusoïdes très régulières, comme le montrent les figures 7 à 9, qui se rapportent res-

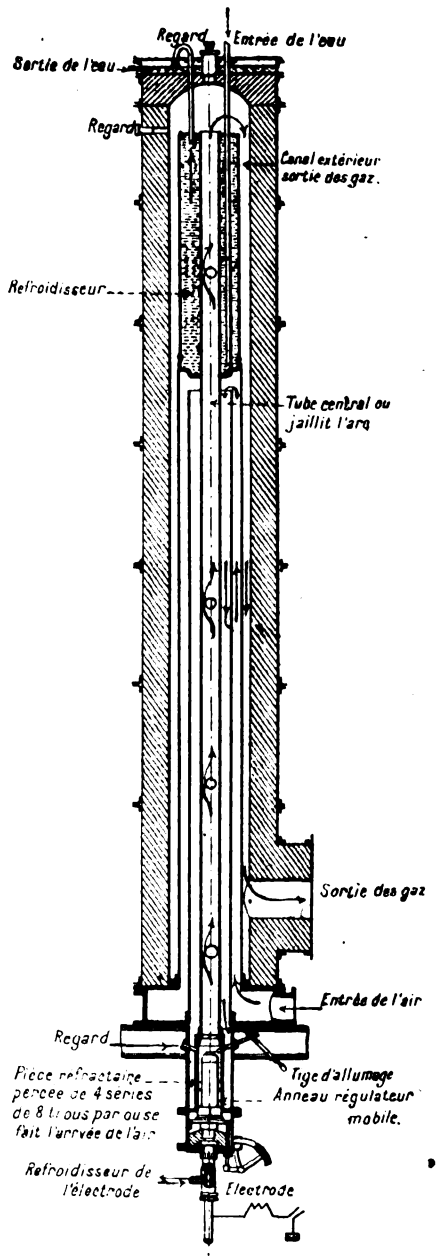


Fig. 6. — Four Schönherr. Coupe verticale.

pectivement à la tension d'un arc ordinaire (lampe d'éclairage), d'un arc de four Birkeland-Eyde et d'un arc de four Schönherr. Cette grande régularité de marche est la principale raison du rendement élevé du four Schönherr qui est de 92 à 96 pour 100.

Pratiquement, les fours industriels, dont la puissance varie entre 500 et 1 000 ch suivant la puissance des usines,

Digitized by Google

ont des longueurs d'arcs atteignant 5 m de longueur (four de 600 ch ou 442 kw). La figure 6 donne la coupe schématique d'un four dont le fonctionnement se comprend aisément. Une des électrodes est un tube en cuivre refroidi, isolé électriquement de la masse du four et relié à l'un des pôles de la source d'énergie électrique. Au centre se trouve un noyau en fer de hauteur égale et qu'on peut remplacer aisément. La durée de ce noyau est de 2 000 heures environ; comme dans le four Birkeland-Eyde, son remplacement demande 15 minutes.

La seconde électrode est constituée par un tube vertical en acier dont la longueur varie suivant la puissance absor-

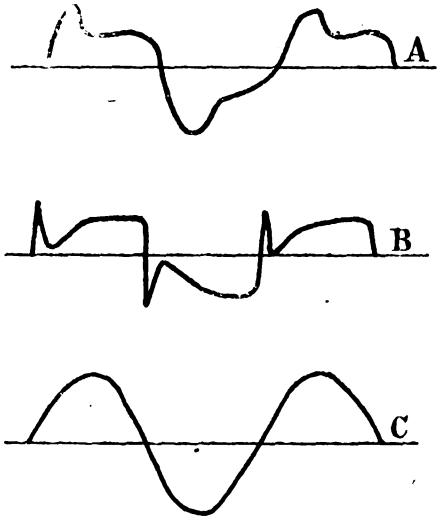


Fig. 7 à 9. — Sinusoïdes des divers arcs.
A, arc ordinaire de lampe ; B, arc du four Birkeland ; C, arc du four Schönherr.

bée et qui est reliée électriquement à la masse métallique du four.

Pour l'allumage on provoque un court-circuit entre l'électrode et le tube au moyen d'une baguette. Par suite de la pression exercée par l'air, l'arc s'allonge jusqu'au sommet. Pour éviter la détérioration des points d'attache supérieurs, on établit en cette partie du tube une circulation d'eau. Ce dispositif est très efficace, car on ne change la partie supérieure que tous les quatre mois. La tension de l'arc varie entre 5 000 et 7 000 v, suivant sa longueur. Trois regards vitrés permettent de surveiller le fonctionnement du four.

Le mouvement tourbillonnant de l'air se fait très aisément en introduisant l'air tangentiellement. Le réglage de ce débit se fait à la main. L'air entrant dans le four s'échauffe au contact du tube et pénètre dans la chambre d'oxydation. A la sortie, les gaz sont à 1 200°, température à laquelle aucune dissociation ne se produit plus.

D'après Schönherr, l'énergie absorbée par son four est répartie comme suit :

Formation des oxydes d'azote.....	3	pour 100
Pertes dans les refroidisseurs d'électrodes.	40	Id.
Pertes par rayonnement.....	17	Id.
Récupération dans les chaudières.....	30	Id.
Pertes dans les réfrigérants.....	10	Id.

Un des principaux avantages de cet appareil est sa simplicité de construction qui entraîne une économie importante; tous les organes délicats nécessités par l'emploi d'un champ magnétique sont en effet supprimés. Sa conduite est facile, mais sa constance est moins parfaite que celle du four Birkeland-Eyde. Son rendement serait un peu supérieur à celui de ce dernier. Il est utilisé par plusieurs grandes sociétés industrielles, en particulier par la Société « Badische Anilin und Soda Fabrik » et la « Société de l'Azote » ; à l'usine de nitrates de Saaheim (Norvège), qui appartient à cette dernière, sont installés 70 fours Schönherr de chacun 900 kw environ. Plusieurs de ces appareils sont également en fonctionnement dans une fabrique située près de Lérida (Espagne).

Four Guye. — Dans ce four, on monte dans le même appareil plusieurs arcs sur les électrodes à cornes E (fig. 11)

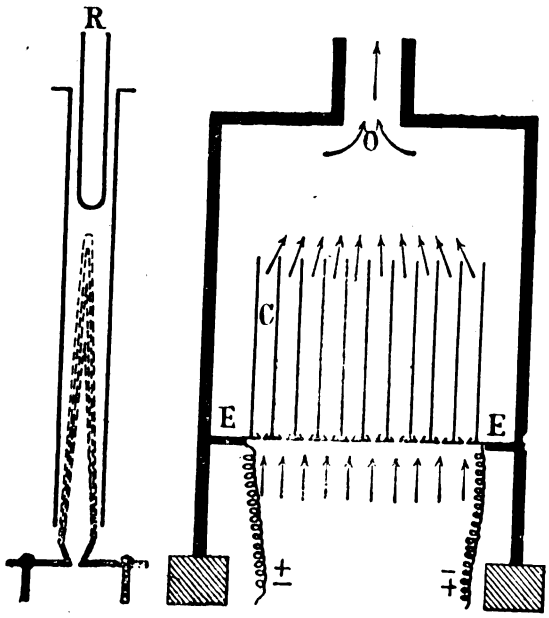


Fig. 10 et 11. — Four Guye. Schémas du fonctionnement.

disposées électriquement en tension. La stabilité de ce système de plusieurs arcs est beaucoup plus grande que celle d'un arc unique de même tension, chaque arc servant d'autorégulateur aux voisins; on obtient, en outre, un développement total des arcs presque proportionnel, jusqu'à une certaine limite, à leur nombre; ce développement est considérable et dépasse certainement de beaucoup, à puissance égale, celui des autres modèles de fours. Pour en donner une idée, nous indiquerons que, dans un petit four de 50 kw à 5 arcs marchant à la tension de 5 000 v environ, le développement total des arcs peut atteindre 5 à 6 m, ce qui est certainement considérable si on compare cette longueur à celle de l'arc de 5 m du four Schönherr de 600 ch.

Ces arcs s'élèvent dans des cheminées de tirage C par lesquelles passe, en parallèle, le courant gazeux; les têtes des électrodes, symétriquement disposées à la partie inférieure des cheminées, peuvent être facilement refroidies, dans les limites compatibles avec la stabilité de ces arcs, soit par l'air frais pénétrant dans le four, soit par une circulation d'eau. Les deux électrodes se trouvent donc toutes deux dans les conditions les plus favorables pour éviter leur usure rapide ; celle-ci est ainsi très réduite. D'autre part, les cheminées sont de section assez rétrécie pour être bien remplies par l'arc; elles permettent, en outre, facile-

Digitized by Google

ment de disposer à la partie supérieure de chaque cheminée un refroidisseur R (fig. 10) pour abaisser rapidement la température des gaz, à l'instant précis où ils sortent de la zone d'oxydation; ce résultat est obtenu sans refroidissement intense des électrodes, ce qui est très important au point de vue de la stabilité des arcs et de la marche régulière du four; en outre, grâce au sectionnement de la veine gazeuse dans les diverses cheminées, on dispose pour le refroidissement brusque des gaz d'une surface d'attaque beaucoup plus considérable, à puissance égale, que dans les fours à un seul arc.

Le four peut travailler très facilement, soit à l'aspiration, soit au refoulement; dans le premier cas, les gaz sont aspirés dans l'air ambiant qui entoure le four; dans le deuxième cas, celui-ci est enveloppé d'un caisson de distribution, marqué en pointillé sur la figure 12. Les gaz, refou-

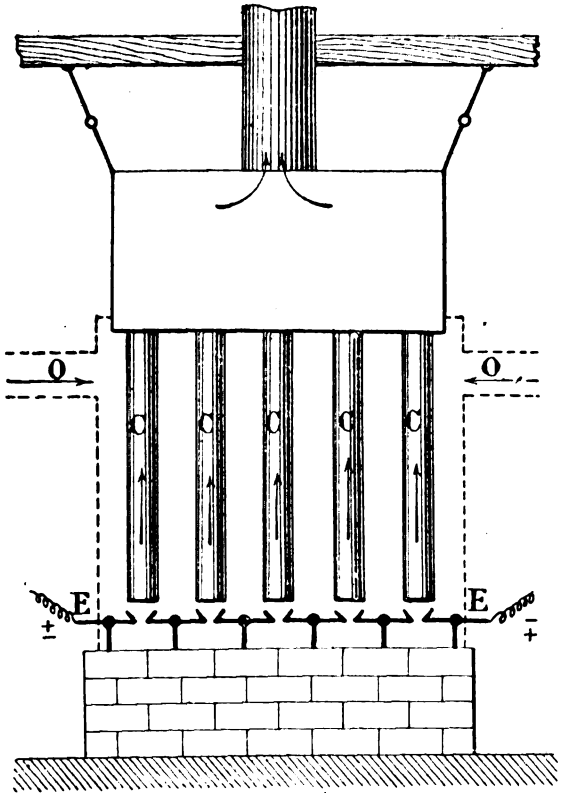


Fig. 12. — Four Guye. Coupe verticale.

lés dans l'appareil par les ouvertures O, s'échauffent au contact des parois extérieures des cheminées C dans lesquelles ils pénètrent par la partie inférieure; quelques chicanes permettent de faire fonctionner le caisson de distribution comme récupérateur et échangeur de chaleur, de telle sorte que les gaz pénètrent dans les cheminées, à une température déjà élevée; là encore la division de la veine gazeuse permet de donner aux échangeurs de température une surface beaucoup plus grande que dans les fours à arc unique. En faisant varier les sections des cheminées, ou en augmentant ou diminuant le nombre des cheminées en service, on règle aisément le débit du four à son maximum de rendement pour des conditions électriques données; il en résulte une grande élasticité en vue d'adapter le four à des conditions électriques très variées, notamment pour l'utilisation de grandes puissances dans un même appareil.

La solution adoptée est donc intermédiaire entre l'arc unique et l'extrême division des arcs. La figure 11 représente le schéma d'un four à dix arcs. Soumis à une longue épreuve de marche atteignant pour certains arcs une durée totale de 6000 heures de jour et de nuit, le four Guye fonctionne en toute sécurité de marche sans presque aucune surveillance. Les procédés Guye ont été acquis par la Société « La Nitrogène » et la « Société électrométallurgique française ». Leur but principal, au point de vue économique, est d'utiliser comme source d'énergie celle des grandes stations centrales au moment de leurs heures perdues. De la sorte, il est facile de fournir aux contrées environnantes les engrais azotés consommés ainsi sans grands frais de transport.

Four Pauling. — Ce four utilise, comme le précédent, un arc en éventail. Chaque appareil (fig. 13 à 16) est constitué par une double gaine verticale en briques réfractaires, dans chacune desquelles sont placées les électrodes E,E' qui ont la forme d'un parafoudre à cornes. Ces électrodes sont en acier moulé, interchangeables et réversibles; elles sont refroidies à l'intérieur par une circulation d'eau froide.

A la partie inférieure et dans le plan vertical des électrodes se trouve un ajutage t en forme de tuyère aplatie par où arrive l'air comprimé et chaud à la vitesse de 400 m : sec. L'arc éclate en C, au point où les électrodes sont le plus rapprochées; il est alors soufflé par le courant d'air venant de la tuyère t, puis il monte très rapidement et s'étale entre les deux branches du V formé par les électrodes E.

L'intervalle séparant les deux électrodes doit être suffisant pour laisser passer le puissant courant d'air venant de la tuyère, mais il ne doit pas être trop grand, pour permettre l'allumage de l'arc. On a eu l'ingénieuse idée de rattraper la distance entre les deux électrodes par deux électrodes auxiliaires (fig. 16) formées de lames de cuivre C, très minces et appelées couteaux d'allumage. Ces couteaux coulissent dans l'électrode principale : leurs extrémités peuvent être suffisamment rapprochées (2 à 3 mm) pour permettre l'amorçage de l'arc et son rétablissement quand il s'éteint, tout en n'utilisant qu'une tension relativement faible.

La position des électrodes est réglable par des vis de pression et celle des couteaux d'allumage par une crémaillère à pignon; la manœuvre se fait très aisément de l'extérieur. Les électrodes et leurs plaques de fonte sont protégées par devant au moyen d'un grillage mobile.

Pour obtenir au moment de l'allumage une tension suffisante, on fait usage d'un transformateur; un système spécial de connexion permet alors d'obtenir successivement aux bornes des deux flammes la tension de 12 000 v produits par le transformateur d'allumage. Sous l'influence du jet d'air soufflé par la tuyère, l'arc jaillissant entre les couteaux de cuivre s'étale jusqu'au sommet des cornes des électrodes et produit une flamme de 60 à 70 cm de hauteur. C'est au contact de cette flamme que s'opère la combinaison de l'azote et de l'oxygène à l'état d'oxydes d'azote.

La température à laquelle sont soumises les parois du four n'est pas très élevée, car l'air chauffé par le passage de l'arc est rapidement refroidi par l'air soufflé environnant et ensuite par le courant d'air frais arrivant par les canaux inférieurs du four.

Au milieu de la paroi P (fig. 14) qui sépare les flammes des deux arcs existe un autre canal u qui permet d'amener

Digitized by Google

à la partie supérieure des flammes un courant circulaire de gaz froids. Ces gaz sont prélevés sur la masse des gaz ayant déjà subi la réaction et refroidis par leur passage à travers les appareils refroidisseurs ; ils contribuent au refroidissement des gaz sans diluer inutilement les oxydes d'azote formés, et assurent en même temps le refroidissement de la cloison séparant les deux flammes.

Les lames de cuivre durent en moyenne vingt heures et peuvent être remplacées instantanément ; quant aux électrodes, leur remplacement est également facile, mais plus long ; elles servent environ 200 h, grâce au refroidissement produit par la circulation intérieure d'eau froide et aussi au fait que la partie la plus chaude de la flamme de l'arc est la pointe supérieure, c'est-à-dire la plus éloignée de l'électrode.

Un orifice ménagé dans le canal de départ des gaz permet l'introduction d'un pyromètre pour mesurer la température et celle d'un manomètre pour mesurer la dépression produite par le ventilateur qui aspire les gaz à la sortie des appareils de refroidissement.

Au point de vue électrique, chaque four comporte deux arcs en série : on y utilise directement le courant triphasé à la fréquence de 50 p : sec et à la tension de 6 000 v produit par l'usine génératrice. Les fours sont monophasés et répartis également sur les trois phases.

Le matériel électrique correspondant à chaque four comprend deux bobines de self-induction, un transformateur d'allumage et une boîte de manœuvre ; ce matériel est placé en face de chaque four sur le pourtour de la salle.

La mise en marche et l'arrêt du four s'obtiennent sans danger et très facilement par la manœuvre d'un interrupteur à huile. Le réglage et la surveillance des fours sont très simples : l'ampérage peut être considéré comme constant. Un homme suffit largement pour surveiller une batterie de 3 fours ; lorsqu'il est un peu exercé, il peut très facilement se rendre compte, au crépitement produit par la flamme, de la marche plus ou moins normale du four. Un regard en mica laissant voir l'arc, les couteaux, les électrodes et la tuyère, permet de constater la nature de la flamme et la bonne marche de l'appareil.

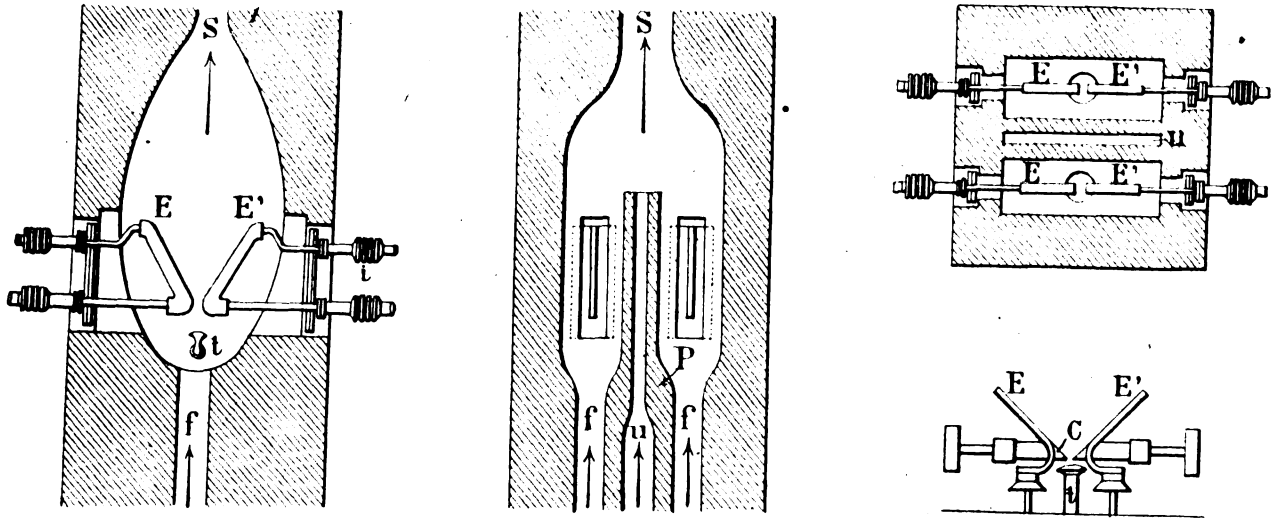


Fig 13 à 16. — Coupes verticales et horizontales du four Pauling. Dispositif d'amorçage.

L'air injecté dans les fours provient d'un turbo-compresseur absorbant 250 chet tournant à 3 000 t : min. La pression de l'air soufflé est de 0,6 kg : cm² en moyenne. Du compresseur, l'air se rend dans un échauffeur formé de tubes métalliques, où il s'échauffe aux dépens des gaz venant des fours ; de là, une canalisation métallique le conduit aux tuyères des fours.

Les gaz sortant des fours et contenant de 1,15 à 1,50 pour 100 d'oxyde d'azote sont à la température de 900 à 1 000° ; ils sont conduits dans une chambre réfractaire où se trouvent les tubes métalliques à l'intérieur desquels passe l'air soufflé qui va aux fours ; de là, ils sont envoyés aux appareils refroidisseurs. Ce dispositif est intéressant, car il économise une grande quantité de chaleur, c'est-à-dire d'énergie. Nous avons vu, en effet, que la concentration des gaz sortant des fours étant très faible, on est obligé d'échauffer une grande quantité d'air qui ne participe pas à la réaction. Cette opération se fait ainsi dans l'échauffeur et, par suite, augmente le rendement du four.

La concentration de l'acide qui sort des tours est poussée plus ou moins loin suivant les besoins de la fabrication ; en moyenne on la pousse à 5°B dans la cinquième tour, à 8-10°B dans la quatrième, à 12-15°B dans la troisième, à 18-20°B dans la deuxième et à 25-30°B dans la première, ce qui correspond à 35-40 pour 100 d'acide nitrique.

Cette concentration est actuellement effectuée dans une tour constituée essentiellement par une série de gradins sur lesquels sont placées des capsules en porcelaine ou en silice fondue dans lesquelles circule l'acide venant de la première tour d'absorption.

L'acide est chauffé directement par le contact des gaz nitreux chauds venant des fours et prélevés sur la conduite générale avant l'arrivée à l'échauffeur d'air. Les gaz se chargent ainsi à leur passage de la vapeur d'eau et des vapeurs d'acide nitrique.

Pour condenser l'acide entraîné, on fait passer les gaz dans un serpentin en poterie offrant une très grande surface de refroidissement ; de là ils se rendent à la chambre d'oxydation où ils se mélangent aux gaz venant des fours ; quant à l'acide qui s'est condensé, on le renvoie dans une jarre des tours d'absorption.

L'acide concentré recueilli au bas des coupelles passe

Digitized by Google

dans un serpentin réfrigérant en poterie, puis est envoyé dans de grandes jarres formant réservoir d'où il est soutiré pour être mis en touries et expédié.

Cet acide contient environ 50 pour 100 de AzO^3H, c'est-à-dire qu'il chiffre à peu près 36° Baumé ; avec une marche énergique, on peut pousser la concentration jusqu'à 60 pour 100, soit à peu près à 40° Baumé ; mais on ne cherche guère à aller plus loin avec ce procédé de distillation simple. L'étude de la vaporisation des mélanges d'acide nitrique et d'eau montre en effet que la limite de 66 pour 100 ne saurait être dépassée.

La vapeur produite a une concentration qui va en augmentant avec la concentration du liquide et, lorsqu'on arrive à la concentration de 66 pour 100, elle a exactement la composition du liquide. La concentration de celui-ci ne peut donc plus être augmentée ; pour franchir la limite de 66 pour 100, il faudrait employer des moyens indirects.

Nous signalerons pour mémoire le procédé électrolytique employé à Pastch (Allemagne) : l'acide à concentrer est placé dans un vase à électrolyte muni de deux électrodes en platine. Dès que le courant passe, il se dégage de l'oxygène à l'anode et des oxydes d'azote à la cathode. Si la densité du courant n'est pas trop élevée, il ne se dégage pas d'hydrogène. Les oxydes d'azote produits se rendent par le tube dans le compartiment anodique où ils sont transformés en acide azotique par l'oxygène formé à l'anode. L'inconvénient de cet appareil est son prix très élevé, dû à la quantité de platine immobilisée sous forme d'électrodes ; aussi est-ce peut-être une des raisons pour lesquelles il n'a pas été adapté au procédé Pauling.

On lui préfère le système de distillation en présence d'acide sulfurique ou haute concentration qui semble beaucoup plus avantageux. Dans ce procédé, l'acide nitrique à 60 pour 100 est mélangé à deux fois son poids d'acide sulfurique à 92 pour 100, puis introduit dans une tour remplie de morceaux de lave de Volvic et chauffée extérieurement. On recueille alors un acide nitrique dont la concentration peut atteindre aisément 98 pour 100 avec une teneur en gaz nitreux de 0,06 pour 100 seulement.

On recueille à la base de la tour l'acide sulfurique dilué par l'eau absorbée et ne titrant plus que de 77 à 80 pour 100. Cet acide est de nouveau concentré, puis rentre dans la fabrication.

Les fours Pauling sont utilisés en France aux usines de la Roche-de-Rame (Hautes-Alpes) par la Société « La Nitrogène », à Innsbrück (Tyrol) par la « Luftverwertungs Gesellschaft » et aux environs de Milan (Lombardie) par la « Salpetersaüre-Industrie Gesellschaft ».

Four Moscicki. — Dans ce four (fig. 17), les électrodes sont concentriques et la rotation de l'arc est produite par un dispositif magnétique.

L'électrode extérieure A consiste en un cylindre en cuivre de 15 cm de diamètre, fixé à sa base dans une monture en argile et logé dans un compartiment cylindrique étanche M de 80 cm de diamètre et enveloppant le tout.

L'électrode centrale B est un tube de 6 cm de diamètre à circulation d'eau, elle est fixée dans une monture en porcelaine à la partie supérieure par où arrive le courant.

Le champ magnétique est produit par une bobine dont l'axe coïncide avec celui des électrodes. En raison de la forme concentrique de celle-ci, l'arc prend un mouvement de rotation rapide. L'air venant par la partie supérieure de l'appareil empêche d'ailleurs la flamme de monter dans toute la section. Le réservoir est rempli d'huile dont le but est d'assurer un isolement parfait, ainsi que le refroidissement de la deuxième électrode. Enfin, une circulation d'eau maintient le bain lui-même à basse température.

Pour l'allumage, le tube extérieur présente à une certaine hauteur une petite saillie a, ce qui diminue la distance entre les deux électrodes et, par suite, la tension nécessaire pour l'amorçage de l'arc. On peut aussi prononcer l'amorçage en élevant la tension au moyen d'un petit transformateur, mais, dans ce cas, il n'y a pas de pièce auxiliaire.

Pour une distance de 15 mm entre la saillie a et l'électrode centrale B, l'amorçage demande une tension de 3 000 v ; le courant est alternatif à 50 p : sec et réglé par une résistance inductive. Grâce au mouvement continuel de la flamme, on peut donner au tube une section assez restreinte, de façon que l'arc remplisse bien la chambre de réaction, condition favorable à la production de gaz nitreux.

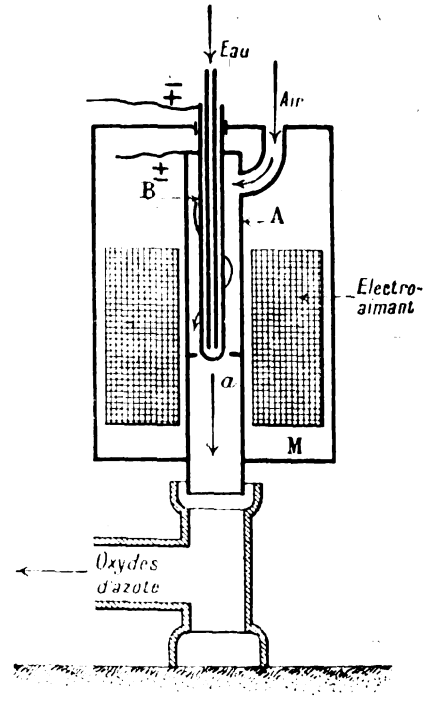


Fig. 17. — Four Moscicki. Coupe verticale.

La température de sortie des gaz serait inférieure à 1 200° C et le rendement de 60 g d'acide nitrique par kilowatt-heure, ce qui correspond à 525 kg d'acide nitrique par kilowatt-an.

Les fours Moscicki ont été essayés et utilisés industriellement à la Compagnie d'aluminium de Neuhausen (Allemagne) et à Chippis (Suisse).

Four Kilburn-Scott. — Ce four est une variante de celui de Pauling, mais il comporte un dispositif qui simplifie sensiblement la conduite de l'appareil, celle-ci se réduisant à la manœuvre d'un simple interrupteur à main. Il possède trois électrodes placées dans des plans différents par rapport à l'horizontale et séparés par des angles de 120° ; elles sont reliées chacune à une phase d'un circuit triphasé.

Il se compose (fig. 18 et 19) d'une cuve conique renversée, à la base A de laquelle on fait arriver le mélange d'oxygène et d'azote, convenablement dosé et réchauffé. Contre les parois

Digitized by Google

de cette cuve sont disposées trois électrodes inclinées B, composées chacune d'un tube creux et cloisonné, refroidi

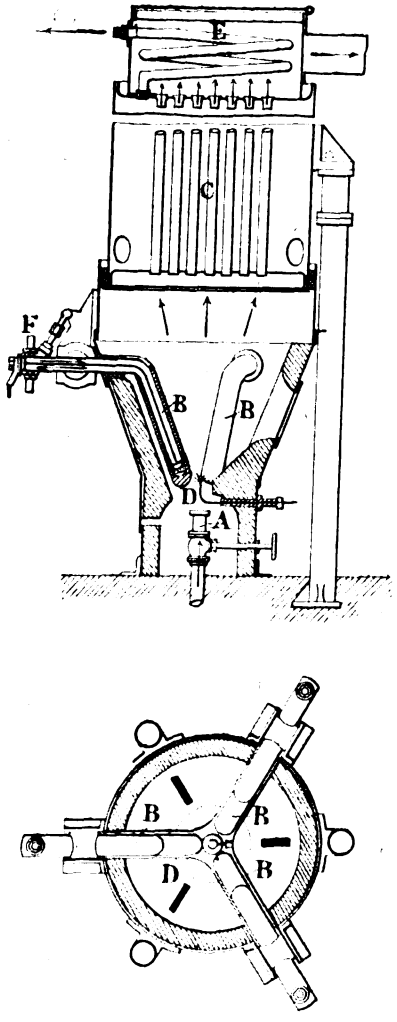


Fig. 18 et 19. — Coupes verticale et horizontale du four Kilburn-Scott.

par une circulation d'eau et sur lequel s'emboîte un tube d'acier, facile à remplacer après usure. Les arcs jaillissent entre les électrodes et remontent ensuite le long de celles-ci en s'étalant, sous la double action de leur propre champ électromagnétique et du courant d'air ascendant. La température à laquelle est porté le mélange d'oxygène et d'azote, en traversant ces arcs, dépasse 3 000°.

Pour refroidir ensuite rapidement les gaz chargés de produits nitrés et en même temps pour utiliser la chaleur contenue dans ces gaz, on dispose au-dessus de la cuve une chaudière tubulaire C avec surchauffeur E, qui alimente en vapeur la turbine du groupe électrogène E (fig. 20) et le moteur du compresseur d'une installation O de préparation d'oxygène, nécessaire au fonctionnement du four.

L'amorçage des arcs entre les électrodes B est obtenu à l'aide d'une électrode auxiliaire D, disposée entre ces électrodes et intercalée dans un circuit à haute tension et à haute fréquence, relié d'autre part aux électrodes B. Lorsqu'on fait jaillir entre D et B une série d'étincelles oscillantes, celles-ci ionisent l'air entre les électrodes, de sorte que sa résistance électrique est diminuée et que les arcs à basse tension se forment entre elles. Il suffit ensuite, pour éteindre ces derniers, d'interrompre le courant à haute fréquence ; cette opération s'effectue en ouvrant l'interrupteur à basse tension de la bobine d'induction du courant à haute tension.

La figure 20 représente le schéma de l'installation complète d'un four Kilburn-Scott à produits nitrés. Le four F est alimenté en courant électrique par le groupe électrogène E, qui reçoit une partie de sa vapeur de la chaudière C. L'air, préalablement enrichi en oxygène par la machine à air liquide O, par exemple, est admis dans ce four après avoir été réchauffé dans un échangeur de chaleur R. Les gaz chauds sortant du four traversent d'abord l'échangeur R, puis un radiateur S, une colonne d'oxydation C, dans laquelle le bioxyde d'azote est transformé en peroxyde et une série de colonnes d'absorption A. A la sortie de ces dernières, ils traversent deux colonnes laveuses L, où ils sont mis en contact avec de l'eau alcalinisée, puis ils sont repris par un ventilateur V, qui les ramène à l'entrée du four. Le groupe de préparation de l'air liquide O est relié à cette conduite de retour et lui fournit l'appoint d'oxygène nécessaire pour rétablir la composition initiale du mélange gazeux introduit dans ce four. C'est lui aussi qui fournit à la colonne d'oxydation l'oxygène destiné à transformer le bioxyde d'azote en peroxyde.

Dans cette installation, l'énergie, récupérée grâce à la présence de la chaudière à vapeur C, représenterait environ 15 pour 100 de celle consommée par le four.

Il est probable qu'on pourrait réduire le prix de revient

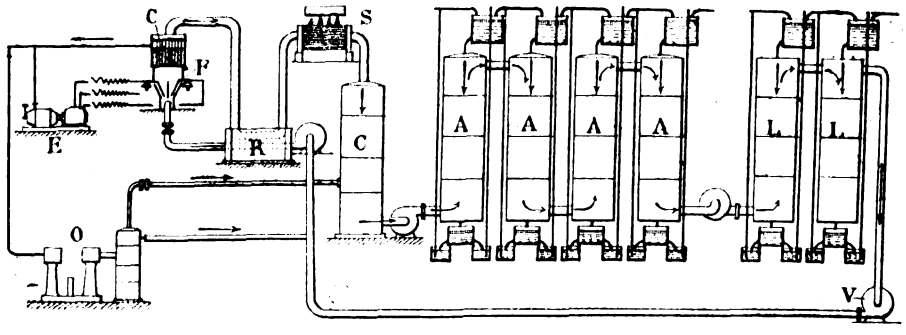


Fig. 20. — Installation pour la production électrothermique des oxydes d'azote, d'après le procédé Kilburn-Scott.

de l'acide nitrique obtenu en remplaçant le groupe O à air liquide par un groupe électrolyseur d'eau, qui produirait en même temps de l'hydrogène, pouvant être vendu ou consommé sur place pour d'autres usages. Le rendement de ce

Digitized by Google

four serait assez élevé et permettrait l'exploitation du procédé même dans les pays où la force motrice n'est pas fournie par la houille blanche, en Angleterre, par exemple, où la houille est relativement bon marché.

Four Helbig. — Le four Helbig est aussi une modification du four Pauling ; il comporte trois jeux d'électrodes à cornes disposées en triangle et alimentant trois arcs en éventail. Le groupement de ces arcs affecte dans son ensemble la forme d'une pyramide triangulaire de grande surface de base. L'emploi de courants triphasés alimentant directement des fours à un seul arc ou à trois arcs placés dans un même four est en général plus avantageux que celui de trois fours monophasés à arc unique groupés séparément sur chaque phase du triphasé, car en même temps qu'il simplifie la mise en marche, il est plus économique et donne de meilleurs rendements.

(*A suivre.*)

Jean Escard,
Ingénieur civil, lauréat de l'Institut

Note sur la mesure d'une résistance par la méthode du voltmètre

A propos de la publication récente d'un article sur ce sujet, un de nos lecteurs nous adresse la lettre ci-dessous.

J'ai lu dans votre numéro du 31 août 1918 un article de M. Puget, ingénieur des Télégraphes, au sujet de cette méthode et qui indique deux procédés pour trouver les valeurs de la résistance X donnée par la formule $X = R\frac{E-U}{U}$ de façon à éviter le calcul.

L'inconvénient du premier procédé est d'obliger à tracer une ligne sur l'abaque pour chaque valeur trouvée. L'inconvénient du deuxième est d'employer un voltmètre à graduation spéciale.

La formule $X = R\frac{E-U}{U}$ peut se mettre sous la forme $(X + R)\,U = K$, dans laquelle $K = RE$; K est une constante pour le voltmètre et la pile d'essai employés.

La courbe ci-jointe permet de trouver X en fonction de U. Elle a été tracée pour une résistance $R =$ 100000 ohms et une pile d'essai de 40 v qui sont respectivement les valeurs de la résistance des voltmètres Weston et de la tension de la pile employés sur les tables d'essais des bureaux centraux téléphoniques.

La portion de la courbe voisine de l'origine a été tracée à part en employant des échelles qui en rendent la lecture plus commode pour les grandes valeurs de X.

On pourrait également tracer la courbe entre 20 et 40 v en augmentant l'échelle des ordonnées pour rendre plus facile la lecture des basses valeurs de X.

Il peut arriver que la pile d'essai varie de 1 ou 2 v après un certain temps d'usage, et il est nécessaire de prévoir un correctif, comme il est indiqué sur la courbe pour 38 v.

De toute façon, l'emploi d'une courbe telle que celle tracée n'est pas d'un usage aussi commode pour les électriciens chargés des essais que celui de tables calculées donnant les valeurs des résistances X correspondant aux déviations U lues pour une tension E de la pile d'essai. Il suffit, par exemple, de placer sur la table d'essai trois tables calculées pour les valeurs de E égales à 40, 39 et 38 v.

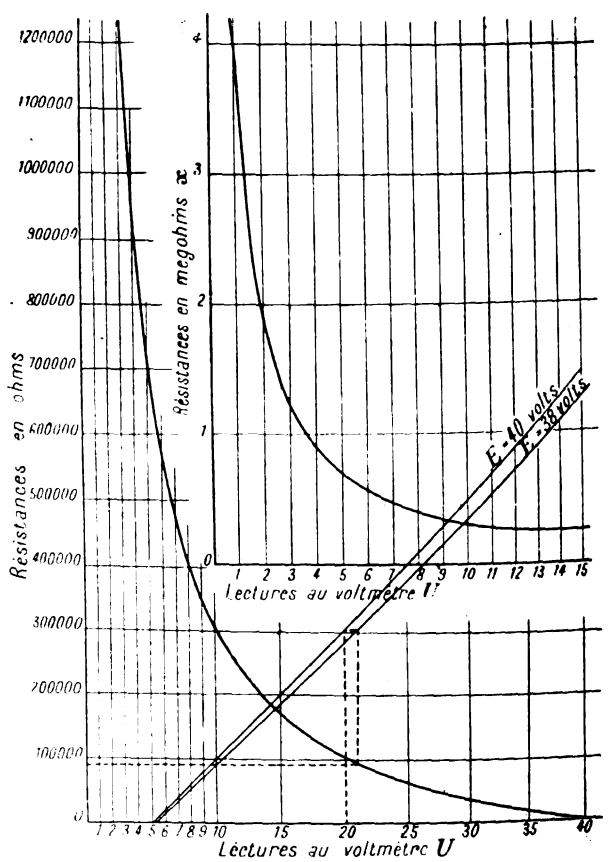


Fig. 1.

H. Planchon,
Ingénieur E. P. C.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Dispositif de changement de vitesse moteur shunt pour six vitesses.—I. — Si l'on se place dans le cas pratique d'un moteur shunt alimenté par une tension constante, les dispositifs auxquels on a recours habituellement pour un changement de vitesse sont les suivants :

1° *Rhéostat d'excitation.* — Ce dispositif est utile et pratique dans le cas où on veut réaliser des variations de vitesse faibles et continuelles. Il est au contraire insuffisant dans les cas où on demande un moteur de vitesses inférieures à la vitesse de régime.

2° *Les résistances en série sur l'induit.* — Ce dispositif est à rejeter à cause de l'énorme gaspillage d'énergie qu'il entraîne. De plus, il est impuissant pour réaliser des vitesses supérieures à la vitesse normale.

3° *L'action combinée des systèmes précédents.* — C'est-à-dire chute de la tension qui alimente le moteur et réglage de l'excitation. Ce dispositif est à la fois compliqué et coûteux.

II. — Un dispositif facile à réaliser qui n'entraîne presque aucune perte d'énergie et qui ne nécessite aucun appareillage spécial sauf deux interrupteurs inverseurs est le suivant : sur chaque pôle N on place une bobine B_1, B_2 sur chaque pôle S. Toutes les bobines B_1 sont en série et forment un circuit électrique, les bobines B_2 sont connectées aussi en série et forment un deuxième circuit. Dans la figure 1 qui

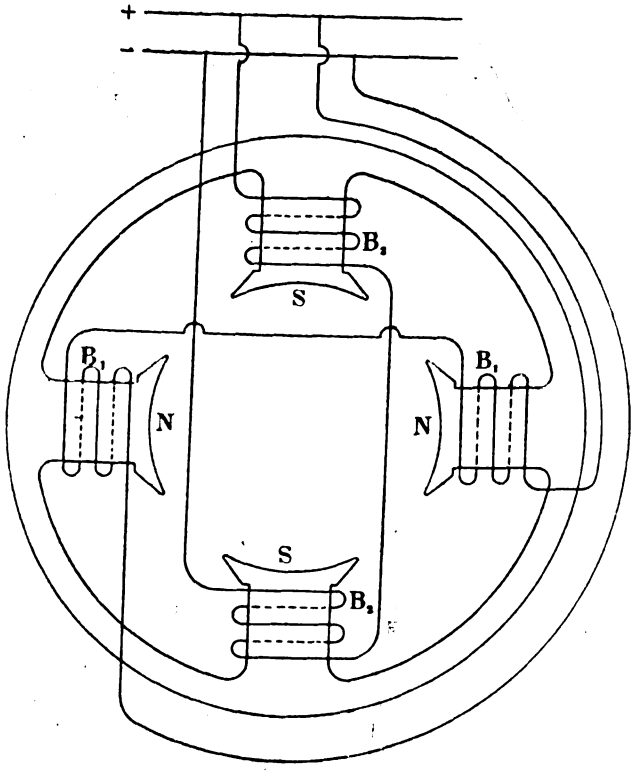


Fig. 1.

reproduit un montage pratique de ces bobines notre moteur a quatre pôles. La figure 2 donne un schéma théorique. Le rapport du nombre de spires des bobines B_1 et B_2, comme la section du fil que l'on emploiera dans chacune des deux classes de bobines, dépendra des écarts de vitesse que l'on voudra réaliser.

Examinons le fonctionnement pratique de ce moteur : la tension étant appliquée aux bornes du moteur, toutes les bobines B_1 sont sous tension, les bobines B_2 sont hors circuit. On obtient une première vitesse V_1 (fig. 3). On met hors circuit B_1 et on met sous tension B_2. On obtient une deuxième vitesse V_2 (fig. 4). Le rapport des vitesses V_1

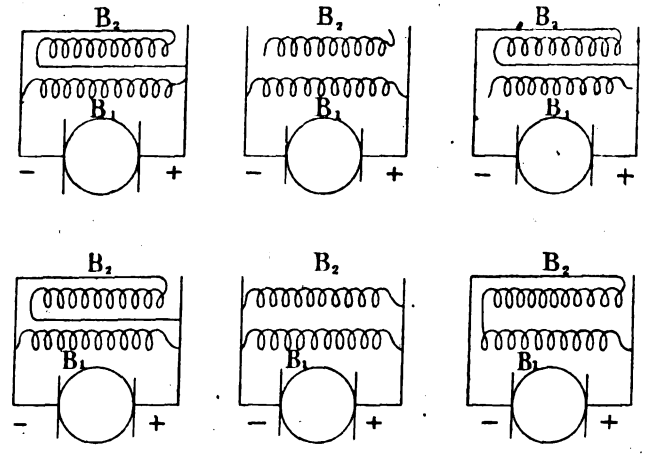
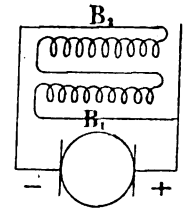


Fig. 2 à 8.

et V_2 dépendra du rapport du nombre des spires des bobines B_1 et B_2, de la section de leur fil et aussi des qualités magnétiques des matériaux employés. B_1 et B_2 sont également sous tension et le courant dans les deux séries de bobines aura un sens tel que les forces magnétomotrices s'ajoutent.



On obtient une troisième vitesse V_3 (fig. 5). V_3 sera naturellement plus petite que V_1 et V_2 — B_1 et B_2 étant toujours sous tension on inverse le courant dans l'une des deux bobines de façon que les forces magnétomotrices se retranchent au lieu de s'ajouter. On obtient une quatrième vitesse V_4 (fig. 6).

V_4 sera plus grande que V_1 et V_2. Les bobines B_1 sont connectées en série avec les bobines B_2 et le sens du courant sera tel que la force magnétomotrice des bobines B_1 s'ajoute à la force magnétomotrice des bobines B_2 (fig. 7). On obtiendra ainsi une cinquième vitesse V_5.

Les bobines B_1 sont en série avec les bobines B_2, mais le sens du courant sera tel que la force magnétomotrice due aux bobines B_1 se retranchera de la force magnétomotrice due aux bobines B_2 (fig. 8), on obtiendra ainsi la dernière vitesse V_6. La chose essentielle à retenir de cet exposé consiste en ceci : nous pouvons réaliser une vitesse plus faible que la vitesse normale sans avoir recours à l'insertion des résistances sur l'induit, mais simplement au moyen des couplages des bobines inductrices.

Un nouveau compteur électrolytique (1). — Ce compteur a été inventé par M. E.-O. Schweitzer, de l'Edison Commonwealth de Chicago; il est destiné aux petits consommateurs. Cet appareil est un ampère-heure-mètre automatique

(1) *Electrician*, 17 mai 1918, t. LXXXI, p. 38, 2500 mots, 5 fig.

Digitized by Google

pour courant continu dont le principe est le suivant. Une anode constituée par un petit cylindre de cuivre de poids déterminé est soumise à l'action du courant à mesurer. C'est le poids de l'anode qui correspond aux ampères-heure utilisés; quand sa dissolution est complète; la fourniture du courant est interrompue automatiquement. Pour que la mesure soit correcte, il faut que l'anode soit attaquée uniformément par tout courant qui passe et ne s'use pas quand on ne consomme pas d'énergie.

On peut représenter schématiquement le nouveau compteur suivant le schéma de la figure 1. L'anode A est entou-

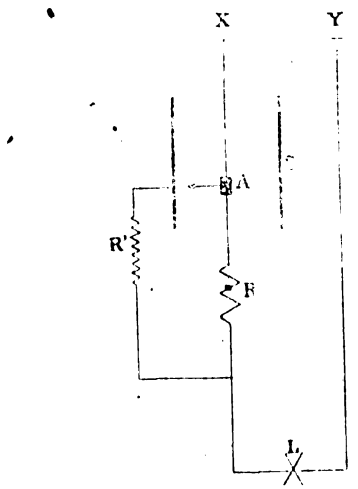


Fig. 1. — Schéma du compteur électrolytique.

rée par la cathode C, les appareils d'utilisation sont représentés en L. Une résistance R de trois dixièmes d'ohm est mise en série sur la ligne; une résistance R' de 200 ohms est en dérivation entre la cathode et la ligne. La proportion de courant qui passe dans la dérivation électrolytique est donc de $\frac{0,3}{280} = 1$ millième environ du courant dans la ligne. La perte d'énergie résultant de la présence de la résistance

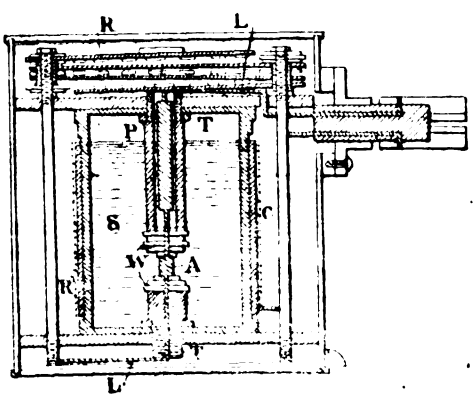


Fig. 2. — Coupe du compteur électrolytique.

de 0,3 ohm est négligeable devant la consommation des appareils d'utilisation.

L'électrolyte est constitué par une solution de sulfate de cuivre contenue dans le vase C (fig. 2).

On branche l'appareil sur la ligne par un organe à fiches qui se monte à baïonnette sur le compteur et se soude ensuite de manière à ne permettre aucune manipulation à l'intérieur. A représente l'anode et C la cathode formant vase contenant la solution électrolytique S. Les manchons de caoutchouc T obturent l'entrée et la sortie de l'appareil; la résistance R de 0,3 ohm est placée à la partie supérieure de l'appareil et la résistance R' de 200 ohms entoure le vase C. Le conducteur de sortie L' se relie directement à l'anode A. La connexion entre le conducteur d'entrée L et l'anode A se fait par l'intermédiaire d'une masse de cuivre P qu'un joint étanche W protège contre la corrosion. Le conducteur d'entrée L a la forme d'une plaque à l'endroit où il est fixé à la masse de cuivre P; la fixation est faite par une goutte de soudure spéciale qui fond vers 60° C lorsque, par suite de la disparition de la masse A de l'anode, il y a corrosion des connexions inférieures et échauffement suffisant du cylindre P.

Les dispositions précédentes permettent d'espacer de quelques minutes le signal de rupture prochaine que donne l'affaiblissement de la lumière dans les lampes d'utilisation et la rupture définitive du circuit. On peut, d'ailleurs, régler à volonté le temps qui sépare ces deux phénomènes.

La précision de l'appareil dépend du poids exact de l'anode et du rapport exact du courant de dérivation au courant total. C'est dans ce rapport qu'intervient l'élément perturbateur le plus important qui est la variation de résistance du bain électrolytique, la variation de résistance de R et R' est négligeable si on a soin de choisir pour ces résistances des matières à coefficient de température très faible ou nul. On réduit cette cause de perturbation en établissant l'appareil de façon que la résistance de l'électrolyte soit de 5 à 6,5 pour 100 de la résistance totale de la dérivation.

Dans les conditions normales de marche, le compteur est exact à $\pm$ 2 pour 100, et, dans les conditions les plus dures, la précision est encore de $\pm$ 4 pour 100.

La figure 3 représente la courbe d'étalonnage d'un compteur de ce modèle de 5 ampères essayé entre 1/10 d'ampère et 5 ampères. Lorsque la charge est de 1/10 d'ampère, c'est-

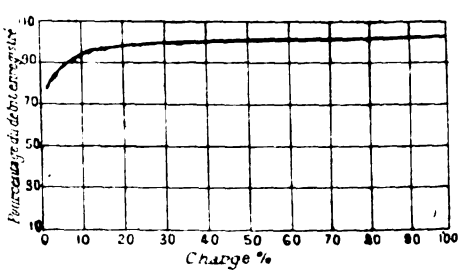


Fig. 3. — Courbe d'étalonnage d'un compteur électrolytique de 5 ampères.

à-dire 2 pour 100 de la charge normale, le compteur enregistre déjà 78 pour 100 de cette charge. Pour une charge de 15 pour 100 de la charge normale, le compteur enregistre 96 pour 100 de l'énergie utilisée; à quart de charge, il enregistre 98 pour 100, puis lorsque la charge atteint 50 pour 100 et varie jusqu'à la pleine charge, le compteur enregistre un peu plus que l'énergie réelle, soit 1 à 2 pour 100 en plus.

Ces appareils ont l'avantage de ne rien consommer à vide et d'être d'une construction très peu coûteuse.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Organisation d'un service d'études des normalisations dans une usine de constructions électriques

Nous venons de traverser une période où tous les industriels, et notamment les constructeurs de matériel électrique, ont fait des efforts énormes pour réaliser dans leurs ateliers une organisation de travail impeccable, et certains d'entre eux, arrivés à des résultats insoupçonnés avant guerre, produisent, actuellement, suivant des méthodes n'ayant rien de commun avec les moyens précédemment employés. Le grand obstacle opposé aux fabrications en séries convenables réside dans la diversité des moyennes et grosses productions électrotechniques, et l'industriel se trouve automatiquement enclin à étudier les moyens qui comprimeront cette diversité et développeront ses débouchés en produits normaux. Les services techniques doivent être chargés de cette tâche, et c'est ce but que nous nous proposons en soumettant ce travail.

I. — Nous entendons par « études de normalisations » tous les travaux techniques tendant à réduire les calculs électriques et les études mécaniques spéciales qui doivent être entrepris *pour satisfaire aux demandes de prix de la clientèle.*

En l'absence d'un service d'études de normalisations, pour résoudre les problèmes posés journellement par la clientèle, les différents services techniques d'une entreprise de constructions opèrent généralement de la manière suivante :

Les demandes de projets, mélangées à tous les documents d'intérêts divers qui forment le courrier, sont distribuées dans les services techniques. Après avoir été éliminées, au profit des commandes ou d'autres pièces à régler d'urgence, lors d'une première analyse sommaire, les demandes de projets sont étudiées par le chef de service. Presque toujours, les termes doivent en être interprétés, certaines indications omises en être devinées, les conditions de fonctionnement du matériel à proposer être estimées, ainsi que la marge de sécurité à se réserver. Les constantes réelles étant déterminées, le chef de service définit grosso modo le type de matériel qu'il propose :

α) Si le matériel à offrir est un *type existant*, il renverra simplement à un tarif, ou à un document antérieur, en précisant au besoin les constantes du cas d'espèce ;

β) Si le matériel demandé n'offre que de *légères modifications* à un type existant, l'étude de ces modifications est entreprise ; calculateurs et dessinateurs sont mis en action, jusqu'à ce que le projet puisse être libellé sans crainte d'ennuis, lors de l'exécution éventuelle ;

γ) Enfin, si le matériel demandé *diffère sensiblement*, soit dans sa partie électrique, soit dans sa partie mécanique, de ce qui a été fait précédemment, le chef de service entreprend personnellement l'étude du projet, choisit des principes, arrête des dimensionnements principaux, et s'ingénie à établir une construction dont les caractéristiques de forme et de fonctionnement correspondent rigoureusement à la demande particulière de son client.

Nous ne chercherons pas à savoir ce qu'il advient des projets, mais remarquerons que, pour les élaborer :

Dans le cas que nous avons désigné par α, le chef de service technique a été saisi d'une demande d'offre pour du matériel *parfaitement normal* et que son expérience de spécialiste n'a nullement dû être mise à contribution, pour résoudre un problème consistant en quelques inversions élémentaires.

Dans le cas β, des modifications non prévues ont nécessité une étude avec peu ou pas de points de repère, car le nombre de changements qu'il faut étudier pour satisfaire les idées originales des clients *varie à l'infini ;* chacun d'eux nécessite un travail entrepris avec la plus grande prudence et exige un contrôle minutieux.

Dans le cas γ, la valeur personnelle et l'esprit d'initiative du chef de service aura largement eu à intervenir et tout son temps lui aura à peine suffi pour mener à bien cette seule tâche de création.

II. — En instaurant un service d'études de normalisations que l'on pourrait aussi bien appeler « service d'offres générales », on poursuivra les buts suivants :

1° Eliminer complètement le cas α ;

2° Amener le client à choisir lui-même un appareil déjà étudié, satisfaisant aux fins qu'il désire, ce qui revient à éviter les travaux d'appropriation envisagés par le cas β ;

Digitized by Google

3° Réduire à son strict minimum les études nouvelles entreprises pour répondre aux seules propositions ;

4° Libérer les services commerciaux, et parfois les agents, de toute interposition inutile, pour résoudre *la majorité* des problèmes posés par la clientèle ;

5° Permettre aux services techniques de se consacrer plus particulièrement à l'exécution des commandes fermes, aux constructions nouvelles pouvant intéresser toute la clientèle et à l'amélioration des constructions anciennes ou des procédés de fabrication.

Pour parvenir à ces résultats, il faut nécessairement guider les travaux et développer la documentation des services commerciaux, des agents, et des divers services techniques eux-mêmes.

C'est vers ces objectifs que tendront les efforts du service que nous étudions.

III. — Nous pourrions résumer ainsi le *rôle de ce service :*

1° Chercher à obtenir pour chaque produit fabricable le maximum de débouchés en développant toute étude nouvelle ou ancienne afin d'en déterminer les susceptibilités d'application les plus diverses et les constantes réalisables ;

2° Séparer tous les travaux de « normalisation » des travaux d'études courants, entrepris en vertu d'ordres d'exécution pour la clientèle.

3° Dresser le programme des études à entreprendre dans les différents services techniques, afin de prévoir les désirs des clients, suivre immédiatement, et, si possible, précéder la concurrence dans les réalisations ou les applications nouvelles ;

4° Soumettre aux services commerciaux et aux agents toutes les possibilités d'études nouvelles, attirer l'attention sur les applications spéciales de matériel connu, communiquer les résultats d'expériences, etc... ;

5° Préparer les éléments de tarifs, catalogues, brochures et notices techniques à destination des services de publicité ;

6° Etablir, pour chaque genre de matériel construit, des questionnaires à joindre aux avant-projets, des formules de demandes de prix et de commandes, destinées à permettre la conduite rationnelle des études et des exécutions. En assurer la mise en vigueur par les services commerciaux.

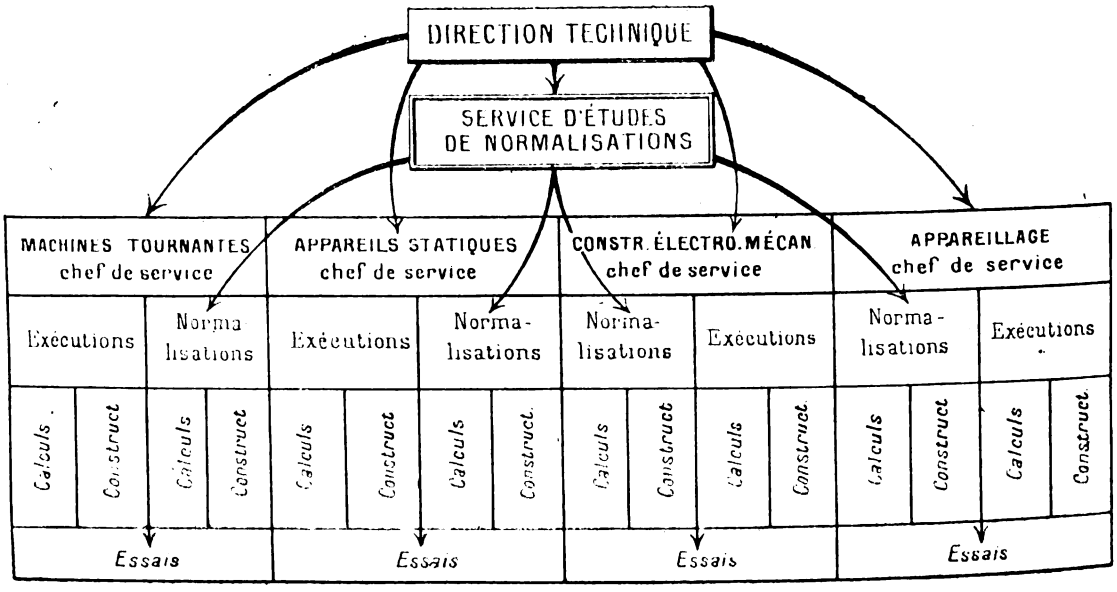
IV. — Voici comment doit fonctionner ce service :

Dans la distribution générale des organes de l'usine, le « service de normalisation » doit dépendre immédiatement de la « direction technique ».

Une condition essentielle à réaliser est une collaboration constante avec chacun des chefs de services techniques spécialisés, qui doivent procurer la plus grande partie des matériaux de bases nécessaires aux études de « normalisation ».

L'organe que nous étudions doit, du reste, posséder, *dans chaque service particulier*, un collaborateur se trouvant sous ses ordres, quant à la distribution et aux méthodes de travail, — éventuellement, quant à la discipline, — mais ressortissant du contrôle du chef de service spécialisé, dont l'avis favorable est requis pour toutes questions comportant un engagement technique contracté vis-à-vis des services commerciaux.

Le tableau ci-dessous définira cette distribution.



Dans ce tableau, nous avons limité intentionnellement le schéma des attributions de la direction technique aux seuls services qui nous intéressent immédiatement.

Nous avons donné, arbitrairement, le nom d'une

Digitized by Google

branche quelconque de nos fabrications aux services spécialisés en collaboration desquels fonctionne le service de normalisation.

Nous avons également mis dans les mains d'un seul chef de service *le calcul* (études purement techniques), *la construction* (établissement des plans) et *les essais* d'une production spéciale, en supposant un chef de section dans chacune de ces trois branches.

Il va de soi que la répartition des services existants n'a pas à se modifier fondamentalement pour permettre l'intercalation d'un *organe* poursuivant les buts exposés plus haut et que tout système de distribution intérieure appropriée aux besoins particuliers d'une entreprise doit pouvoir s'y adapter.

La création de cet organe ne nécessite, en fait, aucun employé, aucun ingénieur, ni dessinateur supplémentaire en dehors du titulaire responsable. Il y a simplement mise à sa disposition des éléments nécessaires qui, dans chaque service, se spécialiseront dans les études d'ordre général, en laissant aux autres éléments la charge des travaux d'exécution.

Lorsqu'une commande comportant un appareil spécial a été exécutée, il faut rechercher les diverses applications auxquelles cet appareil peut correspondre et définir les conditions dans lesquelles une telle fourniture pourrait être exécutée couramment, avec un minimum, ou sans études supplémentaires, en se servant de l'outillage existant. Il faut également envisager les différentes modifications de détail auxquelles on pourrait parvenir sans changement notable, ou par simple interversion d'éléments constitutifs, modifications qui ouvriront des champs d'action nouveaux à l'appareil, ou permettront de mieux satisfaire les diverses utilisations éventuelles.

Si ces études sont entreprises sur le vif dès le passage de l'appareil aux essais et avec l'aide des travaux du service d'exécution, l'ouvrage sera réduit à sa plus simple expression et toute possibilité d'erreur grossière dans le développement écartée, ce qui n'est pas toujours le cas, lorsqu'une étude est reprise après un grand intervalle de temps, parfois par un personnel différent.

Dans les conditions proposées et avec des méthodes convenablement choisies, on pourra étendre à toute la gamme d'appareils intéressants les avantages étudiés ou réalisés sur l'un d'eux. On arrivera ainsi à créer un véritable assortiment que l'on soumettra, sous une forme concrète, à la clientèle qui y puisera nécessairement du matériel d'exécution rationnelle, chaque fois qu'un problème se posera.

V. — On devine facilement qu'un service établi pour centraliser certaines études devient l'intermédiaire logique entre les besoins de la clientèle et les exigences de la construction et qu'il peut influer d'une manière parfaitement favorable sur les intérêts communs des services commerciaux et techniques.

D'autre part, il est certain qu'en diminuant le nombre de constructions spéciales, on tend à une utilisation meilleure de la matière et à une réduction sensible des imprévus, double source d'amélioration des prix de revient et d'augmentation du rendement de l'usinage.

On peut considérer aussi que l'on arrivera à la solution élégante permettant de surmonter dans les services la tendance involontaire à la routine et que l'on combattra la croyance erronée qu'il est inutile et peu souhaitable de réaliser une « normalisation » de quelque étendue.

Cette croyance n'est-elle pas la suite inévitable des problèmes multiples posés par la clientèle, faute de guide convenable ?

Un exemple typique — bien connu des constructeurs de moteurs — de la difficulté que l'on éprouve à satisfaire une clientèle lorsqu'elle ne s'arrête pas à des données de régime bien établies, est le choix du régime des moteurs entraînant des pompes centrifuges.

Alors qu'en courant continu, les fabricants de pompe imposent des vitesses les plus bizarres, demandent un réglage de celles-ci dans de vastes limites et exigent parfois même un mode d'excitation composée pour assurer la marche de leur appareil, lorsqu'ils ont à brancher leur pompe sur un secteur alternatif, les bons moteurs asynchrones, avec leur régime draconien, conviennent et fonctionnent parfaitement!... si pas mieux. Car, à force d'avoir trituré la machine à courant continu pour réaliser des constantes soi-disant impératives, on est souvent arrivé à la faire marcher à un régime tout différent du critérium.

Nous pourrions multiplier ici des exemples analogues pour chaque branche de nos productions, mais ce serait une besogne fastidieuse à laquelle nous renoncerons, d'autant plus volontiers, que chaque intéressé aux questions d'études et de projets d'électrotechnique puisera, dans sa mémoire, à la douzaine, des exemples personnels de l'exigence des clients, réglant eux-mêmes, souvent sans justification, le détail des avant-projets.

Les agents rappellent à chaque occasion qu'il est sage de ne pas contrecarrer les idées préconçues de leurs clients si l'on tient à éviter leur hésitation et garder leur entière confiance. Dans ces conditions, précéder l'idée du client ne s'impose-t-il pas?

VI. — Il serait possible de charger également le service que nous avons étudié de donner suite à toutes les demandes de prix des services commerciaux.

Étant donnée la documentation considérable qu'il est destiné à grouper, il semble tout indiqué pour un tel travail. L'homogénéité des propositions comportant différents genres de matériels et la justification des prix remis s'en trouveraient fortement accrues.

A notre connaissance, quelques firmes ont distribué leurs services techniques d'usine de manière à ce qu'un ingénieur soit spécialement affecté à la *rédaction des propositions*.

Ces firmes trouveront, dans cette partie de leurs services, l'embryon de l'organisation d'étude qui nous occupe.

L'expérience a amené certaines d'entre elles, dont le domaine de production s'était par trop étendu, à dédoubler leur service d'offres en le constituant en deux pos-

Digitized by Google

tulats distincts, appropriés chacun aux produits ayant le plus de points communs dans les propositions.

Nous sommes persuadés que, dans cet ordre d'idées, la subdivision éventuelle des *études de normalisations*, serait également une nécessité absolue dans nos grands établissements.

Il n'y a aucun doute à ce que la limite d'application d'un même service ait à être portée aux études intéressant des productions jusqu'à un certain point semblables.

J. FIÈVEZ,
Ingénieur-électricien.

Assemblées générales

Compagnie générale des Omnibus de Paris.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DE 1918.

Les recettes voyageurs des Tramways et Omnibus ont été de 30 787 245,85 fr, en augmentation de 4389 155,25 fr sur 1916.

Le nombre de kilomètres-voitures tramways pour 1917 a été de 27 211 305 ayant produit une recette de 27 894 636,80 fr avec 226 303 056 voyageurs.

Le nombre de kilomètres-voitures omnibus a été (pour les deux lignes E et AI) de 1 738 703 ayant produit une recette de 2 892 609,05 fr avec 19 862 443 voyageurs.

Il y a augmentation de 959 531 kilomètres-voitures, de 11 547 143 voyageurs et de 1 682 265,55 fr sur la recette.

Les recettes accessoires et diverses ont été de 5 958 794,97 francs.

Les dépenses totales d'exploitation s'élèvent à 30 200 133,29 fr, en augmentation de 5 738 511,97 fr sur celles de 1916.

Cette augmentation provient pour une partie du développement des services d'omnibus automobiles et pour la plus grande part des majorations continues des prix pour la main-d'œuvre et pour toutes les matières, notamment le charbon. On peut évaluer que les prix du courant électrique sont en augmentation de 20 pour 100 par rapport à 1916 et de 175 pour 100 par rapport aux prix d'avant-guerre.

La ligne Sèvres-Versailles est entrée dans le réseau municipal des tramways par décret du 26 juillet 1917.

Toutes les démarches faites auprès des Pouvoirs publics pour obtenir des compensations indispensables pour rétablir l'équilibre financier de la Compagnie ont été repoussées.

Une combinaison inacceptable a été proposée, consistant à prêter des capitaux remboursables après la guerre au taux de 6,81 fr l'an.

La Compagnie espère obtenir un traitement équitable, car, malgré les difficultés inouïes, elle est parvenue à rétablir et maintenir les services de tramways et quatre lignes d'autobus.

La Compagnie poursuit l'instance engagée contre l'Administration, la requête a été introduite devant le Conseil de Préfecture au mois de juin 1917.

Devant les résultats de l'exercice il n'est pas alloué de dividende. Le solde des bénéfices, 413 184,77 fr, augmenté du report de 1916, 213 130,50 fr, est reporté à nouveau.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Immeubles (terrains et bâtiments)	58 099 064,09
Matériel des sous-stations et canalisations électriques	8 688 733,47
A reporter	66 787 797,56
Report	66 787 797,56
Voies ferrées et lignes électriques aériennes et souterraines	55 631 995,33
Matériel roulant (y compris le matériel réquisitionné par l'autorité militaire)	55 569 467,91
Outillage des ateliers, mobilier industriel, installations téléphoniques, chevaux du service des camionnages	7 182 352,74
Travaux en cours	13 068 057,04
Insuffisance des produits de l'exploitation, intérêts et frais généraux pendant la période de transformation ; frais de prorogation de la Société et des augmentations de capital	10 768 580,58
Approvisionnements en magasin et relais du matériel fixe et roulant	19 104 847,92
Caisses, banques, bons de la Défense nationale et rentes françaises	24 135 368,02
Cautionnements à la Ville de Paris	1 558 411,79
Débiteurs	17 469 729,52
Nue propriété de 19815 fr de rente 3 pour 100 et 5 pour 100	584 660,65
	271 861 269,06

Passif.

	fr
Actions :	
166 000 actions	83 000 000 »
34 000 actions amorties	17 000 000 »
Obligations de 500 fr, 4 pour 100 ; 215 950 en circulation	96 021 880,17
Actions et obligations : dividendes, intérêts et remboursements	4 551 526,22
Retenues de garantie pour travaux et fournitures	1 185 571,03
Créditeurs divers	25 930 149,68
Réserve légale	4 301 202,95
Réserve provenant de bénéfices sur immeubles vendus	8 404 433,11
Fonds de réserve pour renouvellement des voies et du matériel et imprévus	1 400 000 »
Provision constituée par l'indemnité reçue pour le matériel roulant automobile réquisitionné	22 347 264 »
Réserve	2 117 815,98
Fonds de réserve pour assurances	1 196 512,76
Reliquat de la réserve d'amortissement provenant du remboursement des obligations émises avant 1910	3 779 597,89
Solde créditeur du compte de profits et pertes	626 315,27
	271 861 269,06

Compagnie générale parisienne de Tramways.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE DU 24 SEPTEMBRE 1918.

Par suite des difficultés d'exploitation et de l'augmentation croissante des dépenses, le Conseil d'administration a

Digitized by Google

convoqué les actionnaires en assemblée extraordinaire pour leur exposer la situation.

Les différentes démarches auprès des Pouvoirs publics n'ayant donné aucune satisfaction, la demande d'indemnité s'élevait au 31 décembre 1917 à 9863 000 fr.

En juillet, l'augmentation de vie chère, portée de 3 à 5 fr qui a été imposée à la Compagnie, portait la perte pour l'exercice 1918 à plus de 2 millions.

Après avoir entendu le rapport du Conseil, les actionnaires ont voté la résolution suivante :

« Considérant que, du fait de la guerre, l'équilibre du contrat de concession se trouve rompu ;

» Qu'en raison de l'élévation exorbitante du prix des matières et de la main-d'œuvre toutes les industries libres ont été dans l'obligation de relever leurs prix de vente ;

» Considérant que de nombreux décrets ont donné des satisfactions compensatrices à d'autres compagnies de transport en commun ;

» Considérant que le gouvernement, qui a relevé les tarifs des chemins de fer pour la sauvegarde des finances de l'État, et le Préfet de la Seine, qui a augmenté le prix du gaz dans l'intérêt des finances municipales, se sont refusés, malgré d'incessants efforts accomplis auprès d'eux depuis quatre années, à accorder la moindre amélioration aux tarifs que la Compagnie est autorisée à percevoir ;

» Considérant que la Compagnie n'en a pas moins persévéré à assurer ses services, mais qu'il en résulte pour elle des pertes telles qu'elle se trouve ainsi mise par le pouvoir concédant dans l'impossibilité de continuer l'exploitation ;

» Constatant que ces pertes sont sur le point d'avoir épuisé les ressources disponibles et se refusant, pour faire face à une situation dont ils ne sont pas responsables, à contracter vis-à-vis du département de la Seine des dettes qui n'auraient d'autre effet que d'accroître encore les déficits ;

» Approuvent dans toutes ses parties le rapport du Conseil,

» Lui donnent mandat de fixer la date de la suspension de l'exploitation,

» Et comptent sur son énergie pour défendre leurs droits devant les tribunaux. »

Société des Forces motrices de la Vienne.

Assemblée générale extraordinaire et assemblées spéciales du 21 octobre 1918.

Assemblée générale extraordinaire. — Les actionnaires réunis en assemblée extraordinaire décident que le capital de la Société actuellement de 4 millions de francs sera augmenté de 2 millions par l'émission de 8000 actions privilégiées nouvelles de 250 fr chacune, et que, par suite, le capital sera porté à 6 millions de francs, divisé en 24 000 actions de 250 fr dont 21 600 de priorité et 2 400 ordinaires.

Cette augmentation pourra se faire en une ou plusieurs fois, suivant les décisions que prendra le Conseil d'administration, à qui mandat et pouvoirs sont donnés à cet effet.

Ces actions nouvelles seront émises contre espèces, au taux de 250 fr, payables : le premier quart, soit 62,50 fr par titre, à la souscription, et le surplus au fur et à mesure des besoins de la Société, postérieurement à la réalisation définitive de l'augmentation de capital aujourd'hui décidée aux époques qui seront déterminées par le Conseil d'administration conformément à l'article 9 des statuts.

Les nouvelles actions privilégiées ainsi créées seront numérotées de 16001 à 24000. Elles seront assimilées aux actions anciennes privilégiées et jouiront des mêmes droits à partir du commencement de l'exercice au cours duquel elles auront été émises.

Les porteurs d'actions ordinaires et privilégiées et les propriétaires de parts de fondateur auront — conformément à l'article 8 des statuts — un droit de préférence à la souscription de la totalité des actions nouvelles, et ce, dans la proportion respective de 75 pour 100 en faveur des propriétaires des parts de fondateur, soit à raison de :

3 actions nouvelles pour 8 actions anciennes (ordinaires ou privilégiées) ;

5 actions nouvelles pour 6 parts de fondateur.

Les actionnaires, porteurs d'actions ordinaires et privilégiées et les propriétaires de parts de fondateur qui voudront exercer leur droit de préférence, devront, à peine de déchéance, dans les huit jours qui suivront l'avis inséré au journal « Les Petites Affiches de Paris », et conformément à cet avis, effectuer leur souscription et le versement du premier quart, soit 62,50 fr, sur le montant des actions nouvelles souscrites par eux. Les souscriptions et versements seront reçus sur la présentation des actions, des certificats d'actions ou des parts de fondateur actuels qui seront revêtus d'une estampille indiquant que leurs propriétaires ont exercé leur droit de préférence à eux réservé.

L'assemblée générale donne au Conseil d'administration mandat d'effectuer toutes les opérations rendues nécessaires par la présente augmentation de capital, et, à cet effet, de recueillir toutes souscriptions et procéder à la déclaration notariée de souscription et de versement quand cela sera nécessaire ; procéder ensuite à la convocation d'une nouvelle assemblée générale pour constater l'exactitude et la sincérité de cette déclaration, constater, en outre, que l'augmentation de capital, totale ou partielle, aujourd'hui votée en principe, est alors devenue définitive, et arrêter les modifications à apporter de ce fait dans le texte des statuts, modifications présentement décidées sous condition suspensive.

L'assemblée générale confère au Conseil d'administration tous pouvoirs et autorisations nécessaires pour déterminer toutes conditions de l'émission des actions nouvelles, prendre toutes dispositions et mesures nécessaires pour assurer la souscription des actions nouvelles qui ne seraient pas absorbées par le droit de préférence réservé aux propriétaires d'actions anciennes ordinaires ou privilégiées et aux porteurs de parts de fondateur ; passer à cet effet toutes conventions avec tous banquiers, syndicats ou tiers.

Assemblée spéciale de propriétaires d'actions ordinaires. — A la suite de l'assemblée générale extraordinaire, les propriétaires d'actions ordinaires ratifient les décisions prises, notamment la création de 8000 actions privilégiées et approuvent purement et simplement les modifications des droits attachés aux actions ordinaires actuellement existantes pouvant résulter de la création des nouvelles actions privilégiées ; ratifient les mandats et pouvoirs donnés au Conseil d'administration ; approuvent dans tous leurs détails les termes des délibérations prises par l'assemblée plénière ainsi que les modifications aux statuts qui en seront la conséquence.

Assemblée spéciale des propriétaires d'actions privilégiées. — Les propriétaires de ces actions déclarent ratifier les décisions prises par l'assemblée générale extraordinaire du jour, notamment la création de 8 000 actions privilégiées, approuvent les modifications des droits attachés aux actions privilégiées actuellement existantes, pouvant résulter de la création des nouvelles actions privilégiées

Digitized by Google

ratifient tous les mandats et pouvoirs donnés au Conseil; approuvent dans tous leurs détails les termes des délibérations prises par l'assemblée plénière ainsi que les modifications aux statuts qui en seront la conséquence.

Schneider et Cie.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES ORDINAIRE ET EXTRAORDINAIRE DU 29 NOVEMBRE 1918.

Le dividende est fixé à 120 fr par action, payable moitié le 15 décembre 1918 et le solde le 15 juin 1919.

Le bilan a été établi sur les bases accoutumées.

BILAN AU 31 MARS 1918.

Actif.

	fr
Immeubles, matériel et constructions	29 000 000 »
Valeurs diverses	67 711 706,56
Approvisionnements, marchandises en magasins et en cours de fabrication	80 214 092,96
Débiteurs pour marchandises et divers	364 872 447,19
	541 798 246,71

Passif.

	fr
Capital social	36 000 000 »
Réserves, prime d'émission et provisions diverses	137 793 645,48
Obligations 4 pour 100	26 450 000 »
Fournisseurs et créanciers divers	314 072 382,06
Comptes de dépôts de fonds et d'épargne	13 518 151,97
Profits et pertes	13 524 761,51
Reliquat de l'exercice précédent	439 305,69
	541 798 246,71

L'assemblée vote à l'unanimité les deux résolutions à l'ordre du jour : approbation des comptes et réélection de M. le baron Seillière comme membre du Conseil de surveillance.

Il a été procédé ensuite au septième tirage de 1360 obligations à rembourser le 2 janvier 1919.

Les actionnaires, réunis le 28 novembre en assemblée générale extraordinaire, ont voté à l'unanimité les résolutions à l'ordre du jour :

1° Nomination de M. Charles Schneider comme cogérant;

2° Modification à l'article 3 des statuts.

Société norvégienne de l'Azote et de Forces hydro-électriques.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 25 NOVEMBRE 1918.

Les actionnaires ont ratifié les propositions portées à l'ordre du jour. Le Conseil d'administration a décidé la répartition des dividendes afférents à l'exercice clos le 30 juin dernier.

Actions de préférence :

Contre le coupon n° 11 : 21,60 kr, soit 30 fr net.

Actions ordinaires :

Contre le coupon n° 10 : 21,60 kr, soit 30 fr net.

Ces dividendes seront payables dès à présent à Paris en francs à la Banque de Paris et des Pays-Bas.

Société des Forces de la Tarentaise.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES ORDINAIRE ET EXTRAORDINAIRE DU 4 NOVEMBRE 1918.

L'exercice 1917 n'offre pas d'incidents intéressants; l'action de la Société a résidé surtout dans les mesures d'administration et de conservation des biens et des droits qui constituent l'actif social.

Les actionnaires réunis en assemblée générale extraordinaire ont voté l'augmentation du capital social qui sera porté à 12 millions avec le concours de plusieurs établissements métallurgiques et autres : les Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, les Forges de Micheville, les Forges de Pont-à-Mousson, les Forges de Bayard, les mines d'Albi, etc.

La Société se portera demandeur en concession des forces sur l'Isère dont elle a acquis les droits. Elle possédait les privilèges immobiliers pour la mise en œuvre des eaux de l'Isère sous une hauteur de chute de 120 m à l'aval d'Aigueblanche (Savoie). Elle vient d'acquérir, en outre, les droits immédiatement à l'amont, pour une hauteur complémentaire de chute de 20 m. Elle dispose ainsi de 140 m de hauteur de chute, soit une puissance de 50000 ch hydrauliques.

De plus, la Société a complété son domaine hydraulique par l'annexion des droits immobiliers relatifs à la mise en œuvre du Doron de Bozel sous 33 m de hauteur de chute, entre le confluent du Merderel et l'Isère; la puissance sera de 4000 ch.

Une fois l'augmentation du capital réalisée, la Société pourra entrer dans la période active. La région sera dotée d'une source puissante d'énergie, à la faveur de laquelle s'accentuera l'évolution industrielle de la vallée de la Haute-Isère et des pays environnants.

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Des déprédations commises contre les réseaux électriques et de leur répression

L'auteur rappelle les déprédations auxquelles les lignes aériennes, et, en particulter, les isolateurs, sont le plus souvent exposées. Il propose, comme remèdes, d'une part, de demander aux tribunaux une aggravation des peines contre les délinquants et, d'autre part, d exiger des compagnies quelques modifications à effectuer telles que : construction de pylônes inaccessibles, augmentation des portées pour réduire le nombre des appuis, installations des réseaux sur les propriétés privées de préférence aux routes et, éventuellement, sur des terrains clôturés à l'instar des lignes de chemin dc fer.

La possibilité du transport de l'énergie électrique à grande distance réalisée pratiquement dans ces vingt-cinq dernières années a donné naissance aux lignes de transport à haute tension et a eu, en outre, pour effet d'accroître, dans de grandes proportions, le développement des réseaux de distribution.

Antérieurement, la distribution de l'énergie était, le plus souvent, limitée à la région appelée à consommer cette énergie. Le courant était produit soit par une usine thermique ou hydraulique située à proximité, soit par des installations plus rudimentaires qu'alimentait une turbine établie sur le cours d'eau de la localité, dans un vieux moulin quelconque. Les canalisations électriques ne s'éloignaient guère des habitations et, du clocher d'un village, on pouvait parfois embrasser la vue d'ensemble du réseau qui éclairait la commune.

Actuellement, la situation a changé. La petite distribution locale subsiste encore, mais elle ne prend plus que rarement son énergie à l'ancien moulin désaffecté; c'est à un grand réseau de transport voisin qu'elle demande le courant qui lui est nécessaire.

Grâce à cette soudure, qui augmentait la puissance dont elles pouvaient disposer, les distributions locales se sont étendues, englobant peu à peu les villages environnants. De telle sorte qu'aujourd'hui, il n'est guère d'endroits en France où on ne rencontre des canalisations soit de distribution, soit de transport, serpentant le long des routes et chemins de toute nature, franchissant les rivières et escaladant même les montagnes pour porter la lumière et la vie jusque dans les coins les plus reculés du pays.

Mais l'étendue du réseau français, qui compte aujourd'hui plus de 45 000 km de lignes, rend très difficile la surveillance qu'il serait nécessaire d'exercer pour le garantir contre les déprédations dont les installations électriques sont souvent l'objet.

Dans les agglomérations rurales, cette surveillance est relativement assurée, tant au point de vue des accidents que les lignes à haute tension peuvent occasionner que de la protection même du réseau. Les habitants intéressés à sa conservation s'en font eux-mêmes les gardiens, mais il n'en est plus de même pour les canalisations établies sur de longues distances, le long des routes ou à travers champs. Là, toute surveillance effective devient impossible et, en fait, sur les parties de leur parcours situées en pleine campagne, les installations sont abandonnées à la garde du public. Il est vrai que les déprédations s'y produisent assez rarement, car les piétons, qui voyagent d'une localité à une autre, sont généralement pressés d'arriver à destination et ne s'attardent pas à flâner le long des lignes. On n'a guère à craindre ici que les actes des petits bergers.

En réalité, c'est surtout à quelque distance des hameaux et des fermes isolées que les déprédations sont le plus à redouter. Là, on a affaire aux enfants des écoles, désœuvrés le jeudi après-midi et le dimanche. Si le temps est beau, on part en bande pour aller dénicher les oiseaux et, quand on est suffisamment éloigné du village, le besoin de se distraire les conduit tout naturellement à s'attaquer aux pylônes et aux canalisations électriques.

Le jeu le plus en usage consiste à grimper au sommet des pylônes où, comme le fait a été maintes fois constaté, beaucoup d'oiseaux installent précisément leurs nids.

Mais, si le dénichement des oiseaux n'a qu'une importance secondaire au point de vue qui nous occupe, car il n'occasionne pas par lui-même de réels dégâts aux installations, il se complète malheureusement par la projection sur les lignes électriques de toutes sortes d'objets métalliques : fils de fer, fragments de chaîne, etc., destinés à provoquer des étincelles ou à y rester suspendus et enfin, surtout, par le jet de pierres sur les isolateurs pour les briser et en détacher les fils.

Sans parler des accidents dont peuvent être victimes les enfants eux-mêmes et les personnes passant sur la route, par suite du décrochement des fils et de l'électrification des pylônes métalliques pouvant en résulter, ces amusements offrent un très réel danger par les courts-circuits qu'ils sont susceptibles d'occasionner sur les fils téléphoniques ou télégraphiques. Des employés des Télégraphes et des abonnés utilisant l'énergie électrique à domicile en ont déjà été victimes.

Il importe au premier chef de mettre fin à ces agissements. Malheureusement, les tribunaux sont très rarement à même d'appliquer des pénalités pour ces déprédations en raison de l'impossibilité, faute de témoins, d'en retrouver les auteurs.

Dans les campagnes, le garde champêtre, tout indiqué pour veiller à la conservation de ces installations, s'attache beaucoup plus à empêcher les dégâts commis dans les champs ou aux récoltes qui intéressent de plus près les

Digitized by Google

habitants de la commune. D'autre part, ne recevant aucune rétribution spéciale à cet effet, il est évidemment peu disposé à effectuer des tournées de plusieurs kilomètres le long des routes ou chemins pour s'assurer qu'aucun des gamins de la commune ne s'amuse à lancer des pierres sur les fils de distribution ou à grimper aux pylônes. Tout au plus peut-on lui demander une surveillance limitée à l'agglomération communale.

Quant aux gardes assermentés des Compagnies de distribution d'énergie électrique, pour lesquels l'article 32 des cahiers des charges types a même prévu l'obligation d'un signe distinctif spécial, leur nombre ne paraît pas s'être accru en proportion des kilomètres de fils établis chaque année par les entrepreneurs de distribution.

J'avoue même humblement n'en avoir jamais rencontré et je ne suis peut-être pas le seul dans ce cas.

Quoi qu'il en soit, à défaut de toute statistique à leur sujet, il est difficile d'en évaluer le nombre, mais il paraît très restreint.

Dans ces conditions, il est presque impossible de découvrir les coupables.

De plus, lorsque, par hasard, les circonstances ont permis de prendre sur le fait les délinquants, des enfants dans la presque totalité des cas, la répression est encore très difficile. L'enfant ayant agi le plus souvent sans discernement, ne peut être l'objet d'une pénalité personnelle. Dans le cas contraire, la sanction à appliquer se réduit à une amende du payement de laquelle les parents sont responsables.

Mais les parquets hésitent à poursuivre, se rendant bien compte de la quasi-impossibilité dans laquelle se trouvent les cultivateurs, occupés toute la journée à travailler dans les champs, de surveiller suffisamment les enfants, et les tribunaux saisis font preuve, pour les mêmes raisons, d'un manque de sévérité évident.

Les Syndicats de l'électricité se sont faits déjà, à diverses reprises et à juste titre, les échos de plaintes formulées par leurs membres adhérents au sujet des détériorations occasionnées à leurs réseaux et du peu d'importance des pénalités appliquées en cas de poursuite.

Sans que ces déprédations soient encore en nombre suffisant pour être alarmantes, il est hors de doute qu'il y a lieu de remédier à cet état de choses et que les mesures à prendre en l'espèce s'imposent chaque jour davantage, en raison du développement des réseaux.

Les tribunaux ont cependant en mains, surtout aujourd'hui, tous les pouvoirs nécessaires pour réprimer ces déprédations quand ils tiennent le coupable.

Antérieurement à la loi du 15 juin 1906, les pénalités applicables étaient celles de l'article 257 du Code pénal ainsi conçu :

« Quiconque aura détruit, abattu, mutilé ou dégradé des monuments, statues et autres objets destinés à l'utilité ou à la décoration publique, et élevés par l'autorité publique ou avec son autorisation, sera puni d'un emprisonnement d'un mois à deux ans, et d'une amende de cent francs à cinq cents francs. »

Mais cet article, qui ne s'appliquait que par extension aux délits commis contre les réseaux de distribution, n'a plus lieu d'être invoqué depuis la promulgation de la loi du 15 juin 1906 et des règlements d'administration publique rendus pour son exécution qui ont prévu spécialement la répression des dégâts commis contre les installations électriques.

Le Parlement, dans cette loi, et l'Administration, dans ces règlements, en ont fait un délit spécial afin de bien manifester leur intention de réprimer sévèrement ces infractions.

En effet, l'article 50 du décret du 3 avril 1908 comporte, dans son § 2, une disposition défendant de rien placer sur les supports, conducteurs et organes de la distribution, de les toucher ou de rien lancer qui puisse les atteindre.

Or, comme on le sait, les sanctions applicables en cas d'inobservation de cet article sont celles visées à l'article 25 de la loi du 15 juin 1906 qui stipule que les infractions aux dispositions édictées dans l'intérêt de la sécurité publique par des règlements d'administration publique (en l'espèce le décret du 3 avril 1908), seront poursuivies devant les tribunaux correctionnels et punies d'une amende de 16 francs à 3 000 fr sans préjudice de l'application des pénalités prévues au Code pénal en cas d'accidents résultant de l'infraction.

Il s'agit ici de l'article 319 du Code pénal ainsi conçu :

« Quiconque par maladresse, imprudence, inattention, négligence ou inobservation des règlements, aura commis involontairement un homicide ou en aura involontairement été la cause, sera puni d'un emprisonnement de 3 mois à 2 ans, et d'une amende de 50 francs à 600 francs. »

Ajoutons enfin que l'article 25 de la loi du 15 juin 1906 donne pouvoir de constater ces délits et contraventions aux officiers de police judiciaire, aux ingénieurs et agents des Ponts et Chaussées et des Mines, aux ingénieurs et agents du service des Télégraphes, aux agents-voyers, aux agents municipaux chargés de la surveillance et du contrôle des distributions et aux gardes particuliers du concessionnaire agréés par l'Administration et dûment assermentés.

On voit ainsi que les Pouvoirs publics sont, en effet, tout à fait armés pour faire cesser les dégâts commis contre les installations électriques.

Quand les coupables sont des grandes personnes, les tribunaux n'hésitent pas à prononcer des condamnations bien que, comme les Syndicats s'en plaignent, les pénalités appliquées soient généralement insuffisantes.

Quand les coupables sont des enfants, la question reste, comme nous l'avons dit, très délicate à solutionner. Est-elle insoluble ? Nous ne le pensons pas. Mais la répression pénale étant particulièrement difficile à appliquer, il semble seulement nécessaire de la compléter par d'autres mesures.

Il apparaît d'abord que les parquets devraient être invités à faire appel « à minima » de toute condamnation insuffisante prononcée en cette matière contre les grandes personnes et même contre des enfants. En ce qui concerne ces derniers, il est permis de penser que quand, dans un village, quelques parents auraient eu à payer des amendes sérieuses se traduisant directement sur les reins du vrai coupable par une bonne correction paternelle, les enfants y regarderaient de plus près avant de renouveler leurs exploits.

Comme autres mesures de protection des installations électriques, et bien que ce point de vue concerne plus directement la prévention des accidents d'électrocution que la détérioration des réseaux, il y aurait lieu d'imposer aux compagnies, pour les nouvelles lignes qu'elles construisent, des formes de pylônes empêchant toute ascension et l'adjonction aux simples poteaux de dispositifs spéciaux autres que ceux en usage actuellement.

L'impossibilité de grimper aux pylônes et poteaux aurait déjà pour effet de ne pas attirer les enfants autour du réseau et de ne pas faire de ce réseau le point de mire de leurs jeux. L'intérêt de la protection des enfants se rencontre ici avec l'intérêt pour les compagnies de la protection de leurs lignes.

Digitized by Google

Il faut bien reconnaître qu'aucun progrès appréciable n'a encore été fait pour trouver la forme nouvelle à donner aux pylônes à ce point de vue. A part les pylônes en ciment armé dont l'emploi, encore restreint, n'a pas permis jusqu'à ce jour de se rendre compte de la possibilité de les laisser se généraliser, les pylônes actuels en fer, avec leurs entretoises disposées comme elles le sont maintenant, laissent beaucoup à désirer.

Loin de s'opposer à l'ascension, ils la sollicitent, en quelque sorte, ces entretoises formant autant d'échelons qui permettent de grimper très facilement.

Il semble que les compagnies intéressées pourraient utilement faire instituer par leurs syndicats un concours destiné à trouver la solution du problème. On doit vraisemblablement pouvoir y parvenir.

Dans le même ordre d'idées : pour ne pas attirer l'attention des enfants sur les installations, il serait nécessaire que les compagnies s'efforcent d'implanter les pylônes et poteaux sur terrains privés en évitant, chaque fois que cela est possible, l'emprunt des routes.

Comme on l'a déjà fait remarquer souvent, ce n'est pas la destination normale des routes de servir à l'établissement des réseaux de distribution électrique, et il n'est pas douteux que les déprédations seraient beaucoup moins nombreuses s'il fallait courir à travers champs pour rejoindre les lignes.

Malheureusement, on le sait, certains propriétaires font preuve de telles exigences pour laisser planter quelques poteaux sur leur terrain qu'on s'explique facilement le peu d'empressement que mettent les compagnies à s'éloigner du réseau routier.

Mais il y aurait encore, semble-t-il, quelque chose à faire de ce côté.

Rien n'empêcherait de s'en occuper dès maintenant car, en raison du développement des réseaux de distribution et de la circulation sur nos routes, un jour viendra certainement où on sera contraint, dans l'intérêt de la sécurité publique, de refuser catégoriquement l'emprunt des routes pour l'installation des réseaux.

Deux solutions se présentent dépendant, l'une de l'Administration et l'autre des compagnies de distribution.

D'une part, étendre à toutes les distributions le bénéfice (réservé actuellement aux distributions déclarées d'utilité publique), du droit d'implantation de pylônes sur terrains non clôturés moyennant paiement au propriétaire d'une indemnité fixée par le juge de paix et, ajouter en outre, à charge par la compagnie : 1° de déplacer la ligne quand l'intérêt du propriétaire l'exigerait ; 2° d'établir des pylônes assez élevés pour ne pas risquer d'occasionner des accidents au moment du passage sous les lignes de voitures servant aux moissons.

D'autre part, éviter l'emprunt des routes et développer l'installation au-dessus des terrains privés.

Pour arriver à ce résultat, en diminuant les motifs de difficultés avec les propriétaires, il faudrait restreindre le nombre des pylônes par l'allongement des portées des canalisations. On sait qu'elles peuvent atteindre jusqu'à près de 500 m sans impossibilité d'assurer la résistance des lignes et n'ont que le défaut de nécessiter des pylônes plus coûteux.

C'est d'ailleurs vraisemblablement un mode d'installation que l'avenir imposera en France, car il fonctionne déjà dans d'autres pays et y donne, paraît-il, satisfaction.

En résumé, les principales mesures à préconiser pour restreindre les dégâts commis contre les réseaux électriques seraient les suivantes :

1° Augmentation des pénalités contre les délinquants ;

2° Attribution de primes aux personnes permettant de faire découvrir les auteurs de déprédations ; les syndicats intéressés pourraient constituer un fonds de réserve destiné à cet usage ;

3° Sévérité des tribunaux et appel à minima en cas de condamnation insuffisante ;

4° Concours à ouvrir entre les syndicats pour modifier la forme des pylônes en vue d'en rendre l'ascension sinon impossible, au moins beaucoup plus difficile ;

5° Éviter l'emprunt des routes autant que possible et, à cet effet, développer l'installation des réseaux sur terrains privés :

a) Par extension des droits des compagnies pour le passage en terrains privés ;

b) Par le développement des portées pour diminuer le nombre des pylônes et restreindre ainsi les occasions de conflits avec les propriétaires.

Du reste, il ne paraît pas y avoir lieu pour les industriels de s'alarmer outre mesure des difficultés que présente actuellement la protection des distributions.

Les réseaux électriques étant appelés à prendre de plus en plus d'extension, il est vraisemblable que le public, et notamment les enfants, qui sont les principaux coupables, s'habitueront de plus en plus à la proximité des lignes électriques et qu'ils arriveront d'eux-mêmes à s'y attaquer de moins en moins.

Les réseaux de chemins de fer et les lignes télégraphiques ou téléphoniques, établies dans l'enceinte des voies ferrées, sont laissés, dans maints endroits, à la garde du public et les déprédations qui y sont commises sont, en somme, assez rares. L'habitude du voisinage, corroborée par une répression plus sévère, assurera, sans nul doute, pour les réseaux électriques, une neutralité du public analogue à celle qui existe à l'égard des chemins de fer. On pourrait objecter peut-être que la clôture des chemins de fer est, à ce point de vue, la protection surtout efficace. C'est très discutable, car, sur beaucoup de points, elle ne protège nullement les lignes, notamment quand la voie est en déblai. Tout au plus peut-on dire que la clôture des voies ferrées constitue un obstacle « moral » qui rappelle à chaque instant aux passants l'interdiction de dégrader les installations et les pénalités qui en sont les conséquences. Cette protection morale présente, en effet, une utilité réelle et l'avenir dira si l'on ne devra pas un jour imposer aussi aux compagnies de distribution d'énergie électrique l'obligation de la clôture ; toutes les canalisations électriques suivant un même parcours seraient obligatoirement établies sur une même bande de terrain de largeur suffisante pour éviter les inconvénients du voisinage des lignes et clôturée des deux côtés. Ce terrain serait acquis par l'Etat et ferait partie du domaine public.

La législation électrique, qui a été calquée sur celle des chemins de fer, justifierait, quand les réseaux seront assez développés, une disposition de cette nature. Elle s'accorderait en somme avec les intérêts bien compris de l'Etat pour le jour où il entrera en possession des grands réseaux concédés pour la distribution et la transmission de l'énergie électrique.

Jean de la Ruelle.

Digitized by Google

Législation, jurisprudence, réglementation

Documents de jurisprudence.

ARRÊT DE LA CHAMBRE DES REQUÊTES, 9 JUILLET 1918.

La Cour de Cassation vient de décider que, si la réquisition s'est heurtée à une hausse provenant de manœuvres de spéculation, il rentre dans les pouvoirs souverains du juge de constater les effets sur le prix à déterminer de ladite spéculation (*Gazette des tribunaux*, 31 juillet 1918).

Le juge du fond, après avoir constaté que les cours commerciaux d'une marchandise déterminée ayant subi de brusques variations qui trahissaient, dans les rapports de l'offre et de la demande, les manœuvres de la spéculation et enlevaient toute garantie aux mercuriales, il s'est alors produit une hausse, accrue encore par l'étroitesse du marché qui paralysait, dès ce moment, l'exercice des réquisitions militaires et qui a dépassé toute mesure, peut, à bon droit, se refuser à allouer intégralement au prestataire la valeur des objets réquisitionnés sur lui par l'administration militaire, au jour de la réquisition, telle qu'elle ressortait des prix pratiqués à ce jour.

Cette réquisition n'a pas le caractère d'un achat commercial et l'indemnité corrélative de la valeur réelle des objets doit être calculée en faisant abstraction du gain qu'aurait pu procurer au prestataire la hausse des prix ainsi faussés.

Il rentre dans les pouvoirs souverains des juges du fond de constater les effets de la spéculation ainsi que ceux résultés de l'exercice même des réquisitions militaires.

La réquisition militaire ne constitue pas une opération commerciale et l'indemnité à laquelle a droit le prestataire même commerçant ne lui est allouée, ni en qualité de commerçant, ni dans un but ou pour un emploi commercial et il ne peut, par suite, prétendre pour les intérêts de l'indemnité au taux de 5 pour 100.

Si l'article 27 de la loi du 3 juillet 1877 confère à l'administration militaire la faculté d'opérer, en temps de guerre le paiement de la chose réquisitionnée au moyen de bons du Trésor, portant intérêt à 5 pour 100, il ne s'ensuit pas que les Tribunaux puissent lui imposer un taux d'intérêt supérieur au taux légal, lorsqu'elle ne croit pas devoir user de ce mode spécial de libération.

La procédure organisée par la loi du 3 juillet 1877, revêt un caractère purement amiable jusqu'au jour où, ayant refusé l'offre à lui faite par l'administration militaire, le prestataire saisit les tribunaux de sa demande d'indemnité: c'est donc à partir de cette date que les intérêts doivent courir aux termes du droit commun.

Rejet au rapport de M. le conseiller Michel-Jaffardin et sur les conclusions conformes de M. l'avocat général Matter, du pourvoi formé par M. Mauranges, contre un arrêt de la Cour d'Appel de Montpellier, du 7 juin 1916, rendu au profit du ministre de la Guerre (Me Raynal).

Paul BOUGAULT,
Avocat à la Cour de Lyon.

ERRATA

Dans l'article : « Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées », du comte de Sparre, paru dans les numéros des 9 et 16 novembre 1918, le lecteur est prié de faire faire les corrections suivantes :

Page 688, 2e col., dernière ligne, et page 689, 1re col., première ligne, au lieu de la pression, lire le coup de bélier.

Page 689, 1re col., 5e ligne en remontant, ajouter $\xi =$ avant la différence des fonctions F.

Page 689, 1re col., 4e ligne en remontant, au lieu de $\frac{\theta}{a}$ lire θ.

Page 690, 2e col., 8e ligne, au lieu de $\frac{dx^2}{dt + 2}$, lire $\frac{dx^2}{dt^2}$.

Page 731, dans la légende de la figure 1, au lieu de RR'DD', lire RR'GK ; au lieu de section O, lire section constante S ; au lieu de CO, position de cette face inférieure $t + dt$, lire CD, position de cette face inférieure au temps $t + dt$.

Page 733, 1re col., 1re ligne, au lieu de dernière variation, lire demie variation.

Page 733, 1re col., 5e ligne, au lieu de $\pi H (1 + z)$, lire $- H (1 + Z)$.

Page 733, égalités (24), au lieu de $u = \frac{dx^2}{dt^2} n$, $+ x = y$, lire $u = \frac{dx^2}{dt^2}$, $n + x = y$.

Page 735, 2e col., 23e ligne, au lieu de la formule (26), lire la formule (28').

Page 736, 1re col., 16e ligne, au lieu de entre GK et GD, lire entre GK et CD.

Page 736, 1re col., dernière égalité, au lieu de $\frac{\omega^2}{s^2}$, lire $\frac{\omega^2}{N^2}$.

Page 736, 2e col., 7e ligne, dans l'égalité qui donne u, au lieu de l'exposant $\frac{m}{K}$, lire $\frac{m_1}{K}$; 9e ligne, dans l'expression de C, supprimer le second facteur.

Page 739, 1re col., 15e ligne, dans l'expression de c, au lieu de x_1^2, lire $x_1'^2$.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR :
J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF :
Alfred SOULIER, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

2e ANNÉE. — TOME IV. — N° 26. — 28 DÉCEMBRE 1918.

AVIS TRÈS IMPORTANT. — *Nous informons les abonnés dont l'abonnement, expirant le 31 décembre, n'a pas été renouvelé, que pour éviter le gaspillage d'exemplaires se produisant à chaque renouvellement d'abonnement, nous cesserons de leur envoyer la Revue à partir du 1er janvier.*

Chronique. — Nécrologie : Louis Lombard-Gérin (1848-1918). — Sur la normalisation des roulements à billes. — Bibliographie : La télégraphie en Amérique, par Donald Mc NICOL, p. 985-986.

Section scientifique et technique. — Sur les distributions à intensité constante de M. Boucherot, par Tr. LALESCO, p. 987. — Détermination de la résistance et de l'impédance d'un nombre quelconque de conducteurs associés en parallèle, par P. DE BANCAREL, p. 989. — Sur la théorie du tube Coolidge, par G. JOHANNÈS et F. WOLFERS, p. 991. — Revues, analyses et informations : Les prix de l'Académie des Sciences, p. 994.

Section industrielle. — Etude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice (*suite et fin*), par E. MAYNARD, p. 997. — La production électrochimique industrielle des composés nitrés : acide nitrique et dérivés, cyanamide, azotures (*suite et fin*), par Jean ESCARD, p. 1008. — Revues, analyses et informations : Les éclateurs des parafoudres ; leur rôle dans la protection contre les tensions à front d'onde raide, ou tensions de choc, p. 1012, Usine hydro-électrique automatique, p. 1018; Le laboratoire industriel, p. 1019.

Section économique et financière. — Les débouchés de l'industrie électrotechnique en Belgique, par J.-L. FIÉVEZ, p. 1021. — Assemblées générales : Compagnie française des Câbles télégraphiques, p. 1025; Eaux et Electricité de l'Indo-Chine, p. 1026.

Section de Législation. — Notes sur l'application pratique de la loi du 15 juin 1906 et des règlements annexes (*suite*); par A. MONMERQUÉ, p. 1027. — Législation, jurisprudence, réglementation : Documents de jurisprudence, p. 1030; Arrêté instituant auprès du Conservatoire des Arts et Métiers des conseillers techniques du Musée national de cet établissement, p. 1030.

Errata, p. 1031.

Nécrologie : Louis Lombard-Gérin (1848-1918). — Parmi les entrepreneurs de la première heure des grandes installations électriques, Lombard-Gérin, qui vient de s'éteindre à Lyon, occupa une situation importante que nous allons essayer de retracer.

Sorti en 1870 de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, Lombard-Gérin prend à Lyon, sa ville natale, un cabinet d'ingénieur civil d'où il dirige la construction de différentes usines de la région ; rapidement il arriva ainsi à acquérir une vraie notoriété, notamment pour les usines de tissage de soieries.

Juge au Tribunal de commerce de 1879 à 1883, tout en s'occupant activement de construction d'usines, il s'orienta dans les deux branches qui devaient remplir la plus grande part de sa carrière : entreprises d'électricité et navigation fluviale. Si nous le suivons dans le domaine des applications de l'électricité, nous voyons qu'il est des premiers parmi ceux qui, ayant compris l'avenir de l'industrie électrique, ont contribué à la création et au développement de ses différentes branches.

C'est exactement à l'année 1877 que remontent ses premiers pas dans cette voie. Ses relations d'alors avec l'inventeur de la bougie Jablochkopff devaient aboutir, quelques années plus tard, à l'éclairage par ce procédé du théâtre Bellecour et du grand bazar de Lyon. En 1886, il crée une société pour les applications industrielles de l'électricité et devient concessionnaire pour la France des brevets Zipernovskideri-Blathy (alternateur haute tension et transformateur). C'est à lui, ainsi que le mentionne notamment Hospitalier dans le numéro de « La Nature » du 23 février 1889, qu'est due la première réalisation en France du transport d'énergie électrique à distance par courant alternatif (éclairage des villes de Dieulefit et Valréas).

Cette installation, terminée en 1888 et existant encore à l'heure actuelle, comporte un transport d'énergie à 14 km. L'usine génératrice de Béconne est actionnée par une force motrice hydraulique empruntée au Lez. L'installation primitive comportait 2 alternateurs de 24 kv-a (2000 v, 12 a). La tension était abaissée, à l'arrivée, de 1750 v, à 95 v au moyen de transformateurs Zipernovski.

Peu après la démonstration de Dieulefit-Valréas, il réalisa dans la ville de Grenoble une distribution par

Digitized by Google

courant alternatif alimentée par la station hydraulique du canal Fontenay.

A la même époque, il aborde et exécute, aux papeteries Blanchet frères et Kléber, à Rives (Isère), le difficile problème de l'accouplement de deux chutes distantes de 800 m, au moyen de courant continu 500 v, pour l'alimentation par moteurs séparés des diverses usines des papeteries.

Ces applications ont marqué le début de l'emploi pratique de la houille blanche dans la région dauphinoise.

Les années qui suivirent furent marquées par toute une série d'entreprises analogues, entre autres :

1887, éclairage de la ville de Monaco (Compagnie Monégasque d'Electricité) ; création à Lyon d'« îlots électriques » mettant le courant à la disposition des habitants des quartiers privés de distribution d'électricité ; 1892, installation de la gare d'Orléans à Paris ; 1892-1894-1899, stations à courant alternatif des villes de Clermont-Ferrand, de Biarritz et de Montauban ; 1895, station du secteur de la rive gauche à Paris ; 1896-1897-1898, éclairage des villes de Moret et d'Amplepuis par stations à gaz pauvre ; 1897-1898-1899, tramways de Pierrefitte-Cauterets et usine hydro-électrique de Villelongue.

En 1900, il conçoit un nouveau système de traction électrique sur route par trolley automoteur supprimant le rail, dont une application fonctionnait il y a peu de mois encore à Fontainebleau ; une ligne de démonstration fut établie à l'Exposition de 1900 à Vincennes. C'est à cette occasion qu'il est nommé chevalier de la Légion d'honneur.

En 1905, il commence les études qui ont abouti à l'utilisation du lac d'Aiguebelette comme source et réservoir d'énergie électrique par la Société hydro-électrique de la Bridoire (Savoie) ; l'usine, actuellement en plein fonctionnement, fait partie du réseau d'usines et de lignes qui alimentent la région lyonnaise.

Mais là ne se bornait pas l'activité de Lombard-Gérin. C'est ainsi que, dès 1884, il fonda, avec quelques personnalités lyonnaises, une Société d'études dont le programme était de rechercher un nouveau système de remorquage sur le Rhône, les systèmes anciens ne pouvant plus se concilier, d'une part, avec les travaux d'aménagement du Rhône et, d'auire part, avec les conditions économiques nouvelles résultant de l'augmentation du trafic fluvial.

Tout récemment encore, et sans que des solutions définitives soient intervenues, des problèmes analogues lui furent posés concernant le Yang-Tse ou fleuve Bleu, en Chine, et l'Oued Sebou, au Maroc.

Telle est en quelques lignes l'histoire d'un des pionniers de l'industrie électrique qui fut parfois un peu audacieux sans que la fortune ait pu toutefois récompenser ses justes efforts, mais qui n'en emporte pas moins l'estime générale de ses compatriotes.

Sur la normalisation des roulements à billes. — Au moment où l'affreux cauchemar que nous vivons depuis plus de 4 ans se termine en apothéose, où toutes nos énergies doivent rester tendues vers le développement de notre puissance industrielle et économique, il est de notre devoir à tous d'insister sur les perfectionnements incessants de tous les détails même minuscules et dont l'ensemble peut constituer une amélioration importante.

On emploie de plus en plus dans la construction mécanique, et avec justes raisons, les roulements à billes. De très nombreux industriels se sont outillés pour les construire et mettent sur le marché d'excellents organes dont ils prônent à qui mieux mieux les mérites, les qualités et les avantages sur leurs concurrents ; or, que ces roulements soient rigides, à rotule simple, à rotule sur billes, etc., ils n'en possèdent pas moins 3 dimensions essentielles : le diamètre extérieur, le diamètre intérieur et l'épaisseur qui sont leurs caractéristiques. Or, pourquoi les fabricants de roulements poussés par les syndicats de constructeurs mécaniciens et électriciens ne détermineraient-ils pas des séries identiques où ces 3 dimensions et leurs tolérances seraient exactement fixées ? Il en résulterait une interchangeabilité et une simplification considérables dans la construction des machines utilisant ces roulements, c'est-à-dire, à l'heure actuelle, de presque la généralité des appareils mécaniques. — L. Conge.

Bibliographie. — La télégraphie en Amérique, par Donald Mc Nicol, traduit de l'anglais par E. Picault et G. Viard, ingénieurs des Postes et des Télégraphes (1). — Cet ouvrage est un exposé détaillé des divers systèmes télégraphiques en service en Amérique. Ces systèmes diffèrent sensiblement de ceux utilisés en France ; on emploie beaucoup en Amérique l'appareil Morse qu'on préfère aux appareils rapides modernes à cause de sa robustesse et de sa simplicité. La transmission Morse, lorsque les intensités de travail sont suffisantes, est peu influencée par les lignes à courants forts et la traction par courants alternatifs, cet avantage est considérable dans un pays où les installations électriques sont très développées. L'exploitation des fils se fait en duplex ou en quadruplex. La télégraphie et la téléphonie simultanées sont pratiquées sur une grande échelle. L'auteur décrit les plus récentes installations des grandes compagnies américaines de télégraphie et de chemins de fer.

Dans tout son ouvrage, M. Donald Mc Nicol ne donne que les développements algébriques élémentaires nécessaires à la clarté du sujet.

(1) Un volume 25 cm × 16 cm, de VI + 278 pages, 263 figures, édité par la librairie Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins, Paris (6e), prix : 11 francs.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Sur les distributions à intensité constante de M. Boucherot

Dans la note qui suit, l'auteur donne une solution très simple et très élégante du problème de M. Boucherot qui consiste à transformer une distribution à courant alternatif à potentiel constant en une distribution à intensité constante.

1. — M. Boucherot a montré comment la propriété remarquable des capacités d'avoir leur résistance électrique de signe contraire à celle des self-inductions pouvait être utilisée pour transformer une distribution à potentiel constant en une autre à intensité constante.

Un de ces systèmes consiste simplement en un pont de Wheatstone composé de deux capacités et deux self-inductions, formant branches opposées. Si les résistances des quatre branches sont égales en valeur absolue, une alimentation à potentiel constant sur une diagonale fournira sur l'autre une distribution à intensité constante, quelle que soit la résistance de cette dernière diagonale.

Le système de M. Boucherot présente une servitude dont on peut s'affranchir : il n'est pas nécessaire que *toutes les quatre* résistances des branches soient égales entre elles en valeur absolue. Il est aisé d'établir que si un pont de Wheatstone a seulement *deux* de ses branches *à résistances égales et de signe contraire*, il peut servir à la transformation de M. Boucherot.

Cette propriété pourrait être utilisée dans l'emploi du pont de Wheatstone pour la mesure des self-inductions à l'aide des capacités ou inversement.

Je me propose d'établir ce point et de montrer à cette occasion comment on peut étudier, d'une façon générale, la variation de l'intensité de la distribution sur le réseau, lorsque la condition de résonance n'est pas remplie.

2. — Prenons un pont de Wheatstone ABCD (fig. 1) et soit U la différence de potentiel entre les bornes A et B d'alimentation.

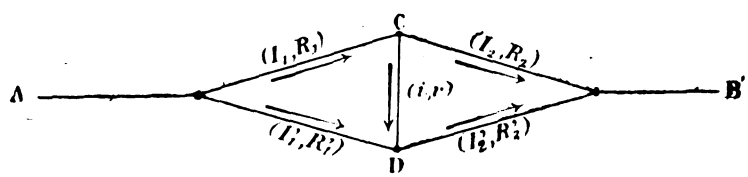


Fig. 1.

Soient (I_1R_1), (I_2R_2), (I_1',R_1') et (I_2',R_2') les intensités et les résistances des branches AC, CB, AD et DB respectivement; soient enfin i et r l'intensité et la résistance (aussi complexe en général) de la ligne réceptrice CD.

On a immédiatement les équations

$$R_1I_1 + R_2I_2 = U.$$

$$I_1 - I_2 = i.$$

$$R'_1I'_1 + R'_2I'_2 = U.$$

$$I'_2 - I'_1 = i.$$

$$R'_1I'_1 - R_1I_1 = ir.$$

En éliminant I_1, I_2, I'_1 et I'_2 entre ces cinq équations, on obtient la relation

$$\begin{vmatrix} R_1 & R_2 & 0 & 0 & U \\ 1 & -1 & 0 & 0 & i \\ 0 & 0 & R'_1 & R'_2 & U \\ 0 & 0 & -1 & 1 & i \\ -R_1 & 0 & R'_1 & 0 & ir \end{vmatrix} = 0.$$

C'est une équation de la forme

$$Ai + Bir = M$$

d'où

$$i = \frac{M}{A + Br}.$$

En développant le déterminant on trouve

$$i = \frac{(R_2R'_1 - R_1R'_2)\,U}{R_1R_2(R'_1+R'_2)+R'_1R'_2(R_1+R_2)+r(R_1+R_2(R'_1+R'_2)}.$$

Digitized by Google

Pour que i soit indépendant de r, il faut et il suffit que $B = 0$. Or, le coefficient B est évidemment égal à

$$\begin{vmatrix} R_1 & R_2 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & R'_1 & R'_2 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \end{vmatrix} = (R_1 + R_2)(R'_1 + R'_2).$$

L'une seule des deux conditions

$$R_1 + R_2 = 0,$$
$$R'_1 + R'_2 = 0,$$

est donc suffisante, ce qui démontre notre proposition.

3. Lorsque $B \neq 0$, i est donné par la formule (1), c'est à-dire est de la forme

$$i = \frac{M}{x - a},$$

en tant que fonction de la résistance x. Si cette résistance est réelle (ou bien si sa partie imaginaire pure est fixe), on peut se proposer d'étudier graphiquement la variation de i lorsque x varie de 0 à ∞. Cette étude revient évidemment, en prenant comme module d'échelle celui de M, à celle de

$$\frac{1}{|x - a|}.$$

Soit A le point représentatif de la quantité complexe a et $OP = x$. On a

$$|x - a| = AP.$$

Pour avoir la représentation graphique de $\frac{1}{AP}$, il suffit de prendre $AQ = \frac{1}{AP}$. Le lieu géométrique de Q, lorsque P parcourt l'axe Ox, est un cercle passant par A et ayant son centre sur l'ordonnée AB de A. Pour la commodité de la représentation, on peut prendre même

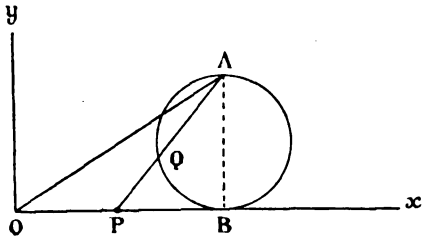


Fig. 2.

le cercle de diamètre AB, en changeant d'échelle (fig. 2) (1).

(1) En réalité, le cercle AB est à gauche de Oy, car il est facile de voir que OB est toujours négatif, à cause de la propriété des résistances ohmiques d'être toujours positives. Il résulte que le phénomène de décroissance de l'intensité avec la résistance, a lieu dans le cas général.

Dans certains cas particuliers, il peut arriver que le point A se trouve sur l'axe Oy; dans ces cas, B coïncide avec O, donc l'intensité diminuera constamment lorsque la résistance croîtra et sa valeur optimum sera réalisée lorsque la condition de résonance se trouvera remplie.

Prenons par exemple l'autre système proposé par

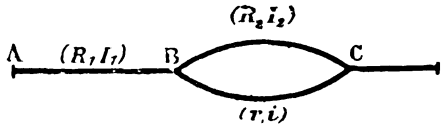


Fig. 3.

M. Boucherot (fig. 3). Avec des notations analogues, on a

$$R_1 I_1 + R_2 I_2 = U,$$
$$I_1 - I_2 = i,$$
$$R_2 I_2 = r i,$$

d'où, en éliminant I_1 et I_2, on obtient

$$i = \frac{R_2 U}{R_1 R_2 + (R_1 + R_2) r}.$$

Dans ce cas, on a

$$-a = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

Supposons maintenant, avec M. Boucherot, que R_1 soit une capacité pure et R_2 une self-induction. Posons donc

$$R_1 = -\frac{j}{C\omega}, \qquad R_2 = jL\omega.$$

On a

$$a = \frac{\frac{L}{C}}{j\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)} = jk.$$

C'est donc une quantité imaginaire pure et nous tombons sur le cas particulier signalé plus haut.

De même, dans le premier système, on a

$$-a = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R'_1 R'_2}{R'_1 + R'_2},$$

et l'on en déduit que, dans le cas particulier envisagé par M. Boucherot, on se trouve aussi dans les conditions précédentes.

Tr. LALESCO,
Professeur à l'Université de Bucarest.

Digitized by Google

Détermination de la résistance et de l'impédance d'un nombre quelconque de conducteurs associés en parallèle

Dans cette note, l'auteur donne un procédé graphique permettant la détermination rapide de ces grandeurs; ce procédé est basé sur le même principe que celui indiqué récemment dans ces colonnes par M. Haudié (1).

M. Haudié a donné récemment une méthode permettant d'obtenir directement la résistance réduite d'un nombre quelconque de conducteurs associés en parallèle.

On peut éviter l'emploi du rapporteur, auquel conduit l'application de cette méthode, en utilisant le procédé ci-après fondé sur le même principe auquel a recours M. Haudié : la représentation des résistances par des tangentes trigonométriques.

Soient $r_1, r_2, \ldots r_n$ un certain nombre de résistances en parallèle et r la résistance réduite de l'ensemble.

Si nous prenons des angles $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$ et β, tels que leurs tangentes soient représentées numériquement par $r_1, r_2, \ldots r_n$ et r, c'est-à-dire tels que

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = r_1 \quad \operatorname{tg}\alpha_2 = r_2, \quad \ldots \quad \operatorname{tg}\alpha_n = r_n \quad \text{et} \quad \operatorname{tg}\beta = r,$$

on aura, d'après la règle des résistances en parallèle,

$$\operatorname{cotg}\beta = \operatorname{cotg}\alpha_1 + \operatorname{cotg}\alpha_2 + \ldots + \operatorname{cotg}\alpha_n.$$

Si donc nous traçons le premier quadrant du cercle trigonométrique et les axes AT des tangentes et BC

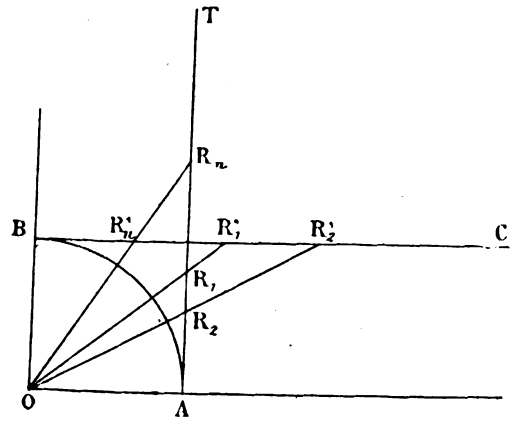


Fig. 1.

des cotangentes, et si nous portons sur AT, en AR_1, $AR_2, \ldots AR_n$ les valeurs $r_1, r_2, \ldots r_n$ des résistances, les intersections $R'_1, R'_2, \ldots R'_n$ des droites OR_1, $OR_2, \ldots OR_n$ avec BC donnent : $BR'_1 = \operatorname{cotg}\alpha_1$, $BR'_2 = \operatorname{cotg}\alpha_2$, $BR'_n = \operatorname{cotg}\alpha_n$.

On aura donc

$$\operatorname{cotg}\beta = BR'_1 + BR'_2 + \ldots + BR'_n,$$

c'est-à-dire que $\frac{1}{r}$ est donné simplement par une addition arithmétiq e de vecteurs.

Pour appliquer cette méthode, il est inutile de représenter le quart de cercle AB. Il suffit de tracer sur une feuille de papier millimétré deux droites AT et BC se coupant à angle droit et graduées comme l'indique la figure 2. On porte sur AT, à partir de A, les valeurs

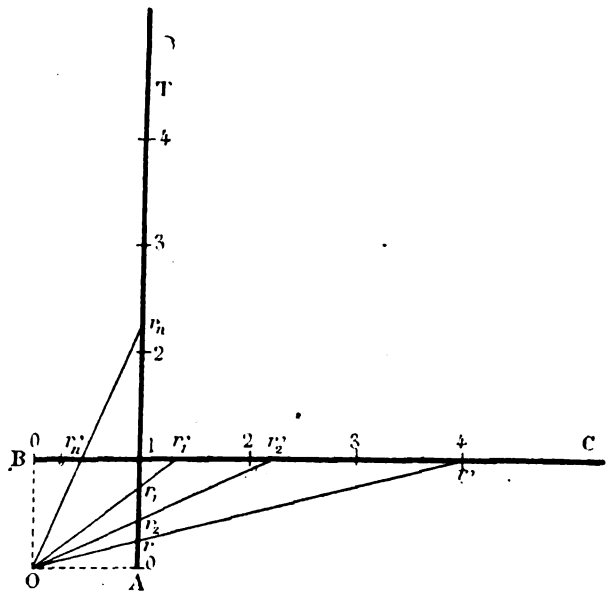


Fig. 2.

$r_1, r_2, \ldots r_n$; on lit sur BC, à partir de B, les valeurs $r'_1, r'_2, \ldots r'_n$ (que l'on peut d'ailleurs obtenir sans tracer les droites Or_1, $Or_2, \ldots Or_n$, en faisant simplement passer une règle par les points O et r_1, O et $r_2, \ldots$ O et r_n) et on fait la somme $r'_1 + r'_2 + \ldots + r'_n = r'$. L'inverse de la valeur ainsi obtenue donne r. D'ailleurs r peut être obtenue graphiquement en prenant l'intersection de Or' avec AT ($Br' = Br'_1 + Br'_2 + \ldots + Br'_n$) ; mais il sera souvent plus simple de déterminer r par une simple opération à la règle à calcul, afin, dans le cas d'un grand

(1) Voir *R. G. E.*, 31 août 1918, t. III, p. 297.

Digitized by Google

nombre de résistances, de ne pas sortir des limites de l'épure. Il sera toujours possible de se tenir dans les régions de l'épure les plus commodes à la lecture en utilisant la remarque faite par M. Haudié à la fin de sa note rappelée ci-dessus, c'est-à-dire en multipliant les diverses résistances par un nombre m convenablement choisi et en divisant ensuite le résultat par m.

On peut déterminer de façon identique la capacité équivalente à celle de plusieurs condensateurs mis en série.

Cette méthode peut être appliquée à la recherche de l'impédance équivalente de plusieurs conducteurs pourvus de résistance et de réactance, groupés en parallèle.

On sait que, si plusieurs conducteurs en parallèle ont respectivement pour résistance $r_1, r_2, \dots r_n$ et pour réactance $s_1, s_2, \dots s_n$, la résistance r et la réactance s de l'impédance équivalente sont données par les formules

$$r = \frac{\sum_1^n \frac{r_i}{r_i^2 + s_i^2}}{\left[\sum_1^n \frac{r_i}{r_i^2 + s_i^2}\right]^2 + \left[\sum_1^n \frac{s_i}{r_i^2 + s_i^2}\right]^2}. \qquad (1)$$

$$s = \frac{\sum_1^n \frac{s_i}{r_i^2 + s_i^2}}{\left[\sum_1^n \frac{r_i}{r_i^2 + s_i^2}\right]^2 + \left[\sum_1^n \frac{s_i}{r_i^2 + s_i^2}\right]^2}. \qquad (2)$$

Les calculs de r et de s sont longs et fastidieux dès que le nombre des conducteurs est un peu élevé. On peut éviter ces calculs par les constructions suivantes.

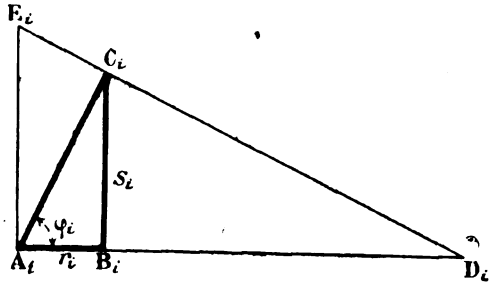


Fig. 3.

Traçons, pour chaque conducteur (fig. 3), les triangles rectangles $A_i B_i C_i$ tels que : $A_i B_i = r_i$ et $B_i C_i = s_i$.

Les formules (1) et (2) peuvent s'écrire

$$r = \frac{\sum_1^n \frac{\cos \varphi_i}{A_i C_i}}{\left[\sum_1^n \frac{\cos \varphi_i}{A_i C_i}\right]^2 + \left[\sum_1^n \frac{\sin \varphi_i}{A_i C_i}\right]^2},$$

$$s = \frac{\sum_1^n \frac{\sin \varphi_i}{A_i C_i}}{\left[\sum_1^n \frac{\cos \varphi_i}{A_i C_i}\right]^2 + \left[\sum_1^n \frac{\sin \varphi_i}{A_i C_i}\right]^2}.$$

En menant par C_i la perpendiculaire $E_i D_i$ à $A_i C_i$, on a

$$A_i D_i = \frac{\cos \varphi_i}{A_i C_i} \quad \text{et} \quad A_i E_i = \frac{A_i C_i}{\sin \varphi_i}.$$

Donc

$$r = \frac{\sum_1^n \frac{1}{A_i D_i}}{\left[\sum_1^n \frac{1}{A_i D_i}\right]^2 + \left[\sum_1^n \frac{1}{A_i E_i}\right]^2}. \qquad (3)$$

$$s = \frac{\sum_1^n \frac{1}{A_i E_i}}{\left[\sum_1^n \frac{1}{A_i D_i}\right]^2 + \left[\sum_1^n \frac{1}{A_i E_i}\right]^2}. \qquad (4)$$

On est ainsi ramené à calculer des sommes de quantités de la forme $\frac{1}{a}$ et on peut appliquer la méthode exposée dans la première partie de la présente note.

En posant $A_i D_i = \operatorname{tg} \rho_i$ et $A_i E_i = \operatorname{tg} \sigma_i$, on déterminera, par cette méthode, $\operatorname{cotg} \rho = \sum_1^n \operatorname{cotg} \rho_i$ et $\operatorname{cotg} \sigma = \sum_1^n \operatorname{cotg} \sigma_i$, et les quantités r et s se présenteront sous les formes simples : $r = \frac{\operatorname{cotg} \rho}{\operatorname{cotg}^2 \rho + \operatorname{cotg}^2 \sigma}$ et $s = \frac{\operatorname{cotg} \sigma}{\operatorname{cotg}^2 \rho + \operatorname{cotg}^2 \sigma}$, dont le calcul se fera rapidement.

P. DE BANCAREL,
Licencié ès Sciences, Ingénieur E. S. E.

Digitized by Google

Sur la théorie du tube Coolidge

Dans cet article, les auteurs soumettent à un examen critique les idées admises dans un article de M. Dauvillier précédemment paru dans ces colonnes.

Dans un précédent numéro de la « Revue générale de l'Electricité », M. A. Dauvillier a fait paraître (1) un article sur la théorie du tube Coolidge à radiateur, dans le but de préciser un article antérieur de M. H. Pilon (2).

Nous croyons utile de revenir une fois de plus sur cette question afin de la remettre au point. En effet, si l'on en jugeait par l'article en question, beaucoup d'idées inexactes semblent répandues parmi les praticiens. Nous suivrons le plan même de l'exposé de M. Dauvillier.

Source de rayonnement. — Dans le tube Coolidge à anticathode de tungstène, l'émission des rayons X a lieu non seulement au point d'impact, mais encore par toute la surface de l'anticathode. M. Dauvillier croit voir dans cette particularité la raison principale de la création du tube à radiateur.

En effet, nous lisons dans son article :

« On sait en effet que le principal défaut du tube Coolidge usuel réside en ce que la surface entière de l'anticathode de tungstène et une partie de la tige de molybdène qui la supporte sont une source notable de rayonnement. »

Nous avons fait à ce sujet de nombreuses expériences dans notre laboratoire qui possède l'outillage nécessaire et le personnel compétent. Ces recherches n'ont pu que confirmer les résultats obtenus depuis longtemps. Aussi, sans nous attarder à exprimer notre opinion personnelle, nous exposerons simplement celle de Coolidge (3), qui a signalé l'existence de cette émission parasite, qui l'a étudiée, et qui a montré par des essais concluants qu'elle pourrait être négligée dans la pratique.

Tout d'abord cette émission parasite est très faible en comparaison de celle du point d'impact dont elle est environ le 1/9 (et non pas le 1/4) ; mais pour être absolument sûr de son peu d'action, Coolidge a réalisé des expériences pratiques de la façon suivante. Nous traduisons textuellement :

« Nous avons choisi deux tubes, ayant des points d'impact identiques l'un avec l'autre, sans diaphragme (4).

» Aucune différence entre les plaques faites avec l'un et l'autre tube n'a pu être établie avec quelque certitude. Le moindre défaut d'immobilisation de la partie à radiographier était suffisant pour favoriser l'une ou l'autre plaque. Il fut décidé finalement que, s'il devait y avoir une différence, il serait plus facile de la montrer en radiographiant un crâne décharné. Cette épreuve semblait devoir fournir un cliché plus fouillé qu'avec un sujet vivant, pour la raison qu'un crâne sec devait donner une moindre quantité de rayons secondaires et que, par conséquent, on devait se trouver en présence d'un cliché permettant à l'observateur de déterminer les différences imputables à l'un ou l'autre tube. Dans ce même but, nous avons choisi des points d'impact très fins.

» La question la plus importante fut de maintenir rigoureusement sous la même différence de potentiel chacun des deux tubes. On a pu y arriver en réglant le primaire du transformateur de haute tension à l'aide d'un auto-transformateur et en mettant un stabilisateur dans le circuit du filament.

» La différence entre les deux plaques fut si faible qu'elle échappa à un premier examen ; elle aurait disparu tout à fait par le tirage sur papier. Les deux plaques furent soumises à un certain nombre de radiologues éminents ; certains choisirent la bonne, d'autres la mauvaise, comme ayant été impressionnée par le tube à diaphragme intérieur. »

L'émission par la surface de l'anticathode ne peut donc produire aucun flou appréciable sur les clichés : les rayonnements secondaires produits par le corps irradié et les objets environnants interviendraient en première ligne si l'on augmentait le temps de pose au delà de toute limite raisonnable, et l'effet parasite qui nous occupe serait masqué. Il est inexact d'affirmer qu'il constitue « le principal défaut du tube Coolidge usuel », et le « voile » dont parle M. Dauvillier peut être dû à de multiples causes tout autres, que les praticiens connaissent bien. Nous avons d'ailleurs en mains des radiographies, dons de radiologues éminents, qui nous ont été envoyées précisément pour nous permettre d'apprécier nous-mêmes la finesse de l'image obtenue avec un tube Coolidge « standar ».

Le phénomène que nous venons d'étudier se trouve être éliminé dans le tube à radiateur ; mais c'est là un fait accessoire sans importance pratique. Ce tube a été construit dans un tout autre but : il possède surtout l'avantage que l'anticathode ne rougit pas sous le régime pour lequel le tube est établi. Par suite, le courant est automatiquement redressé, à peu près comme dans un kénotron, et le tube fonctionne sur le courant alternatif de haute tension sans aucun dispositif redresseur spécial.

(1) *R. G. E.*, 28 septembre 1918, t. IV, p. 443-446.
(2) *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 99-102.
(3) Coolidge et Moore. *General Electric Review*, avril 1917, p. 272. Rayons X émis par d'autres sources que le point d'impact, dans les tubes à décharge électronique pure.
(4) Ce diaphragme était une lame opaque aux rayons X, percée d'un trou en face du point d'impact, et placée dans le tube au voisinage de l'anticathode. Tous les rayons parasites, et ceux-là seulement, étaient ainsi arrêtés.

Digitized by Google

Pression résiduelle. — Dans les gaz ultra-raréfiés, il est absolument impossible de se faire une idée de la pression d'après l'observation des lueurs qui peuvent se produire dans le tube. Ces lueurs dépendent de la forme et des dimensions des électrodes et du ballon, de la nature du courant, etc... On peut ne pas avoir de lueurs, même pour des vides très médiocres ; il peut se faire aussi que l'on ait des lueurs pour un sens du courant et non pour l'autre.

L'ancien et le nouveau modèle de tube Coolidge sont vidés par les mêmes procédés ; à froid, la pression y est de l'ordre de 10^{-6} mm de mercure Elle a été estimée à 10^{-4} mm de mercure, ce chiffre est certainement trop grand, car s'il en était ainsi, il y aurait une ionisation encore très appréciable dans le tube, et M. Dauvillier dit lui-même n'en avoir pas observé. Cette pression est d'ailleurs directement mesurable — avec peu de précision sans doute — grâce à certains dispositifs très délicats. Citons, par exemple, le manomètre absolu de Knudsen (1) qui utilise les forces radiométriques et qui permet d'apprécier des pressions de l'ordre de 10^{-8} mm de mercure.

Caractères. — Lorsqu'un tube Coolidge du nouveau modèle est mis en marche, on constate que, dans certains cas, l'intensité du courant qui le traverse va en décroissant de plus en plus. Ce phénomène est bien connu ; il a été découvert par Coolidge et décrit dans la « General Electric Review » (janvier 1918, t. XXI, n° 1, p. 58).

De nouvelles expériences à ce sujet présenteraient un grand intérêt, à condition d'être effectuées avec la plus grande minutie et à l'aide d'instruments précis. La méthode décrite dans l'article que nous analysons et destinée à rendre constant le courant dans le filament, est manifestement insuffisante, et nous ne croyons pas qu'on puisse en tirer des conclusions utiles. Si ce courant n'est pas rigoureusement constant, l'émission des électrons par le filament, qui dépend dans des proportions énormes de la température, sera très variable comme nous allons le voir.

Dans la formule qui relie les deux grandeurs, la température figure par sa racine carrée multipliée par une exponentielle. Si i_0 représente l'intensité maximum du courant électronique, T la température absolue, a et b deux constantes, l'on a, d'après Richardson,

$$i_0 = a\sqrt{T}.e^{-\frac{b}{T}}.$$

Par un calcul élémentaire l'on en déduit la variation relative de l'intensité $\left(\frac{\Delta i}{i}\right)$ pour une variation (ΔT) de la température :

$$\frac{\Delta i_0}{i_0} = \frac{1}{2T^2}(2b + T)\,\Delta T.$$

(1) Voir par exemple : S.-W. Woodrow. Expériences sur la production et la mesure de vides élevés, *Physical Review*, t. IV, n° 6.

Pour le tungstène placé dans un vide extrême, on a trouvé les valeurs suivantes pour les constantes, i étant exprimé en milliampères et rapporté au centimètre carré,

$$a = 23{,}6.10^3 \qquad b = 52{,}5.10^3.$$

Il résulte de ces données, qu'à 2500° absolus par exemple, si T varie de 2,5°, soit de 1/1000° de sa valeur, i_0 variera de 2 pour 100. L'émission augmenterait de plus de 80 milliampères pour un courant initial de 880 milliampères et une variation de la température du filament de 10°. Nous donnons d'ailleurs ci-dessous un tableau, calculé d'après la formule de Richardson et qui donne l'intensité maximum, par centimètre carré de surface du filament, pour des températures absolues T de ce filament.

$T = (t°C + 273)$	i_{max}/cm^2
2 000	4,2
2 100	15,1
2 200	48,3
2 300	137,7
2 400	364,8
2 500	891,0
2 600	2 044,0

Il résulte de tout cela qu'il est tout à fait insuffisant de se fier, sans le contrôle d'un appareil de mesure sensible et précis, à la constance de la force électromotrice d'une batterie d'accumulateurs.

Effet négatif de l'onde inverse. — L'auteur, rappelant, peut-être un peu succinctement, un procédé de mesure décrit par Coolidge, utilise comme redresseur un tube Coolidge à la place d'un kénotron. Alors que, dans ce dernier appareil, la chute de potentiel interne peut n'être que 300 à 500 v, elle est de plusieurs milliers de volts au minimum dans un tube Coolidge, par suite de la forme et de la distance des électrodes.

Le premier appareil ne donne qu'une chute de tension négligeable devant les 50 000 à 60 000 v appliqués au tube, tandis que le tube Coolidge employé comme redresseur donne une chute de tension importante, dont il faut tenir compte.

Aucun détail n'est donné à ce sujet ; et s'il a été négligé, la valeur des mesures faites par ce procédé est très douteuse.

Enfin, M. Dauvillier dit dans ce paragraphe que l'ionisation est insignifiante. Mais, à vrai dire, pendant le fonctionnement du tube, le gaz doit être presque complètement ionisé : c'est la rareté des molécules qui entraîne la rareté des ions et les très faibles effets constatés.

Théorie. — L'accroissement de résistance est bien dû à la présence de l'oxygène, comme le dit Langmuir (*loc. cit.*). Mais nous ne croyons pas que son mode d'action puisse être celui qui est décrit.

M. Dauvillier suppose que l'oxygène dégagé par l'anticathode au point d'impact, sous l'action du faisceau d'électrons incidents, irait se fixer sur le filament de

Digitized by Google

tungstène. La couche d'oxyde ainsi formée arrêterait plus ou moins l'émission, ce qui rendrait compte du phénomène étudié. Mais :

1° Les molécules d'oxygène, dans les conditions où elles sont émises, devront être presque toutes ionisées; les ions positifs, qui comprennent presque toute la masse de l'atome d'oxygène, iront bombarder la cathode, constituant un véritable afflux cathodique. Il en résulterait une altération très rapide du filament [1], visible au microscope, et le tube serait bientôt hors d'usage. Or l'expérience n'a jamais rien montré de tel au bout du temps que dure habituellement un tube. Donc le dégagement d'oxygène est sûrement très possible.

2° Il est très peu vraisemblable, en admettant qu'une pellicule d'oxyde puisse se former sur le tungstène à une pression aussi faible et une température aussi élevée, que cette couche d'oxyde joue le rôle admis par l'auteur, à savoir que — par suite de la formation d'une couche double — une pellicule monomoléculaire arrêterait l'émission des électrons par le filament. Au contraire, dans beaucoup d'expériences faites avec un filament couvert d'une couche d'un oxyde, on a trouvé que celui-ci *favorisait* énormément l'émission; il semble peu probable que l'oxyde de tungstène produise l'effet inverse. D'ailleurs, on n'en trouve jamais de trace *visible* sur le filament des tubes Coolidge.

Si nous admettons, malgré cela, l'existence d'une couche d'oxyde sur le filament, il y a lieu d'observer :

a) Que l'expérience suppose une intensité de courant constante dans le filament, afin que la température reste elle-même rigoureusement constante. Or, s'il se forme une couche d'oxyde, il faut supposer que le rayonnement de l'oxyde suit la même loi que celui du métal, car, sinon, il en résulterait une différence de température et une grande variation dans l'émission, bien que le courant de chauffage soit resté constant.

b) Que le nombre de molécules d'oxygène présentes dans le ballon à froid n'a aucune importance; les molécules d'oxygène destinées à réagir étant supposées abondamment fournies par les dégagements du point d'impact, et cela d'après l'auteur lui-même, le calcul relatif aux conditions à froid est inutile.

Dans ce calcul, il n'est tenu aucun compte de l'agitation thermique des molécules du filament qui est pourtant à plus de 2000°; on ne saurait cependant considérer la surface de ce filament comme une mosaïque de molécules juxtaposées.

Il est d'ailleurs inexact de baser un calcul sur le nombre de molécules présentes, et de conclure qu'une couche uniforme d'oxyde se formera s'il y a un nombre suffisant de molécules d'oxygène. L'équilibre qui s'établira entre la tension de dissociation de l'oxyde à la température du filament, et la pression régnante dans le ballon, peut seul régir le phénomène.

De plus, si l'on admettait que les gaz présents, à froid, sont la cause de l'augmentation de résistance de l'ampoule, on voit facilement qu'il suffirait de diminuer le volume de cette dernière pour faire cesser toute action; or nous verrons plus loin que l'hypothèse contraire, autrement plausible, résulterait d'un autre point de la théorie proposée.

3° L'action attribuée à l'oxydation n'est elle-même pas bien déterminée, puisque l'auteur dit lui-même tantôt qu'il se forme une couche « *ralentissant* l'émission électronique », et tantôt qu'il y a dans le ballon assez d'oxygène « pour *arrêter complètement* l'émission électronique ».

La théorie de M. Dauvillier est basée sur l'application des lois de l'équilibre chimique aux réactions de l'oxygène sur le tungstène et sur le cuivre. L'extrapolation aux vides extrêmes des lois de Le Chatelier-Vant'hoff paraît très osée, surtout si l'on se rappelle qu'il s'agit d'un gaz fortement ionisé et placé dans un champ électrique particulièrement intense.

Admettons pourtant, pour un instant, la validité de ces lois. Il est intéressant d'observer quel serait alors le rôle du volume de l'ampoule. Il est clair que, pour une émission gazeuse donnée, la variation de pression qui en résulte est inversement proportionnelle au volume du ballon; et comme les réactions supposées sont régies par cette pression, elles se feront plus ou moins complètement suivant que le volume sera plus ou moins petit. Il en résulte les conséquences suivantes :

1° Soit un tube de petit volume : l'oxygène émis faisant croître très vite la pression, l'oxydation du filament sera plus rapide et le phénomène de durcissement spontané que nous étudions sera accéléré d'autant plus que le tube sera plus petit.

2° Soit, au contraire, un tube de volume assez grand pour que les variations dues aux émissions gazeuses y soient faibles : le dégagement d'oxygène au point d'impact ne suffisant pas à élever notablement la pression, l'état du système restera invariable et le phénomène ne se produira plus.

Il serait intéressant de voir ce qu'il en est en étudiant expérimentalement des tubes Coolidge ayant les mêmes électrodes et des volumes variables; peut-être pourrait-on éclaircir ainsi le rôle des gaz dégagés.

Avant de terminer cette analyse, il resterait encore plusieurs questions à poser : d'abord, si l'oxygène est constamment réabsorbé chimiquement par le cuivre, comment la tige peut-elle être couverte d'une couche de cuivre réduit, et, si cette réduction est due aux rayons cathodiques, que devient l'oxygène de l'oxyde ? Puisqu'il est fait abstraction de l'ionisation, comment l'oxygène dégagé au point d'impact n'est-il pas directement absorbé par le cuivre plutôt que de passer par l'intermédiaire du fil de tungstène incandescent ? Si, enfin, le tube vieillissant, tout l'oxygène du point d'impact était libéré, la pression de l'oxygène *demeurait relativement élevée*, pourquoi le filament ne s'oxyderait-il plus ? Et n'oublions pas, dans tout cela, que la pression *reste toujours assez basse* pour que l'ionisation soit inappréciable.

[1] Langmuir. La décharge électronique pure et ses applications en télégraphie et en téléphonie sans fil. *General Electric Review*, mai 1915, p. 5, colonne 2. Coolidge, *loc. cit.*, p. 58.

Digitized by Google

A notre connaissance, le phénomène signalé par Coolidge, et que l'on attribue à la présence de l'oxygène, n'a pas encore reçu d'explication complète. Nous indiquerons seulement que la charge négative accumulée dans l'espace par suite de la présence permanente d'électrons semble jouer un rôle prédominant dans tous ces phénomènes. De plus, le verre, ainsi que toutes les parties métalliques du tube, ont un grand pouvoir absorbant pour les gaz ; c'est là une propriété purement physique qui se superpose, sans aucun doute, aux réactions chimiques. Enfin la pulvérisation de métal qui se produit toujours dans un tube à vide tend à y faire baisser la pression. Tous ces phénomènes peuvent intervenir. Pour conclure, il reste ceci de bien établi : *l'oxygène émis par le point d'impact a pour effet de ralentir l'émission électronique. Cet effet disparaît quand le gaz est absorbé, le cuivre paraît être le principal agent de cette réabsorption.*

Pour terminer, et ceci aurait pu nous dispenser de tout autre argument, nous trouvons bien étrange que l'oxygène *dégagé* des profondeurs d'une pastille de tungstène sous *l'action de la chaleur*, aille *se fixer* sur un fil également en tungstène et beaucoup plus chaud.

G. JOHANNÈS,
Ingénieur E. B. P., chef du Service technique des Etablissements H. Pilon.

F. WOLFERS,
Agrégé de l'Université, ingénieur aux Etablissements H. Pilon.

Revues, analyses et informations

Les prix de l'Académie des Sciences.

Nous avons déjà donné dans le Bulletin de la « R. G. E. » du 14 décembre 1918, p. 46 B, un extrait du palmarès de l'Académie des Sciences, pour l'année 1918 ; nous donnons ci-dessous quelques renseignements complémentaires sur les travaux des lauréats.

PRIX MONTYON. — Ce prix a été décerné à M. Ch. Boileau, pour son livre intitulé : « Le moteur à essence adapté à l'automobile et à l'aviation. » Dans cet ouvrage, l'auteur poursuit un but essentiellement pratique et technique, mais il l'atteint par la mise en œuvre de la méthode scientifique associée à un savoir profond des circonstances complexes dont s'accompagnent les utilisations de ce genre de moteurs. L'étude individuelle de chacune de ces circonstances a été entreprise par l'auteur avec un sens très exact des phénomènes mécaniques et aussi avec une critique judicieuse dans le choix des formes mathématiques (calculs ou graphiques) sous lesquelles se précisent en fin de compte les résultats attendus que le praticien doit retenir et utiliser.

Depuis la publication de son livre, M. Ch. Boileau n'a cessé de poursuivre ses travaux dans le même sens. Il vient de produire une étude sur le rôle de l'humidité atmosphérique dans les essais de moteurs ; il a réussi à montrer qu'elle peut donner lieu à une correction pour le moins aussi importante que celle que l'on a coutume de faire d'après l'état de la pression atmosphérique.

PRIX BOILEAU. — Le prix Boileau, d'hydraulique, a été décerné à MM. C. Camichel, D. Eydoux et M. Gariel pour le vaste ensemble de leurs expériences et de leurs calculs sur les coups de bélier, spécialement pour les observations qu'ils ont faites en commun sur les conduites des usines hydro-électriques employées aux transports de force, ou aux autres utilisations industrielles de nos chutes d'eau pyrénéennes.

MM. C. Camichel, D. Eydoux et M. Gariel sont bien connus de nos lecteurs pour les nombreuses et intéressantes études qu'ils ont publiées dans la « R. G. E. ».

PRIX L. LA CAZE. — PHYSIQUE. — Ce prix a été attribué à M. Aimé Cotton, professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Paris, pour l'ensemble de ses travaux.

M. Cotton a commencé ses recherches, il y a vingt-cinq ans, dès sa sortie de l'Ecole Normale.

Il s'était demandé si quelque liquide doué du pouvoir rotatoire, n'absorberait pas inégalement un rayon droit et un rayon gauche. Il réussit à trouver, en effet, des liquides possédant nettement le dichroïsme circulaire.

Ce phénomène a été beaucoup étudié depuis, théoriquement et expérimentalement. On le considère maintenant comme une propriété générale des milieux actifs absorbants.

Il avait constaté que ce dichroïsme circulaire était accompagné d'une dispersion rotatoire anormale, extrêmement marquée, à tel point que le sens même du pouvoir rotatoire changeait avec la radiation employée.

Il montra que les anomalies de la dispersion étaient en relation avec les variations systématiques que subit l'indice de réfraction dans une bande d'absorption. Il peut ainsi, non seulement expliquer les anomalies du pouvoir rotatoire, mais aussi retrouver, sans calcul, la règle de Natanson, reliant le sens de la rotation au signe du dichroïsme circulaire. Il arrivait à ce résultat en considérant séparément les deux courbes de dispersion du rayon droit et du rayon gauche et en généralisant les résultats alors connus sur la dispersion anormale.

On peut raisonner de la même manière toutes les fois que dans un milieu se propagent deux sortes de vibrations privilégiées, considérer séparément les bandes d'absorption qui leur sont propres et les variations correspondantes des deux indices principaux. On ne tarda pas à constater l'intérêt de cette méthode, qui a une portée générale et qui est devenue familière aux physiciens. Elle permit bientôt à M. Cotton d'expliquer jusque dans leurs détails les remarquables propriétés magnéto-optiques que présentent la vapeur de sodium, l'hypoazotide et d'autres substances, au voisinage des raies modifiées par le phénomène de Zeeman.

Dans le cas de la vapeur de sodium, M. Cotton donne à l'expérience la disposition suivante qui est remarquablement simple. Un faisceau intense de lumière blanche, provenant d'une lampe à arc, traverse : 1° un nicol dont la section principale est à 45° de l'horizontale ; 2° l'espace compris entre les branches d'un électro-aimant, capable de donner un champ de quelques milliers d'unités, dont les lignes de force sont horizontales et exactement perpendiculaires au faisceau ; 3° un deuxième nicol mis à peu près à l'extinction sur le premier. On regarde la source au travers de ce nicol à l'aide d'une lunette et on rend l'extinction complète. Si on place alors entre les pièces polaires une flamme d'un éclat modéré, colorée en jaune par un sel de sodium, et si on lance le courant, l'extinction est détruite : on voit très nettement apparaître la source (particulièrement la partie gazeuse de l'arc) colorée en jaune.

Digitized by Google

D'après toutes les observations du phénomène de Zeeman, la flamme émet, dans ces conditions, des raies complètement polarisées formées par des vibrations, soit parallèles, soit perpendiculaires aux lignes de force du champ. Considérons, pour fixer les idées, un raie formée par des vibrations verticales. Cette raie absorbe les vibrations identiques aux siennes, c'est-à-dire la composante verticale de la lumière blanche; elle laisse passer au contraire la composante horizontale, qui n'est plus arrêtée complètement par l'analyseur et fait voir la source par la lumière de cette composante.

En même temps s'affirme la règle reliant l'émission et l'absorption par un même corps. M. Cotton a publié à ce sujet dans la « Revue générale des Sciences » un article très intéressant « sur l'aspect actuel de la loi de Kirchhoff » autour de laquelle se groupent tant de faits expérimentaux.

M. Cotton a beaucoup étudié le phénomène de Zeeman dans un grand nombre de publications. Ses recherches personnelles sur la question furent d'abord surtout qualitatives. Il montra qu'on pouvait constater sans spectroscope le changement de période produit par le champ magnétique, en utilisant simplement les propriétés absorbantes des flammes. Il fit ensuite des mesures, où il s'est particulièrement attaché à obtenir une détermination rigoureuse de l'intensité du champ magnétique en valeur absolue. Il a imaginé à cet effet une balance, perfectionnée depuis par M. Sève, qui ramène la mesure du champ à la mesure d'un courant et au moyen de laquelle il effectua, avec M. Pierre Weiss, la première mesure absolue correcte du phénomène de Zeeman.

Cette mesure faite sur les raies bleues du zinc présente un intérêt particulier. Elle se trouva, en effet, en complet désaccord avec la valeur donnée par les mesures antérieures. D'autre part, si l'on cherchait à en déduire le rapport de la charge à la masse d'un électron, on trouvait $1{,}77 \times 10^7$, alors que des mesures concordantes sur les rayons cathodiques avaient donné à plusieurs observateurs la valeur $1{,}88 \times 10^7$. En réalité, la valeur trouvée par MM. Cotton et Weiss était exacte. Elle a été confirmée depuis par des mesures très soignées du phénomène de Zeeman dues à différents physiciens. Elle sert maintenant souvent à la mesure indirecte du champ par la photographie des modifications des raies du zinc. Quant aux mesures sur les rayons cathodiques, elles présentaient une erreur systématique, qu'il a suffi d'écarter pour y trouver la valeur $1{,}77 \times 10^7$, celle que le travail de MM. Cotton et Weiss indiquait pour ce rapport, capital, de la charge à la masse d'un électron.

Une grande partie des travaux de M. Cotton a été faite avec l'aide de M. Mouton.

Dans leur longue collaboration, les deux physiciens firent d'abord des recherches de microscopie, mais ils furent bientôt ramenés à la magnéto-optique.

Un bloc de verre, convenablement taillé, posé sur la platine du microscope ordinaire, leur permet d'éclairer les plus petits objets sur un fond noir. Cet ultra-microscope très simple a aujourd'hui sa place marquée dans tout laboratoire de recherches. Les auteurs s'en sont eux-mêmes servis pour des études délicates sur le transport électrique et la coagulation des colloïdes. Ils ont constaté que les particules en suspension suivent fidèlement les changements de sens d'un courant alternatif, même à raison de plusieurs milliers par seconde (fréquence d'un arc chantant). Ils ont donné aussi une illustration frappante des actions électriques sur les particules chargées, qui jouent aujourd'hui un si grand rôle dans la science.

Non contents de bien voir les particules qui fourmillent dans les liquides colloïdaux, MM. Cotton et Mouton voulurent en connaître les propriétés. A cet effet, ils reprirent l'étude de la biréfringence magnétique singulière signalée par Majorana dans le fer Bravais et ils l'étendirent à d autres solutions colloïdales d'hydroxyde de fer. Ils se trouvèrent ainsi confirmés dans leur idée, déjà ancienne, que les particules en supension dans ces liquides sont anisotropes, qu'elles tendent à s'orienter dans le champ magnétique et que cette orientation est contrariée par le mouvement brownien. Tous les faits observés sont d'accord avec cette interprétation : soit que l'on fasse varier le champ magnétique, soit que l'on modifie les particules par chauffage du liquide, soit encore que l'on produise la coagulation du colloïde pendant qu'il est soumis à l'action du champ, etc.

Lorsqu'on laisse refroidir, pendant qu'il est placé dans l'électro-aimant, le liquide additionné de gélatine, la gelée ainsi obtenue constitue un aimant transparent, possédant, outre la vertu magnétique, la biréfringence magnétique, la polarisation rotatoire magnétique et même le dichroïsme circulaire magnétique, que l'on constate encore ici.

Les particules d'hydroxyde ferrique étant manifestement attirables à l'aimant, on conçoit bien la netteté des phénomènes observés. MM. Cotton et Mouton montrèrent qu'on observait une biréfringence magnétique plus faible et cependant mesurable dans un liquide colloïdal ne renfermant pas de métal magnétique, mais des cristaux très petits de carbonate de calcium, observation qui a été largement généralisée depuis par M. Chaudier.

Lorsque, bientôt après, MM. Cotton et Mouton découvrirent qu'un liquide pur, le nitrobenzène, prenait dans le champ magnétique les propriétés d'un cristal uniaxe, ils furent conduits à expliquer cette propriété nouvelle en admettant que les molécules elles-mêmes d'un liquide diamagnétique homogène, dont le moment magnétique résultant est exactement nul, possèdent une anisotropie magnétique et optique. Cette hypothèse, qui paraît aujourd'hui toute naturelle, ne s'était alors présentée à aucun esprit.

Tous les faits observés, au cours d'une étude expérimentale de plus de six années, se sont montrés d'accord avec cette conception, depuis l'influence de la température sur la biréfringence magnétique du nitrobenzène jusqu'aux lois, dernièrement établies, de la biréfringence magnétique des mélanges liquides.

De simples considérations chimiques suffisent à montrer que les molécules et les atomes eux-mêmes doivent être anisotropes.

L'anisotropie variera d'une substance à l'autre ; elle dépendra non seulement de la constitution de la molécule, mais des orientations respectives des diverses parties. C'est ainsi que MM. Cotton et Mouton ont pu coordonner les résultats de leur longue série de mesures sur les liquides de la série aromatique et même prévoir la biréfringence magnétique, positive, d'un liquide minéral, l'acide azotique.

Ils ont ainsi mis les chimistes en possession d'un nouveau procédé d'étude, offrant cet avantage que les différents corps présentent des biréfringences magnétiques, positives ou négatives, dont l'ordre de grandeur varie beaucoup d'une substance à une autre, comme d'ailleurs cela a lieu quant à la biréfringence électrique, découverte par Kerr depuis plus longtemps, mais plus difficile à mesurer sur les liquides mauvais isolants.

De l'étude de ces biréfringences artificielles, on peut attendre d'autres résultats importants pour la physique moléculaire. M Cotton a réussi, avec la collaboration de MM. Mouton et Drapier, à montrer que, par la combinaison des actions directrices d'un champ magnétique et d'un champ électrique, on pouvait arriver à connaître les éléments de symétrie de molécules, identiques entre elles, en suspension dans un liquide, où elles sont animées de mouvements incessants et dont l'orientation, livrée au hasard, change à chaque instant.

L'expérience a été faite avec des poussières ultra-microscopiques de benzoate de calcium, disséminées dans un liquide visqueux, l'aniline. Cette liqueur mixte était soumise à l'action simultanée d'un champ électrique faible (quelques centaines de volts par centimètre) et du champ magnétique le plus énergique à leur disposition.

Il y aurait grand avantage, pour de telles études et

Digitized by Google

beaucoup d'autres, à posséder ce puissant électro-aimant que, certainement, la guerre seule a empêché l'Académie de réaliser.

Prix Hébert. — Ce prix a été décerné à M Paul Boucherot, ingénieur, pour ses travaux d'électricité.

Prix Hughes. — Le prix est attribué à M. Anatole Leduc, professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Paris, pour l'ensemble de ses travaux.

Fondation Danton. — Les arrérages de cette fondation sont attribués à M. Louis Dunoyer, capitaine inspecteur du matériel d'aviation aux armées, pour ses travaux sur les phénomènes radiants.

Fondation Clément Félix. — La subvention est accordée à M. Paul Langevin, professeur au Collège de France, pour ses travaux sur les résonances électriques.

Prix Montyon. Médicine et chirurgie. — Un prix de la valeur de deux mille cinq cents francs a été décerné à MM. les Drs L. Ombrédanne, chirurgien des hôpitaux, professeur agrégé de la Faculté de Médecine de Paris, et R. Ledoux-Lebard, chef de laboratoire de radiologie des hôpitaux de Paris, pour leur ouvrage intitulé : « Localisation et extraction des projectiles ».

La première partie de l'ouvrage est consacrée à la description du matériel radiologique. Les auteurs exposent d'une façon très claire les données élémentaires qui permettent de comprendre les conditions dans lesquelles se produisent les rayons X: ils décrivent les propriétés principales de ces rayons et leurs applications à la radiographie et à la radioscopie, puis à la recherche des corps étrangers, dans l'espèce les projectiles de guerre.

Un chapitre très important est consacré à la localisation des projectiles, aux différentes méthodes de localisation, puis aux nombreux procédés qui en découlent. Le livre devient plus chirurgical à partir du chapitre intitulé : « La localisation anatomique » ; il est plus important de savoir dans quel organe se trouve le projectile que d'être fixé sur le nombre de centimètres qui le séparent de la peau. Nous arrivons à la partie essentielle : « Les procédés d'extraction » que les auteurs divisent en procédés de fortune, procédés de précision et procédés de certitude ; ceux-ci consistent à extraire le projectile sous l'écran. MM. Ombrédanne et Ledoux-Lebard, chacun dans leur sphère, ont apporté une large contribution à la méthode de l'extraction sous l'écran.

Ils préconisent l'extraction à l'aide du contrôle intermittent ; ils n'ont pas inventé cette technique, mais ils en ont précisé les détails, ils ont recommandé que l'acte chirurgical n'évolue que pendant la période où l'émission des rayons est suspendue, les mains du chirurgien devant être avant tout sauvegardées.

Les indications opératoires et le mode d'accès varient suivant la région. Un chapitre est consacré à la recherche des projectiles par les méthodes non radiologiques.

MM. Ombrédanne et Ledoux-Lebard ont contribué à répandre et à faire adopter, en la perfectionnant, la méthode d'extraction des projectiles à l'aide du contrôle intermittent. Ils ont rendu incontestablement service à des milliers de blessés et apporté leur bonne contribution à la chirurgie de guerre.

Prix généraux. — Prix Houllevigue. — Un prix de deux mille cinq cents francs est décerné à feu le commandant Camille Tissot pour l'ensemble de ses travaux.

Prix Henri de Parville. — L'Académie a décerné : Un prix de la valeur de quinze cents francs au sous-lieutenant R. Devillers, attaché à la section technique de l'aéronautique militaire pour son ouvrage intitulé : « La dynamique de l'avion » :

Un prix de la valeur de mille francs à M. Hector Pécheux, sous-directeur de l'École nationale des Arts et Métiers de Lille, pour son ouvrage intitulé : « Précis de métallurgie ».

Parmi les ouvrages de vulgarisation scientifique de M. Hector Pécheux, on peut citer ses livres sur les couleurs et la teinture (1906); sur le caoutchouc, la gutta-percha, le celluloïd, les résines et vernis (1907) ; ses ouvrages sur les azotates, les explosifs et les engrais (1907); sur les matières éclairantes (1906), et, en particulier, son « Précis de métallurgie, thermo-métallurgie et électro-métallurgie » où M. Pécheux expose clairement les principes généraux de cette science si importante pour l'industrie moderne, la préparation pratique et l'analyse des minerais, leur affinage chimique et électrolytique, la sidérurgie, la production des métaux, la fabrication et les propriétés des alliages les plus usuels : les effets du refroidissement du recuit, de la trempe, de l'écrouissage sur ces métaux et leurs alliages. L'auteur ne s'est pas borné à exposer dans cet ouvrage les méthodes les plus modernes de produire et étudier les métaux à l'état de pureté ou dans leur forme industrielle ; il y expose aussi le résultat de ses recherches personnelles présentées successivement à l'Académie des Sciences dans une dizaine de notes et mémoires, de 1904 à 1911, notes sur la fonte, le fer et l'acier, sur les températures critiques du nickel et du cobalt, sur leurs alliages avec le cuivre et le zinc, sur la thermo-électricité du cobalt, et l'influence des métaux étrangers, sur les propriétés de l'aluminium et du tantale purs ou impurs, sur leur thermo-électricité, sur la chaleur spécifique des alliages d'aluminium avec l'étain, le plomb, le cuivre, le bismuth, sur leurs propriétés physiques, chimiques et leur résistivité, sur le laiton, le maillechort, les cupro-nickels, l'antimoine-aluminium, le bismuth-aluminium.

Le « Précis de métallurgie » de M. H. Pécheux indique les méthodes les plus modernes de mesure et de calcul pour l'étude des combustibles, des fours, cabilots, hauts fourneaux, l'électrométallurgie, la détermination des températures élevées.

Prix Victor Raulin. — Ce prix a été attribué à M. le lieutenant de vaisseau Jules Rouch pour l'ensemble de ses travaux.

Dans la seconde expédition Charcot (1908-1910) M. le lieutenant de vaisseau Jules Rouch était chargé des observations de météorologie, d'électricité atmosphérique et d'océanographie physique. Il s'est acquitté de cette lourde tâche, qui a exigé des qualités particulières d'endurance et d'ingéniosité, avec un soin auquel les meilleurs juges ont rendu hommage. L'examen de ses registres a montré, en effet, qu'aucune précaution n'avait été négligée pour assurer la valeur des observations, toujours faites avec un souci constant d'exactitude ; et M. Rouch a su en assurer la continuité malgré les accidents nombreux et inévitables dans les régions si inhospitalières où il opérait.

L'étude des vents lui a révélé des faits en désaccord avec les théories généralement admises sur la circulation atmosphérique ; et les courbes du statoscope lui ont montré des variations ondulatoires à période courte de 2 à 20 minutes, qui ne paraissent pas avoir été signalées antérieurement.

Les observations d'électricité atmosphérique ont montré que, dans les régions glaciales de l'hémisphère central, il existe une variation annuelle très nette du champ électrique, coïncidant avec celles des régions boréales, les maxima et les minima correspondant aux mêmes mois et non aux mêmes saisons.

Les sondages exécutés ont indiqué, par 120° de longitude ouest et 70° de latitude sud, un relèvement de fonds qui rend probable l'existence d'une terre éloignée ; les observations sur la température de l'eau de mer ont indiqué des courants chauds dont l'existence influe sur la répartition des espèces marines et, à ce titre, intéresse particulièrement les naturalistes.

M. le lieutenant de vaisseau Jules Rouch a rendu également de grands services à la défense nationale comme chef du service météorologique aux armées, il est actuellement chef de la météorologie nautique au Service Hydrographique de la marine.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Étude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice (*Suite et fin*) (1)

L'auteur termine son important travail en étudiant l'aménagement de la rivière la Rance près Saint-Malo; il montre qu'on pourrait en tirer une puissance continue et constante considérable pour des frais de premier établissement relativement très faibles comparés à ceux des chutes d'eaux en montagne.

X. — Aménagements permettant l'utilisation des procédés précédemment envisagés (*Suite*).

3° Rivière la Rance, près Saint-Malo.

Aménagements. — La Rance, dont l'embouchure est située près de Saint-Malo-Saint-Servan, a une partie maritime, c'est-à-dire soumise au flux et au reflux de la marée, d'une longueur de 21 km, comprise entre la mer et l'écluse du Chatelier et de 18 km environ depuis les roches granitiques de Bizeux et des Zarieux, situées en amont de Dinard.

Cette rivière, dont bien des parties du fond sont situées au-dessous des plus basses mers, présente un intérêt tout particulier pour le captage de la force motrice des marées en raison de la grande superficie de son bief et de l'amplitude considérable des marées en ce point des côtes françaises, mais son étendue en profondeur en rend l'aménagement difficile.

La carte de la figure 49 représente la partie maritime de la Rance.

Le débit en eau douce de la rivière à l'écluse du Chatelier est en moyenne de 10 à 12 m³ : sec.

A plusieurs reprises, et notamment en 1897, 1902, 1907, des projets ont été formés et très sommairement étudiés pour capter la puissance des marées dans cette rivière, mais aucun d'eux n'a pu aboutir, les auteurs s'étant bornés à fournir des indications insuffisantes. Toutefois, un projet complet d'aménagement ayant des chances d'aboutir, a été récemment établi par M. Maire, ingénieur, qui a demandé la concession de l'estuaire de la Rance.

D'après les renseignements que nous avons pu recueillir, on peut estimer que la superficie mouillée de la Rance maritime se décompose ainsi :

Tableau I.

	SUPERFICIE mouillée au niveau des plus basses mers (0,00), en hectares	SUPERFICIE au niveau des basses mers de mortes eaux (4,50), en hectares	SUPERFICIE mouillée lorsque la mer monte à la cote (8,50), en hectares	SUPERFICIE mouillée totale lorsque la mer monte de 13 m, en hectares
Des écueils de Bizeux et Zorieux au rétrécissement de la pointe de la Landraie	316	501	591	641
De la pointe de la Landraie au goulet de port St-Hubert	160	674	1 030	1 095
Du port St-Hubert au village de Mordreux		93	387	392
Du village de Mordreux à l'écluse du Chatelier			77	78
	476	1 268	2 085	2 206

D'après ces nombres, le volume d'eau emmagasiné pour une marée de mortes eaux de 4 m d'amplitude serait d'environ

$$\frac{12\,680\,000 + 20\,850\,000}{2} \times 4 = 67\,060\,000 \text{ m}^3.$$

En vives eaux, pour une marée de 13 m, le volume

(1) Voir *R. G. E.*, 2, 9, 16, 23, 30 novembre et 7, 14 et 21 décembre, t. IV, 653-658, 697-715, 749-761, 793-802, 823-843, 865-877, 903-914 et 947-959.

Digitized by Google

emmagasiné serait d'au moins

$$\frac{4\,760\,000 + 12\,680\,000}{2} \times 4{,}50 + 67\,060\,000 + \\ + \frac{22\,060\,000 + 20\,850\,000}{2} \times 4{,}50 = 202\,847\,500 \text{ m}^3.$$

Pour capter la force motrice des eaux de cette rivière, une première solution consisterait à établir un barrage, soit de la pointe de la Vicomté à celle de la Citadelle sur 700 m de longueur, soit aux roches de Bizeux et des Zorieux pour aboutir à la pointe de l'Aiguille; la longueur totale des maçonneries de ce dernier barrage serait de 900 m environ; c'est celui que nous admettrons.

Fonctionnement en bassin de marée unique. — Le bief ainsi créé serait utilisé comme bassin de marée unique en écoulant les eaux pendant 4 h 50′, en mortes eaux et 5 h 20′ en vives eaux, soit en moyenne 5 heures par marée, comme nous l'avons étudié dans le premier système, et appliqué à la baie de Rothéneuf. On obtiendrait alors une force motrice intermittente, qu'on peut évaluer ainsi :

En mortes eaux, si le bief avait la même superficie en tête et au fond, la chute moyenne serait de 2,13 m (voir application à la baie de Rothéneuf), mais comme le volume d'eau emmagasiné croît avec la hauteur d'eau, la chute réelle peut être évaluée à 2,33 m et, comme d'autre part, le volume d'eau écoulé ou introduit dans le bief n'est, à chaque oscillation de la marée, que les 2/3 du volume total (voir étude de Rothéneuf), l'énergie qu'on pourrait recueillir serait, par marée, de

$$\frac{2}{3} \times \frac{67\,060\,000 \times 2 \times 1\,026 \times 2{,}33 \times 0{,}80}{270\,000} = 633\,332 \text{ ch-h},$$

soit une puissance moyenne de

$$\frac{633\,332}{4\text{ h }50'} = 131\,487 \text{ ch.}$$

Rapportée à la marée entière, la puissance moyenne développée serait de

$$\frac{633\,332}{12\text{ h }45'} = 49\,673 \text{ ch.}$$

En vives eaux et pour l'amplitude de 13 m, la chute moyenne serait de 6,82 m au lieu de 5,82 m pour un bassin à section rectangulaire; l'énergie développée, en remarquant que le volume d'eau utilisé serait de

$$2 \times \left(202\,847\,500 - \frac{5\,930\,000 + 21\,880\,000}{2} \times 1{,}34\right) = 368\,429\,000 \text{ m}^3,$$

atteindrait par marée

$$\frac{368\,429\,000 \times 1\,026 \times 6{,}82 \times 0{,}80}{270\,000} = 7\,638\,577 \text{ ch-h},$$

ce qui correspond à une puissance de

$$\frac{7\,638\,577}{5\text{ h }20'} = 1\,432\,323 \text{ ch.}$$

Rapportée à la marée entière, la puissance développée serait, en moyenne, de

$$\frac{7\,638\,577}{12\text{ h }20'} = 619\,361 \text{ ch.}$$

La moyenne générale pour toutes les marées serait de (voir étude de Rothéneuf)

$$\frac{49\,673 + 619\,361}{2} \times 0{,}90 = 301\,065 \text{ ch.}$$

Mais pour éviter tout mécompte, nous n'admettrons que *290 000 ch.*

Telle serait, en définitive, avec le cycle d'écoulement adopté, la puissance moyenne que le bief maritime de la Rance pourrait donner. C'est un résultat digne de retenir l'attention.

Avec l'écoulement indiqué, les turbines seraient arrêtées en mortes eaux pendant 12 h 45′ — 4 h 50′ = 7 h 55′ et en vives eaux pendant 12 h 20′ — 5 h 20′ = 7 h.

En mortes eaux, on pourrait mettre en marche 13 à 14 turbines de 10000 ch, mais en vives eaux il faudrait y adjoindre 130 turbines de 10000 ch pour absorber toute la puissance développée.

Le barrage étant prévu au droit des rochers de Bizeux et des Zorieux à 2 km de la mer, serait assez abrité pour que l'usine puisse être établie à sa partie supérieure.

Le débit des turbines serait, en mortes eaux, pour celles de 10000 ch, de

$$\frac{44\,706\,670 \text{ m}^3}{14 \times 290' \times 60} = 183{,}5 \text{ m}^3 : \text{sec.}$$

En vives eaux, le débit des turbines de 10000 ch serait d'environ

$$\frac{368\,429\,600 \text{ m}^3}{2 \times 144 \times 320' \times 60} = 66{,}6 \text{ m}^3 : \text{sec.}$$

Le bief devrait se vider en 30 minutes à basse mer des

$$1{,}34 \times \frac{4\,760\,000 + 7\,100\,000}{2} = 7\,946\,200 \text{ m}^3$$

d'eau restant à l'arrêt des turbines, soit par seconde 4415 m³. La vitesse moyenne d'écoulement étant de 2,35 m : sec (voir étude baie de Rothéneuf), la section nécessaire serait de $\frac{4415}{2{,}35} = 1\,880$ m². Elle pourrait être réalisée par les conduits des turbines, soit $14 \times 20 \text{ m}^2 = 280$ m² et, par 30 siphons ou pertuis établis dans le barrage, de 53 m² chacun.

Digitized by Google

En vives eaux, le volume à introduire dans le bief pour effectuer le remplissage, serait de

$$\frac{22\,060\,000 + 21\,700\,000}{2} \times 1{,}34 = 29\,319\,200 \text{ m}^3,$$

soit par seconde 16288 m³. La section nécessaire serait de 6930 m². Elle serait réalisée par les conduits des 144 turbines, dont la section serait de $144 \times 20 \text{ m}^2 = 2880 \text{ m}^2$, et par des siphons et pertuis établis dans le barrage.

Les conduits d'amenée et de fuite des turbines seraient disposés comme il a été dit pour un écoulement des eaux en croix, afin d'être alimentés toujours dans le même sens. Ces conduits déboucheraient dans des puits d'équilibre et ces derniers, du côté de la mer seulement, dans des bassins régulateurs de niveau, pour que les dénivellations dues aux vagues et au ressac n'influencent pas la hauteur de chute.

L'estuaire de la Rance présentant, du barrage à la pointe de la Landraie, une superficie mouillée de plus de 316 hectares au niveau des plus grandes basses mers, et des fonds de 13 m au-dessous de ce niveau, peut recevoir de gros navires et, dans ces conditions, il y aurait lieu de ménager dans le barrage une écluse à sas de 25 m de largeur sur 250 m de longueur, pour permettre à la navigation maritime de s'exercer jusqu'à l'écluse du Chatelier.

Les plans et profils du barrage et du fond au droit des roches de Bizeux et des Zorieux sont représentés sur la figure 50. Pour diminuer les frais de construction, on utiliserait ces rochers; le terrain étant constitué par des granits, les fondations seraient bien assises. Les maçonneries du barrage seraient fondées à l'air comprimé jusqu'à 1,50 m au-dessus du niveau des plus grandes basses mers. Elles seraient établies en moellons

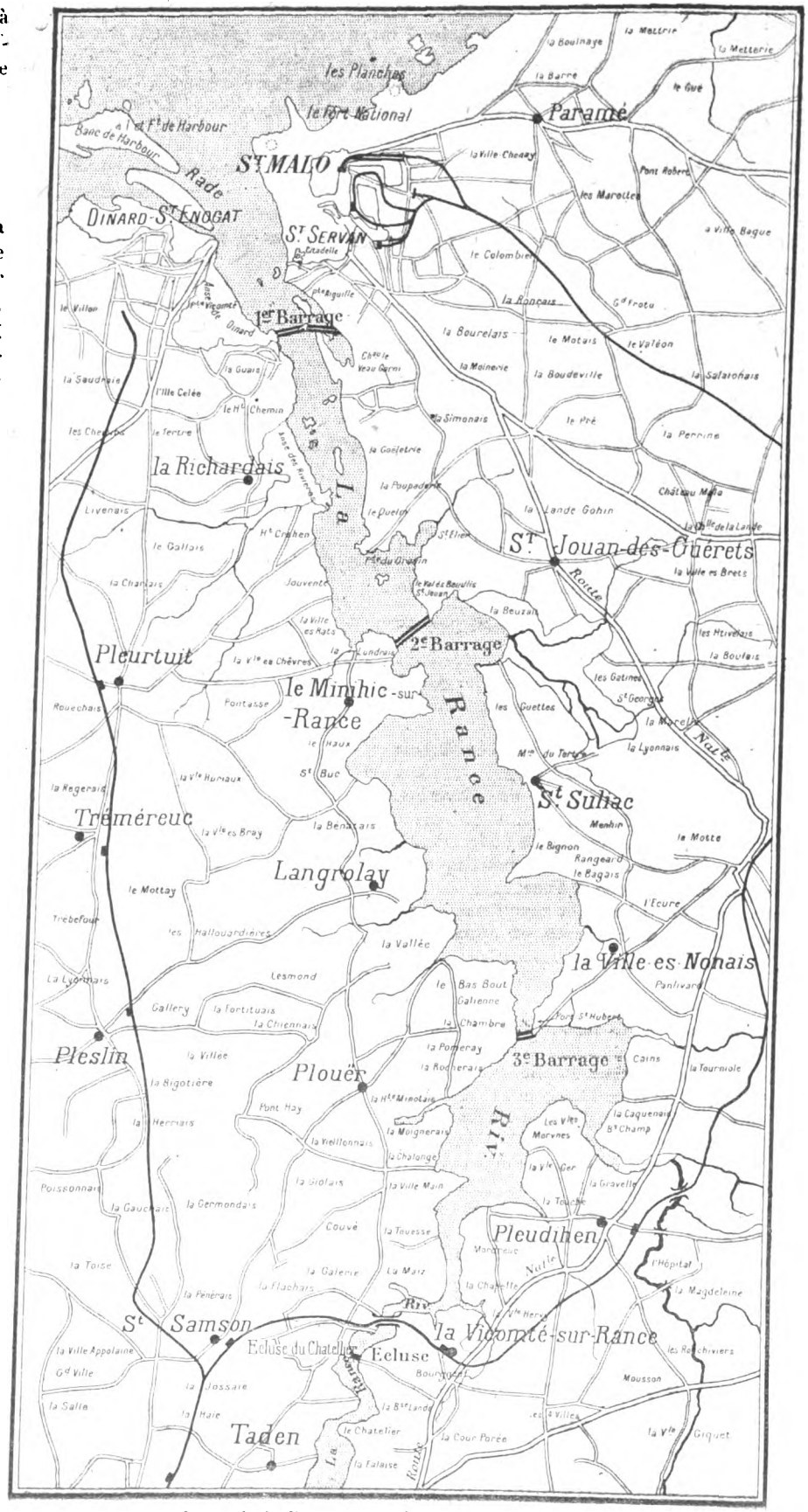


Fig. 49. — Carte de la Rance entre la mer et l'écluse du Chatelier.

Digitized by Google

bruts hourdés au mortier de ciment portland à 500 kg par mètre cube de sable. Pour résister à la poussée de l'eau, le barrage pourrait avoir, dans les parties reposant sur des fonds de 13 m, une embase de 20 m de longueur et 12 m de largeur à la cote (+ 1,50) ; ce massif, fondé à l'air comprimé, recevrait le corps du barrage dont la section aurait 10 m de largeur à la base et 4 m au couronnement, lequel serait arasé à la cote (14,50).

Les frais d'aménagement et d'établissement s'évalueraient ainsi, avec les prix d'avant-guerre, pour permettre la comparaison avec les chutes de montagne.

Construction du barrage :

Fondation à l'air comprimé, entre la pointe de la Vicomté et le rocher de Bizeux, cote moyenne du fond (— 8,00), $\frac{12+18}{2} \times 9{,}50 \times 350 = 49\,875$ m³, à 80 fr	3 988 000 fr
Fondation à l'air comprimé entre Bizeux; et les Zorieux et la pointe de l'Aiguille; cote moyenne du fond (— 3,50), $\frac{12+15}{2} \times 5 \times 310 = 20\,925$ m³, à 80 fr	1 674 000
Corps du barrage intercalé entre la falaise et les rochers : $\frac{4+10}{2} \times 13 \times 900 = 81\,900$ m², à 30 fr	2 457 000
Ecluse de navigation de 25 m de largeur à 4 paires de portes métalliques, fondée à (— 9,50) :	
Maçonneries des bajoyers fondées à l'air comprimé, 30 000 m³, à 80 fr	2 400 000
Maçonneries des bajoyers en élévation, 20 000 m³, à 30 fr	840 000
Radier des buscs, 3 000 m³, à 80 fr	240 000
4 paires de portes d'écluses métalliques et apparaux, à 160 000 fr l'une	640 000
10 pertuis de vidange et remplissage dans le barrage avec vannes et apparaux, à 15 000 fr l'un	150 000
	12 389 000
40 siphons ménagés dans la digue à 10 000 fr l'un	400 000
Bâtiments de l'usine établie sur la digue, 500 × 12 × 6 = 36 000 m³, à 25 fr	900 000
Piliers de support à l'amont du barrage et plancher en béton armé de l'usine	400 000
14 turbines de 10 000 ch, à 60 000 fr avec apparaux	840 000
130 turbines de 10 000 ch, à 60 000 fr avec apparaux	7 800 000
Puits d'équilibre pour les conduits des turbines, à 30 000 fr l'un	990 000
10 bassins régulateurs de niveau de la mer, à 50 000 fr l'un	500 000
	24 139 000 fr
Dépenses imprévues	1 871 000
Dépense générale	26 000 000 fr

La puissance moyenne recueillie pendant toute l'année à 24 heures par jour étant de 290 000 ch, le coût d'établissement par cheval ressort à

$$\frac{26\,000\,000}{290\,000} = 90 \text{ fr}$$

en chiffres ronds.

Les frais d'exploitation pourraient s'évaluer ainsi :

Amortissement à 10 pour 100 des frais de premier établissement	2 600 000 fr
Personnel de l'usine, environ	100 000
Réparations, entretien	250 000
Total	2 950 000 fr

soit par cheval et par an

$$\frac{2\,950\,000}{290\,000} = 10{,}20 \text{ fr}$$

Le prix du cheval-heure ressortirait donc à

$$\frac{10{,}20}{8\,760} = \mathbf{0{,}00117 \text{ fr}}$$

seulement, soit dix fois moins cher que le prix du cheval-heure obtenu par l'aménagement d'une haute chute de montagne, malgré une large évaluation des frais d'établissement et d'exploitation.

Fonctionnement avec biefs et accumulation hydraulique. — Au lieu d'une puissance variable et intermittente, on pourrait obtenir une puissance continue, en construisant un second barrage entre la pointe de La Landraie et celle de Saint-Jouan-des-Guérets.

En ce point, la largeur est de 500 m et le niveau moyen du fond est à la cote (— 4,50) sur 350 m et à (+ 1,20) sur les 150 m restants.

Les frais de construction de ce barrage s'élèveraient à :

Maçonnerie à l'air comprimé : $\frac{12+16}{2} \times 600 \times 350 = 29\,400$ m³, à 80 fr	2 352 000 fr
Maçonneries du corps du barrage et sur les rochers $\frac{4+10}{2} \times 13 \times 500 = 46\,000$ m³, à 30 fr	1 380 000
Pertuis, vannes, siphons, etc., environ	168 000
	3 900 000
Travaux imprévus	300 000
	4 200 000 fr

Enfin, on pourrait encore diviser la Rance en trois biefs en établissant aussi un barrage avec écluse à marée de 10 m au goulet du port Saint-Hubert qui n'a que 250 m de largeur.

Digitized by Google

Le coût de ce troisième barrage serait de :

Maçonneries des fondations à l'air comprimé : 12 × 2 × 240 = 5 760 m³, plus 40 m³ pour radier d'écluse = 5 800 m³ à 80 fr.	464 000 fr
Maçonneries du corps du barrage, $\frac{4 \times 10}{2} \times 13 \times 240$ = 21 840 m³, à 30 fr	655 200
Pertuis, vannes, siphons, portes d'écluses	140 800
	1 260 000
Dépenses imprévues	140 000
	1 400 000 fr

En raison de la difficulté de faire communiquer directement les deux arrière-biefs avec la mer, le cycle d'écoulement des eaux doit être étudié de manière à obtenir une puissance continue.

Le fonctionnement d'un de ces cycles serait le suivant :

Le premier bassin s'étendant jusqu'au barrage de la Landraie serait plein, alors que le bief se terminant au port de Saint-Hubert serait vide; quant au réservoir limité par l'écluse du Chatelier, il serait rempli au niveau de la haute mer.

Lorsque la mer aurait baissé de 1,34 m, les turbines du barrage d'entrée seraient mises en marche jusqu'à un quart d'heure avant la basse mer; il n'y aurait plus alors que 1,34 m d'eau dans ledit bassin.

A ce moment les turbines du barrage de Saint-Hubert (troisième barrage) seraient mises en marche et fonctionneraient jusqu'à ce que la mer ait remonté de 1,34 m. Entre temps, le bassin se serait vidé en un quart d'heure des 1,34 m d'eau qu'il contenait, plus de l'eau provenant des turbines du troisième barrage pendant ce quart d'heure; le bief serait donc vide à l'heure de la basse mer; les pertuis du barrage de la Landraie seraient fermés et les eaux venant du réservoir s'accumuleraient dans le bief jusqu'à ce que le flot ait 1,34 m de hauteur. Les turbines du troisième barrage seraient alors arrê-

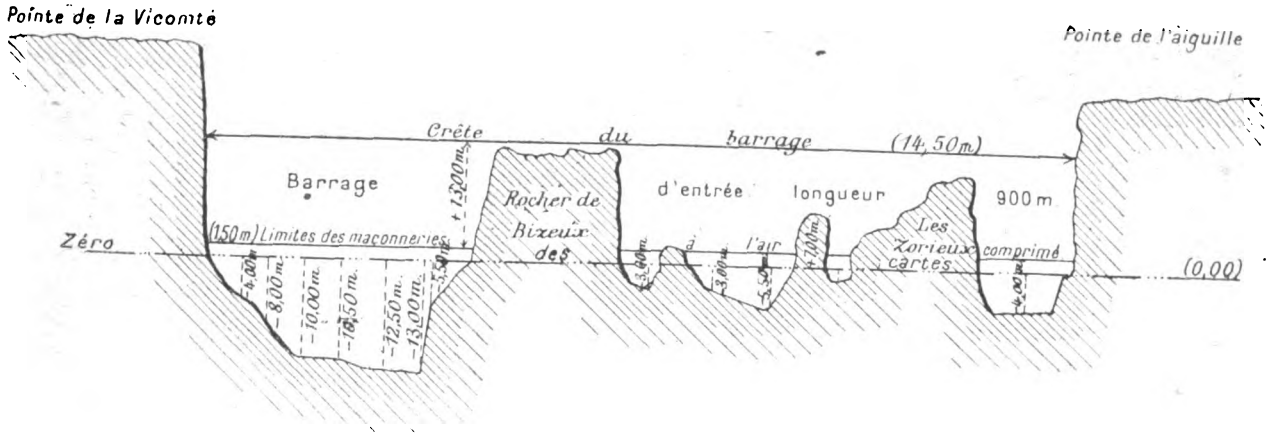


Fig. 50. — Élévation du barrage d'entrée et profil du terrain au droit des rochers de Bizeux et des Zorieux.

tées et celles du premier barrage seraient remises en marche en écoulant leurs eaux dans le bassin jusqu'à un quart d'heure avant la pleine mer, où la chute serait de 1,34 m. A cet instant les turbines du troisième barrage seraient remises en marche jusqu'à ce que la mer ait rebaissé de 1,34 m; le bief recevrait les eaux, mais ne se remplirait jamais; il se viderait toujours à basse mer; entre temps, au plein, le bassin se serait rempli.

En mortes eaux et en jusant, le volume d'eau provenant du bassin et écoulé dans la mer en 4 h 10′ serait de

$$\frac{5\,910\,000 + 5\,350\,000}{2} \times 2{,}66 = 14\,975\,800 \text{ m}^3.$$

La chute minimum serait de 1,34 m et la moyenne serait de 1,75 m.

Le travail réel développé serait de

$$\frac{14\,975\,800 \times 1\,026 \times 1{,}75 \times 0{,}80}{270\,000} = 79\,730 \text{ ch-h},$$

ce qui correspond à une puissance de

$$\frac{79\,730}{4\text{ h }10'} = \mathbf{19\,140 \text{ ch.}}$$

En flot, le volume d'eau venant de la mer et écoulé en 3 h 25′ dans le bassin serait de

$$\frac{5\,550\,000 + 5\,010\,000}{2} \times 2{,}66 = 14\,044\,800 \text{ m}^3.$$

La chute minimum serait de 1,34 m et la moyenne de 1,70 m. Le travail réel développé serait de

$$\frac{14\,044\,800 \times 1\,026 \times 1{,}70 \times 0{,}80}{270\,000} = 72\,584 \text{ ch-h},$$

ce qui correspond à une puissance de

$$\frac{72\,584}{3\text{ h }25'} = \mathbf{21\,242 \text{ ch.}}$$

Dans l'intervalle de temps de 0 h 15′ + 3 h 10′ =

Digitized by Google

2 h 25′ que la mer mettrait à descendre puis à remonter de 1,34 m, ce serait le réservoir arrière qui produirait la force motrice. En admettant que la puissance développée soit au minimum de 19000 ch comme en jusant, le volume d'eau à écouler du réservoir dans le bief serait égal à

$$V = \frac{19\,000 \times 270\,000 \times 2\,\text{h}\,25'}{1\,026 \times 0{,}80 \times H} = \frac{15\,110\,226}{H},$$

où H désigne la chute moyenne, le maximum de la dénivellation étant de 4 m. Le bief ayant à la cote (4,50) une superficie de 674 hectares et le réservoir 464 hectares à la cote (8,50), on trouve que le volume total d'eau à écouler en ces 2 h 25′ serait de 4577600 m³ environ sous la chute moyenne de 3,30 m;

$$\frac{4\,577\,600 \times 2\,\text{h}\,10'}{2\,\text{h}\,25'} = 4\,119\,000\ \text{m}^3$$

resteraient dans le bief, dont le plan d'eau s'élèverait de 0,60 m en 2 h 10′. Par contre, le niveau dans le réservoir s'abaisserait de 0,95 m environ cote (7,55).

Le travail réel développé par les turbines du troisième barrage en ces 2 h 25′ serait de

$$\frac{4\,577\,600 \times 1\,026 \times 3{,}30 \times 0{,}80}{270\,000} = 45\,923\ \text{ch-h},$$

ce qui correspond à une puissance de

$$\frac{45\,923}{2\,\text{h}\,25'} = 19\,000\ \text{ch},$$

comme ci-dessus.

Pour que la puissance soit continue, il faut encore que le réservoir écoule ses eaux dans le bief dans l'intervalle compris entre 0 h 15′ avant la pleine mer et les 2 h 30′ qu'elle met à descendre de 1,34 m, moment où les turbines du barrage d'entrée seraient remises en marche.

Au début de cette phase, la chute ne serait plus que de (4,00 — 0,60 + 0,95) = 2,45 m, si la Rance en arrière de l'écluse du Chatelier ne pouvait pas fournir d'eau au réservoir, mais nous admettrons qu'elle pourra relever son plan d'eau de 0,45 m; la dénivellation serait donc de 2,90 m.

En tablant toujours sur la puissance de 19000 ch, le volume d'eau à écouler du réservoir dans le bief serait de

$$V = \frac{19\,000 \times 270\,000 \times 2\,\text{h}\,45'}{1\,026 \times 0{,}80 \times H} = \frac{17\,316\,000}{H}.$$

On reconnaît que, pour obtenir le volume nécessaire, il faut que le plan d'eau du réservoir soit relevé de 0,25 m au plus au-dessus de la cote (8,50) par refoulement d'eau de mer.

La chute moyenne serait alors supérieure à

$$\frac{1{,}34 + 3{,}72}{2} = 2{,}53\ \text{m},$$

en raison de la forme trapézoïdale de la section mouillée; nous admettrons 2,55 m. Le volume d'eau nécessaire serait de

$$\frac{17\,316\,000}{2{,}55} = 6\,790\,600\ \text{m}^3.$$

Le plan d'eau du bief s'élèverait encore de 0,90 m, soit en tout de 1,50 m (cote 6,00). Quant à celui du réservoir il s'abaisserait de 1,40 m au plus, soit à (7,10).

Le volume d'eau à refouler dans le réservoir serait de 4640000 × 0,25 + 4420000 × 0,50 = 3370000 m³. Cette élévation d'eau se ferait pendant les 3 h 25′ de flot où la puissance développée est supérieure de (2122 — 19000) = 2242 ch à la puissance constante admise. La hauteur d'élévation étant de 1,60 m avec les pertes de charge, l'énergie totale absorbée serait de

$$\frac{3\,370\,000 \times 1\,026 \times 1{,}60}{270\,000 \times 0{,}80} = 25\,612\ \text{ch-h},$$

alors que l'énergie disponible serait de 2242 × 3 h 25′ = 7660 ch-h seulement. Il y aurait donc un déficit apparent de 17952 ch-h. Mais, comme nous avons complètement laissé de côté l'énergie qu'on pourrait recueillir et utiliser à refouler l'eau lors de la vidange et du remplissage du bassin, du bief et du réservoir, on peut compter sur le chiffre de 19000 ch comme puissance constante et continue pendant les mortes eaux.

Le cycle indiqué pourrait donc être admis; son seul inconvénient serait d'exiger deux usines séparées à établir sur le barrage d'entrée et sur le troisième barrage du port de Saint-Hubert.

En vives eaux et en jusant, le volume d'eau écoulé dans la mer en 5 h 10′ serait de

$$\frac{6\,410\,000 + 5\,910\,000}{2} \times 4{,}50 + \frac{5\,410\,000 + 5\,010\,000}{2} \times$$

$$\times 4{,}00 + \frac{5\,010\,000 + 3\,700\,000}{2} \times 3{,}16 = 63\,322\,000\ \text{m}^3.$$

La chute minimum serait de 1,34 m et la moyenne de 3 m.

L'énergie totale développée serait de

$$\frac{63\,322\,000 \times 1\,026 \times 3 \times 0{,}80}{270\,000} = 577\,480\ \text{ch-h},$$

à laquelle correspond une puissance de

$$\frac{577\,480}{5\,\text{h}\,10'} = 111\,763\ \text{ch}.$$

En flot, le volume d'eau introduit dans le bassin en 3 h 35′ serait de

$$\frac{6\,260\,000 + 5\,910\,000}{2} \times 3{,}16 + \frac{5\,910\,000 + 5\,010\,000}{2} \times$$

$$\times 4{,}00 + \frac{5\,010\,000 + 3\,160\,000}{2} \times 4{,}50 = 59\,151\,000\ \text{m}^3.$$

Digitized by Google

La chute moyenne serait de 2,25 m en raison de la faible superficie du bassin entre les cotes (0,00) et (4,50).

L'énergie totale développée serait de

$$\frac{59\,451\,000 \times 1\,026 \times 2{,}25}{270\,000} 0{,}80 = 405\,410 \text{ ch-h},$$

à laquelle correspond une puissance de

$$\frac{405\,410}{3\text{ h }45'} = 113\,150 \text{ ch}.$$

Dans l'intervalle de temps de 0 h 15′ + 1 h 40′ = 1 h 55′ que la mer mettrait à baisser et à remonter de 1,34 m, le réservoir produirait la force motrice. En admettant comme puissance 105 000 ch, le volume d'eau à écouler du réservoir dans le bief serait égal à

$$V = \frac{105\,000 \times 270\,000 \times 1\text{ h }55}{1\,026 \times 0{,}80 \times H} = \frac{63\,062\,450}{H},$$

où H est la chute moyenne, le maximum de la dénivellation étant de 13 m. Le bief ayant à la cote 0 une superficie de 160 hectares et le réservoir 470 hectares à la cote (13,40), on trouve que le volume total d'eau à écouler en 1 h 55′ serait de 5 604 000 m³ environ sous la chute moyenne de 11,80 m ;

$$\frac{5\,604\,000 \times 1{,}40}{1\text{ h }55} = 4\,831\,000 \text{ m}^3$$

resteraient dans le bief, dont le plan d'eau s'élèverait de 1,38 m en 1 h 40′ ; par contre, le niveau dans le réservoir s'abaisserait de 1,05 m, soit à la cote (11,95).

L'énergie développée par les turbines du troisième barrage en 1 h 55′ serait de

$$\frac{5\,604\,000 \times 1\,026 \times 11{,}80 \times 0{,}80}{270\,000} = 201\,285 \text{ ch-h},$$

ce qui correspond à une puissance de

$$\frac{201\,285}{1\text{ h }55'} = 105\,000 \text{ ch},$$

comme ci-dessus.

Pour avoir continuité dans la force motrice, il faut encore que le réservoir écoule ses eaux dans le bief dans l'intervalle de 1 h 25′ que la mer met à descendre de 1,34 m, moment où les turbines du premier barrage recommencent à fonctionner.

Au début, la chute ne serait que de 13,00 — (1,05 + 1,38) = 10,57 m, si la Rance, en amont de l'écluse du Chatelier, ne pouvait pas fournir d'eau au réservoir, mais nous admettrons qu'elle pourra relever le plan d'eau de 0,43 m ; la dénivellation serait donc de 11 m. Pour la puissance de 105 000 ch, le volume d'eau à écouler dans le bief serait de

$$\frac{105\,000 \times 270\,000 \times 1\text{ h }25'}{1\,026 \times 0{,}80 \times H} = \frac{46\,592\,300}{H},$$

La dénivellation entre le réservoir et le bief serait évidemment suffisante pour produire le travail demandé sans qu'il soit nécessaire de refouler de l'eau dans le réservoir, mais afin que la puissance reste constante et égale à 105 000 ch, nous admettrons que les (111 763 — 105 000) × 5 h 10′ + (113 150 — 105 000) × 3 h 35′ = 64 280 ch-h développés en plus seront employés à refouler, sous la hauteur de 6,60 m, un volume d'eau de

$$\frac{64\,280 \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 6{,}60} = 3\,203\,400 \text{ m}^3,$$

lequel ferait relever de 0,50 m le plan d'eau du réservoir.

La dénivellation maximum serait donc, en définitive, de 11 + 0,50 = 11,50 m. Dès lors, la chute moyenne étant de 10,85 m, le volume d'eau à écouler dans le bief en 1 h 25′ serait de 4 300 000 m³ ; le plan d'eau du bief se relèverait de 1,05 m, alors que celui du réservoir s'abaisserait de 0,90 m cote (12,10). La puissance développée serait comme ci-dessus de 105 000 ch.

La puissance constante et continue minimum serait donc de 19 000 ch toute l'année avec une puissance continue mais croissante en sept jours et demi environ de 0 à (105 000 — 19 000) = 86 000 ch et décroissant de même.

La puissance moyenne serait de

$$\frac{190\,000 + 105\,000}{2} \times 0{,}90 = 55\,800 \text{ ch}.$$

Les frais d'établissement se décomposeraient ainsi :

Dépense pour les 3 barrages	18 389 000 fr
Bâtiments de l'usine du 1er barrage et plancher en béton armé	300 000
11 turbines du 1er barrage de 10 000 ch, à 60 000 fr.	660 000
2 turbines du 2e barrage pour refoulement de l'eau	80 000
11 turbines du 3e barrage de 10 000 ch, à 60 000 fr.	660 000
Bâtiments et plancher de l'usine	300 000
5 puits d'équilibre pour les turbines du barrage d'entrée à 30 000 fr.	150 000
2 bassins régulateurs de niveau de la marée à 50 000 fr.	100 000
	20 639 000 fr
Dépenses imprévues	1 961 880
Dépense générale	22 600 000 fr

Le coût d'établissement par cheval ressort à

$$\frac{22\,600\,000 \text{ fr}}{55\,800} = 405 \text{ fr seulement}.$$

Les frais annuels d'exploitation peuvent s'évaluer ainsi :

Amortissement de 10 pour 100	2 260 000 fr
Personnel des usines	100 000
Réparation, entretien	260 000
Total	2 620 000 fr,

Digitized by Google

soit par cheval-an

$$\frac{2\,650\,000}{55\,800} = 47{,}50 \text{ fr.}$$

Le prix du cheval-heure ressort donc à

$$\frac{47{,}50}{8\,760} = 0{,}0054 \text{ fr}$$

seulement.

En raison de la situation en profondeur de l'estuaire de la Rance, il ne serait pas possible, sans de grands frais de conduites, de faire remplir par la mer le réservoir arrière, qui doit toujours être plein, mais si l'on remarque que le volume manquant après la fin de l'alimentation des turbines est en mortes eaux de 6 580 000 m³, et en vives eaux de 4 935 000 m³; qu'on pourra remplir ce réservoir jusqu'à la cote (13,40) en vives eaux, pour servir d'appoint en mortes eaux, et d'autre part, qu'il sera possible de refouler de l'eau dans ledit réservoir au moyen de turbines placées sur le deuxième barrage et écoulant leurs eaux, en flot, dans le bief, et pendant le remplissage du bassin de marée, ce qui représente une puissance considérable, que nous avons négligée, on en conclut que le fonctionnement du système serait bien équilibré.

Autre solution. — Fonctionnement en bassin de marée unique avec accumulation hydraulique. — Une autre solution consisterait à établir un unique barrage à l'entrée, de manière à constituer un bassin de marée de 2 206 hectares, à en écouler les eaux à la mer baissante et à les introduire en flot.

Un réservoir de 65 hectares serait établi à la cote (50,00) près de la Richardais, pour y refouler les eaux nécessaires au fonctionnement des turbines à la pleine et à la basse mer.

En mortes eaux et en jusant, le volume d'eau écoulé à la mer en 4 h 10′ serait de

$$\frac{20\,850\,000 + 15\,490\,000}{2} \times 2{,}66 = 48\,332\,000 \text{m}^3;$$

la chute moyenne étant de 1,75 m, la puissance développée serait de

$$\frac{48\,332\,000 \times 1\,026 \times 1{,}75 \times 0{,}80}{270\,000 \times 4 \text{ h } 10'} = 61\,715 \text{ ch.}$$

En flot, le volume d'eau introduit en 3 h 25′ dans le bassin serait de

$$\frac{12\,680\,000 + 18\,080\,000}{2} \times 2{,}66 = 40\,911\,000 \text{ m}^3;$$

la chute moyenne étant de 1,70 m, la puissance développée atteindrait

$$\frac{40\,911\,000 \times 1\,026 \times 1{,}70 \times 0{,}80}{270\,000 \times 3 \text{ h } 25} = 61\,875 \text{ ch.}$$

Au bas d'eau, la marche des turbines serait arrêtée pendant 0 h 15′ + 2 h 10′ = 2 h 25′, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il y ait 1,34 m de flot. De même à la pleine mer, les turbines seraient arrêtées 0 h 15′ + 2 h 30′ = 2 h 45′, soit en tout par marée 5 h 10′, temps pendant lequel ce serait le réservoir établi à la cote (50,00) qui fournirait la force motrice.

En admettant comme puissance continue et constante 28 000 ch, ce serait un manquant de 28 000 × 5 h 10′ = 144 675 ch-h à produire.

Le travail total développé étant de

61 715 × 4 h 10′ + 61 875 × 3 h 25′ = 468 592 ch-h,

l'excédent, soit (468 592 — 7 h 35′ × 28 000) = 256 270 ch-h, serait utilisé à refouler l'eau. Le rendement de cette eau en travail étant de 0,80 × 0,80 = 0,64, soit 0,60 pour tenir compte des différences des hauteurs de refoulement et de chute, 256 270 ch-h donneraient nets 256 270 × 0,60 = 153 762 ch-h, soit (153 762 — 144 675) = 9087 ch-h en plus pour parer aux pertes de toute nature.

Le volume d'eau à refouler à 50 m de hauteur serait égal à

$$\frac{256\,270 \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 50{,}00} = 1\,079\,000 \text{ m}^3,$$

volume qui, sur 1,66 m de hauteur seulement, tiendrait dans un réservoir de 65 hectares.

En vives eaux et en jusant, le volume d'eau écoulé en 5 h 10′ dans la mer serait de

$$\frac{22\,060\,000 + 20\,850\,000}{2} \times 4{,}50 + \frac{20\,850\,000 + 12\,680\,000}{2} \times$$

$$\times 4{,}00 + \frac{12\,630\,000 + 7\,100\,000}{2} \times 3{,}16 = 194\,859\,900 \text{ m}^3.$$

La chute moyenne étant de 3 m, la puissance développée serait de

$$\frac{194\,859\,900 \times 1\,026 \times 3{,}00 \times 0{,}80}{270\,000 \times 5 \text{ h } 10} = 344\,113 \text{ ch.}$$

En flot, le volume d'eau introduit dans le bassin en 3 h 35′ serait de

$$\frac{21\,700\,000 + 20\,850\,000}{2} \times 3{,}16 + \frac{20\,850\,000 + 12\,680\,000}{2} \times$$

$$\times 4{,}00 + \frac{12\,680\,000 + 4\,760\,000}{2} \times 4{,}50 = 173\,529\,000 \text{ m}^3.$$

La chute moyenne étant de 2,25 m, la puissance développée serait de

$$\frac{173\,529\,000 \times 1\,026 \times 2{,}25 \times 0{,}80}{270\,000 \times 3 \text{ h } 35} = 331\,270 \text{ ch.}$$

A la basse mer et au plein, le réservoir élevé aurait à alimenter les turbines pendant 1 h 55′ + 1 h 40′ = 3 h 35′, temps nécessaire à la mer pour monter et descendre de 1,34 m.

Digitized by Google

En admettant comme puissance continue et constante 200000 ch, le réservoir devrait fournir 3 h 35′ × 200000 = 716000 ch-h. L'énergie totale développée étant de 344113 × 5 h 10′ + 331270 × 3 h 35′ = 2964974 ch-h, l'excédent, soit (2964974 — 8 h 45′ × 200000) = 1214974 ch-h, serait employé à refouler l'eau. Le rendement étant de 0,60, l'énergie recueillie serait de 0,60 × 1214974 = 728985 ch-h, soit (728985 — 716600) = 12385 ch-h en plus, qui serviraient à compenser les pertes.

Le volume d'eau à refouler à 50 m de hauteur serait de

$$\frac{1\,214\,974 \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 50{,}00} = 5\,115\,700 \text{ m}^3.$$

La superficie du réservoir étant de 65 hectares, la hauteur d'eau atteindrait

$$\frac{5\,115\,700}{6\,500\,000} = 7{,}87 \text{ m}.$$

On voit ainsi que le réservoir, bien qu'il soit placé à la cote (50,00), aurait encore une grande importance.

La puissance continue et constante toute l'année serait donc de 28000 ch, outre une puissance continue croissant en sept jours et demi de 0 à (200 000 — 28000) = 172000 ch et décroissant de même.

Quant à la puissance moyenne, elle serait de

$$\frac{28\,000 + 200\,000}{2} \times 0{,}90 = 102\,600 \text{ ch}.$$

Les frais d'établissement seraient les suivants :

Barrage à l'entrée de la Rance.....	12 789 000 fr
Bâtiments de l'usine, plancher en béton armé, et logements.....	260 000
25 turbines de 10 000 ch, à 60 000 fr.....	1 500 000
8 puits d'équilibre, à 30 000 fr.....	240 000
3 bassins régulateurs de niveau de la mer, à 50 000 fr.....	150 000
2 conduits de refoulement de 3 000 m de longueur sur 5,00 de diamètre en béton armé, à 550 fr le mètre	3 300 000
Réservoir circulaire de 455 m de rayon, de 65 hectares de superficie, ayant des murs de 8,50 m de hauteur sur 0,30 m d'épaisseur moyenne, en béton armé encastré dans le rocher, soit un cube de 2 800 m par mètre courant, à 150 fr le mètre cube, soit, pour 2 860 m de développement, un volume de 8000 m³ en chiffres ronds....	1 200 000
Travaux d'appropriation du fond, étanchement et achats des terrains.....	301 000
	19 770 000
Dépenses imprévues	1 730 000
Dépense générale.	21 500 000 fr

La puissance continue moyenne, recueillie étant de 102600 ch, le coût d'établissement par cheval ressortirait à

$$\frac{21\,500\,000}{102\,600} = 210 \text{ fr en chiffres ronds}.$$

Les frais annuels d'exploitation seraient de :

Amortissement de 10 pour 100.....	2 150 000 fr
Personnel de l'usine.....	60 000
Réparations, entretien.....	240 000
	2 450 000 fr

soit par cheval-an

$$\frac{2\,450\,000}{102\,600} = 23{,}88 \text{ fr}.$$

Le prix du cheval-heure ressortirait à

$$\frac{23 \text{ fr } 88}{8\,760} = 0{,}00273 \text{ fr seulement}.$$

On pourrait encore aménager la Rance suivant d'autres cycles, notamment en la divisant en deux par un barrage à Saint-Hubert, afin de constituer un réservoir pour agir au plein et au bas d'eau, mais ils seraient plus désavantageux que ceux étudiés ci-dessus.

Enfin, si l'on négligeait les chevaux en plus de 28 000 constants, les frais d'établissement seraient réduits à 18 000 000 fr. Le coût du cheval ressortirait alors à

$$\frac{18\,000\,000}{28\,000} = 643 \text{ fr}.$$

Les frais d'exploitation s'élèveraient à 1 950 000 fr; le cheval-an reviendrait à 69,64 fr et le cheval-heure à

$$\frac{69{,}64}{8\,760} = 0{,}008 \text{ fr}.$$

soit encore à un taux inférieur à celui du cheval hydraulique des hautes chutes de montagnes, ce qui démontre de nouveau la possibilité de capter la puissance des marées de la partie maritime de la Rance, dans des conditions favorables.

Comme sur de nombreux points des côtes françaises, il serait possible d'aménager à des conditions de prix acceptables les baies, anses, estuaires, dépressions et rivières à marées, tels que le Frémur qui passe à Saint-Briac, en vue d'utiliser la force motrice des marées, nous estimons que les opinions contraires qui ont été émises par quelques auteurs d'études faites sans bases définies, ne concordent pas avec la réalité.

Enfin un aménagement donnant une puissance constante pour toutes les marées pourrait être envisagé de la manière suivante :

En mortes eaux et en jusant pendant 4 h 10′ l'énergie totale développée serait de 19 140 ch × 4 h 10′.....	79 730 ch-h
En flot pendant 3 h 25′ elle serait de 21 242 × 3 h 25′.....	72 584
Total.....	152 314 ch-h

en 7 h 35.

Digitized by Google

En vives eaux l'énergie totale développée serait :

En jusant pendant 5 h 10', de 111 763 × 5 h 10'	577 480 ch-h
En flot en 3 h 35', de 113 150 × 3 h 35'	405 410
Total.....	982 890 ch-h

en 8 h 45.

En admettant comme puissance continue et constante 35 000 ch-h, l'énergie totale serait par marée :

En mortes eaux, de 35 000 × 12 h 45'.....	446 250 ch-h
En vives eaux, de 35 000 × 12 h 20'.....	431 670
En mortes eaux le déficit par marée serait donc de 446 250 — 152 314.....	293 936
En vives eaux il y aurait au contraire un excès de 982 890 — 431 670	551 220 ch-h

En se reportant à un diagramme analogue à celui de la figure 26, on reconnaît que les 35 000 ch de puissance correspondent sensiblement à une marée de 8,50 m; or, dans un cycle lunaire, il y a sept marées 1/2 ayant 8,50 m au moins d'amplitude. Il resterait 6 marées 1/2 donnant moins que la force motrice nécessaire. Il y aurait donc plus que compensation entre l'excès d'énergie des marées supérieures à 8,50 m et les 6 marées 1/2 plus petites. En effet, le rendement en force motrice nette des 551 220 ch-h en excédent pour une marée de vives eaux serait au moins de 551 220 × 0,60 = 330 732 ch-h, supérieurs de (330 732 — 283 936) = 36 796 ch-h au supplément de force motrice nécessaire pour les petites marées de mortes eaux.

Le système serait ainsi bien équilibré, mais il convient de déterminer le volume maximum d'eau à refouler à 50 m de hauteur.

Or, en vives eaux, l'énergie disponible pour élever l'eau serait de 551 220 ch-h; ils permettraient de refouler

$$\frac{551\,200 \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 50{,}00} = 2\,320\,930 \text{ m}^3 \text{ d'eau.}$$

D'autre part, le volume à élever pour obtenir une puissance de 35 000 ch à la basse mer et pendant l'arrêt de 3 h 35' des turbines du barrage d'entrée à la basse et à la pleine mer serait de

$$\frac{35\,000 \times 3 \text{ h } 35 \times 270\,000}{1\,026 \times 50 \text{ m} \times 0{,}80} = 828\,950 \text{ m}^3.$$

Le volume maximum total d'eau à emmagasiner pour une marée de 13 m en vives eaux dans le réservoir élevé serait donc de 2 320 930 + 828 950 = 3. 149 880 m³.

Pour une marée de 8,50 m il serait nul. Le volume total à refouler en 7 marées 1/2 pour alimenter les turbines pendant les 6 marées 1/2 inférieures à 8,50 m serait, l'énergie totale pour élever l'eau étant de 324 000 × 7,50 = 2 430 000 ch-h, de

$$\frac{2\,430\,000 \times 270\,000 \times 0{,}80}{1\,026 \times 50} + 829\,000 \times 7{,}50 = 10\,868\,000 \text{ m}^3$$

La superficie de ce réservoir étant fixée à 85 hectares par exemple, la hauteur d'eau atteindrait environ 12,80 m.

Les frais d'établissement s'élèveraient à :

Barrage d'entrée.....	12 789 000 fr
Bâtiments de l'usine et logements.....	201 000
10 turbines de 6 000 ch, à 50 000 fr.....	500 000
2 puits d'équilibre, à 30 000 fr.....	60 000
1 bassin régulateur de niveau de la mer, à 50 000 fr.....	50 000
2 conduits de refoulement de 3 000 m de longueur sur 5 m de diamètre en béton armé, à 5 50 le mètre.....	3 300 000
Réservoir circulaire de 520 m de rayon, de 85 hectares de superficie, ayant des murs de 13 m de hauteur sur 0,30 m d'épaisseur moyenne en béton armé, encastré dans le rocher, soit un cube de 4 200 par mètre courant, soit, pour 3 300 m de développement, un volume de 13 860 m³, à 150 fr l'un.....	2 079 000
Appropriation du fond, étanchement et achats de terrains.....	321 000
	19 300 000
Dépenses imprévues.....	1 700 000
Dépense générale.....	21 000 000 fr.

Le coût d'établissement par cheval ressortirait à

$$\frac{21\,000\,000}{35\,000} = 600 \text{ fr.}$$

Les frais d'exploitation seraient de :

Amortissement de 10 pour 100.....	2 100 000 fr
Personnel de l'usine.....	70 000
Réparations et entretien.....	280 000
	2 450 000 fr,

soit par cheval-an

$$\frac{2\,450\,000 \text{ fr}}{35\,000} = 70 \text{ fr.}$$

Le prix du cheval-heure serait, par suite, de

$$\frac{70{,}00}{8\,760} = 0{,}008 \text{ fr,}$$

c'est-à-dire le même prix qu'avec la puissance constante de 28 000 ch trouvée pour le cycle précédent, mais ce dernier aurait l'avantage de produire gratuitement, en plus, une énergie moyenne de

$$\frac{172\,000}{2} = 86\,000 \text{ ch-h}$$

par marée, soit 165 100 ch-h par jour.

Il serait donc en définitive plus avantageux, d'autant

Digitized by Google

plus qu'il est rare d'avoir besoin d'une puissance toujours constante dans une usine hydro-électrique.

XI. — Conclusions.

Nous sommes rendu au terme de l'étude du captage et de l'utilisation de la puissance des marées. La complexité des problèmes qu'elle posait a nécessité d'assez longs développements, qui étaient d'autant plus justifiés que la question présente une importance considérable pour notre pays, si favorisé sous le rapport de l'amplitude des marées.

Les trois exemples de captage de force motrice par aménagement des baies de Rothéneuf, de La Rochelle, et de la Rance maritime, que nous avons cités, montrent que ce captage peut se faire à des conditions en général plus avantageuses que pour les hautes chutes de montagnes. Ce résultat, qui est bien fait pour surprendre les ingénieurs et les industriels, est, à notre avis, incontestable. Or, en de très nombreux points des côtes françaises, on pourrait aménager les baies, les rivières à marées, et les dépressions avoisinant la mer, et recueillir ainsi une puissance considérable qui permettrait d'installer de nombreuses usines pour la fabrication de produits divers, et de distribuer la force motrice sur les points du territoire ne pouvant être atteints par les forces hydro-électriques des chutes de montagnes.

Ce captage de la puissance des marées aurait en outre l'important résultat de supprimer l'emploi du charbon dans de nombreuses usines, et, par suite, d'éviter à la France des sorties d'or considérables.

L'utilisation de la puissance des marées devrait donc être favorisée par tous les moyens. Il serait facile d'y arriver par des mesures analogues à celles prises pour l'étude et l'aménagement des cours d'eau des montagnes. Elles consisteraient en premier lieu à constituer pour chaque baie, anse, rivière à marée, ou dépression susceptible d'être endiguée, un dossier analogue à celui établi pour chaque cours d'eau de montagne, qui comprendrait :

Une carte au 1/50 000 de la région ;

Une carte marine détaillée à l'échelle de 1/14 400 ou de 1/7200 ;

Une note sur l'amplitude et le régime des marées, avec courbes pour le cycle lunaire entier, et sur la manière dont se comporte la mer au point considéré ;

Une notice sur les usines et les industries de la région, sur les besoins en force motrice et en lumière électrique des agglomérations voisines pouvant être desservies ;

Enfin une note sur la puissance approximative à capter, sur les moyens d'y parvenir et sur les travaux à exécuter.

Les industriels, qui désireraient établir une usine hydro-électrique en un point déterminé, trouveraient ainsi des renseignem ents précieux qui leur éviteraien des recherches et des dépenses, et faciliteraient l'exécution des travaux. Mais il faudrait créer un service des forces hydrauliques des marées.

D'autre part, les formalités pour parvenir à aménager une baie sont actuellement longues et compliquées, parce qu'elles mettent en action quatre ministères ; elles pourraient certainement être simplifiées et écourtées, sans cesser de présenter des garanties suffisantes. En outre il serait nécessaire de subordonner au captage de la force motrice tous les autres intérêts en présence, car elle devrait tout primer, et de n'imposer par suite au concessionnaire, en vue de ménager les intérêts des tiers, que des travaux peu importants, peu coûteux et réellement indispensables ; les populations maritimes, comme les commissions nautiques, composées de marins pratiques, ont, en effet, trop de propension à attacher plus d'importance qu'il ne faudrait à des intérêts locaux qui devraient, la plupart du temps, s'effacer devant l'intérêt autrement important qu'il y a à procurer au pays de la force motrice à bon marché, et à réduire par suite la consommation de charbon.

L'importance de l'utilisation de la puissance des marées demande que les mesures propres à faciliter l'aménagement des côtes françaises soient prises, afin d'assurer à notre pays les énormes disponibilités de force motrice dont il aura besoin après la guerre pour son développement industriel.

Mais il faudrait que nos industriels, nos sociétés financières et nos fabricants de turbines et d'appareils électriques fassent preuve, de leur côté, d'initiative et d'activité pour mettre le plus rapidement possible en valeur le nouveau champ d'action que la nature leur offre, et qu'ils ne laissent pas à des étrangers, comme souvent cela s'est produit, le soin de venir exploiter à leur profit nos richesses nationales.

C'est le vœu que nous formons en terminant notre travail.

E. Maynard,

Ingénieur des Ponts et Chaussées, précédemment Ingénieur du Service maritime à La Rochelle et à Saint-Nazaire

Digitized by Google

La production électrochimique industrielle des composés nitrés : acide nitrique et dérivés, cyanamide, azotures (*Suite et fin*)

Dans cette deuxième et dernière partie, M. Jean Escard indique le procédé de fabrication de la cyanamide par réaction de l'azote sur le carbure de calcium ; il énonce les propriétés caractéristiques de ce corps et ses applications industrielles, obtention de l'ammoniaque et des cyanures, utilisation comme engrais, mais après des traitements spéciaux tels que granulation, briquetage, huilage qui le rendent plus maniable. Il termine par l'étude de la fixation de l'azote sous forme d'azotures de bore, de magnésium et d'aluminium et décrit aussi la préparation, les propriétés et les utilisations de ces composés. A titre documentaire, nous signalerons la conférence faite sur le même sujet par M. Arthur-H. Noyes et publiée dans « Journal of the Washington Academy of Sciences, » 19 juin 1918, t. VIII, p. 381-394.

II. — Cyanamide calcique.

On sait qu'on appelle *amides* les corps résultant de la déshydratation des sels ammoniacaux. Si nous considérons le cas particulier du cyanate de calcium $CAzO.AzH^4$, la cyanamide correspondante sera le corps précédent diminué d'une molécule d'eau ou CAz^2H^2. La *cyanamide calcique* dérive de cette dernière formule, qui est celle de la cyanamide vraie, par la substitution d'un atome de calcium à deux atomes d'hydrogène. Sa formule est donc CAz^2Ca. On la désigne industriellement et commercialement sous les noms de *chaux-azote*, *chaux azotée*, *azote-chaux* et, le plus souvent, sous celui de *cyanamide*.

Fabrication. — La fabrication de la cyanamide repose sur la réaction, découverte par Frank et Caro, de l'azote sur le carbure de calcium. On a en effet :

$$C^2Ca + 2Az = CAz^2Ca + C.$$

Au début de cette industrie, la cyanamide était obtenue directement à partir de chaux, de charbon et d'azote. On faisait arriver directement de l'azote dans un four électrique renfermant un mélange de chaux et de charbon ; le produit ainsi obtenu renfermait de 12 à 15 pour 100 d'azote.

Actuellement, on prépare d'abord isolément le carbure de calcium, puis on le soumet dans des fours spéciaux, et à une température suffisamment élevée, à l'action de l'azote. La combinaison est facilitée par la présence de certains catalyseurs tels que le fluorure ou le chlorure de calcium qui permettent d'abaisser la température où commence l'absorption et à partir de laquelle on peut cesser le chauffage ; ces corps permettent en outre d'augmenter dans de grandes limites la rapidité de l'opération et d'obtenir une teneur plus élevée en azote. Par contre, le chlorure de calcium présente l'inconvénient de rendre la cyanamide hygroscopique et de former avec la chaux en excès dans le carbure un oxychlorure de calcium ; celui-ci, en mélange avec la cyanamide, foisonne et, par suite, éventre les sacs en cours de route ou dans les dépôts.

L'expérience a démontré qu'une bonne cyanamide nécessitait, comme point de départ de la fabrication, un carbure à 80 pour 100, c'est-à-dire donnant 300 litres d'acétylène par kilogramme ; sinon une partie de ce carbure ne fixe pas l'azote, reste libre dans le produit final et peut être un inconvénient pour l'emploi de la cyanamide comme engrais. De plus, le carbure de calcium doit être réduit en poudre très fine ; dans ce but, il passe d'abord dans un concasseur à mâchoires, puis dans un moulin à boulets et finalement dans un tube-mill à silex ; de là il se rend automatiquement dans une trémie où il est prêt à être chargé dans les appareils à cyanamide.

Ceux-ci consistent en fours cylindriques hermétiquement clos, placés verticalement les uns à côté des autres et formés de deux parties, l'une fixe et l'autre mobile. La partie fixe est recouverte intérieurement d'une épaisse enveloppe calorifuge ; la partie mobile forme le creuset proprement dit qui est muni à sa partie supérieure d'un tuyau plongeant jusqu'au fond et par où arrive l'azote ; il sert également à l'introduction du carbure. Le chauffage s'effectue électriquement à l'aide d'une résistance (baguette) de charbon qu'on porte au rouge par le passage du courant. Comme la réaction est exothermique, le chauffage électrique ne sert en quelque sorte que d'amorçage. Une fois le carbure introduit dans le four, celui-ci est mis en marche par la fermeture du circuit électrique. Dès que le charbon est à la température du rouge, on ouvre le robinet d'arrivée de l'azote ; la réaction s'amorce, puis se propage rapidement dans toute la masse ; elle dure une demi-heure environ pour des charges de carbure de 100 à 150 kg. L'opération est conduite de telle façon que la proportion de carbure non transformé en cyanamide ne soit pas supérieure à 1 pour 100 ; lorsqu'elle est terminée, on retire le creuset et on le laisse refroidir.

L'azote employé dans cette fabrication peut être obtenu par différents procédés. La méthode classique de la fixation de l'oxygène de l'air sur le cuivre est basée sur la facilité avec laquelle le cuivre se combine, à chaud, avec l'oxygène. Le cuivre finement divisé ou en tournure est suspendu dans de l'asbeste contenue dans des cornues chauffées extérieurement à 800° C ; on y fait passer de l'air qui s'y débarrasse entièrement de son oxygène ; l'azote est ensuite débarrassé de l'acide carbonique par son passage à travers une tour à soude caustique. L'humidité est éliminée par réfrigération, puis le gaz passe à travers des lits de chaux, et finalement, à travers du chlorure de calcium. L'azote doit, en effet, être pur et sec, sinon il se produit diverses réactions aux dépens des baguettes de charbon et du carbure de calcium ; le cuivre oxydé est ramené à l'état métallique dans des cornues à l'aide d'un réducteur.

La distillation de l'air liquide (procédés Claude et Linde) s'effectue aisément, dans les usines mêmes de fabrication de la cyanamide. Elle fournit de l'azote très pur. Ce procédé, sagement appliqué, pourrait servir simultanément les deux industries concurrentes du nitrate de calcium et de la cyanamide de calcium ; il suffirait pour cela d'installer une usine à distillation d'air liquide entre une fabrique de cyanamide et une fabrique de nitrate synthétique ; les deux éléments de l'air iraient : l'oxygène à la fabrique de nitrate, l'azote à la fabrique de cyanamide. Il y aurait certainement

Digitized by Google

là un facteur important de diminution des prix de revient de l'une et l'autre fabrication.

On a aussi parlé de l'utilisation de l'air atmosphérique gazeux, l'oxygène étant brûlé à l'état d'anhydride carbonique et oxyde de carbone par son passage sur du charbon, comme dans un gazogène. Il resterait à libérer ensuite l'azote du mélange gazeux.

Actuellement, l'obtention d'une tonne de cyanamide à 15 pour 100 d'azote obtenu à l'aide d'air liquide nécessite les poids suivants de matières premières :

Carbure de calcium	850 kg
Azote	250

On voit qu'on utilise seulement 75 pour 100 environ de l'azote mis en jeu ; l'absorption de ce gaz est donc bien incomplète et le rendement peu satisfaisant.

Propriétés. — La cyanamide calcique pure renferme 35 pour 100 d'azote. Le mélange théorique de ce produit et de charbon provenant de carbure chimiquement pur devrait en contenir 30,4 pour 100 ; avec le carbure riche à 80 pour 100, elle devrait en contenir 25 pour 100. Pratiquement on ne dépasse pas 20 à 21 pour 100 d'azote (1) ; au point de vue de l'emploi de la cyanamide comme engrais, ce pourcentage correspond à la richesse en azote du sulfate d'ammonium.

Nous donnons ci-dessous la composition d'un échantillon de cyanamide brute :

Cyanamide de calcium pure	57 pour 100
Chaux	21
Charbon	14
Carbure de calcium	3,5
Silice	2,5
Oxyde de fer et alumine	1
Carbonate de calcium, soufre, phosphore	1
Humidité	»

La cyanamide brute forme une masse assez compacte renfermant, comme le montre l'analyse ci-dessus, les principales impuretés du carbure ; son broyage est difficile en pratique à cause de la causticité de la chaux qui nuit à la santé des ouvriers (maladies de la peau) ; d'autre part, le carbure de calcium demeuré intact peut présenter de graves inconvénients à la suite du dégagement d'acétylène. On évite tous ces ennuis en traitant la cyanamide par l'eau dès sa fabrication : la chaux est ainsi éteinte et le carbure est décomposé. Le broyage s'effectue alors facilement et sans danger. Ce traitement entraîne l'absorption par la cyanamide de 25 pour 100 d'eau environ et produit ce qu'on appelle la *cyanamide décarburée ;* son titre en azote est évidemment plus bas, soit 15 pour 100 au lieu de 20 pour 100, mais elle acquiert une plus grande valeur marchande et les inconvénients du produit brut ont disparu.

Sa composition moyenne est alors la suivante :

Cyanamide de calcium pure	45 pour 100
Carbonate de calcium	4
Hydrate de calcium	27
Sulfure de calcium	4
Carbone libre	14
Fer et alumine	3
Silice	2
Eau combinée et humidité	5

(1) Le dosage de l'azote dans la cyanamide s'effectue généralement en la décomposant en sulfate d'ammonium (v. *Annales de Chimie analytique*, 15 janvier 1918, p. 3).

Utilisation industrielle. — La cyanamide en poudre ne peut être directement utilisée comme *engrais ;* elle est si fine que le moindre vent l'emporte. Pour la rendre plus maniable et éviter les pertes, on lui fait subir différentes opérations. La plus simple est la *granulation ;* on se contente généralement de la malaxer, au moyen de râteaux, avec une petite quantité d'eau ; il se formule des granules de la grosseur d'un demi-grain de blé. Certaines usines agissent un peu différemment : elles additionnent la cyanamide pulvérulente, au sortir des creusets, de 5 à 10 pour 100 de terre alumineuse (argile, kaolin, marne grasse) et de 0,35 pour 100 environ de caséine, substance capable d'augmenter le pouvoir agglutinant de l'argile en milieu alcalin ; on ajoute finalement de l'eau et on soumet le mélange à un brassage.

Le *briquettage* consiste, comme son nom l'indique, à transformer en briquettes la cyanamide décarburée ; elle est ensuite pulvérisée grossièrement et expédiée dans des sacs.

La *cyanamide huilée* est obtenue en ajoutant à la poudre 4 pour 100 d'huiles lourdes de schiste ; elle est ensuite granulée et possède l'avantage de ne pas être hygroscopique.

Le principal emploi de la cyanamide consiste en son rôle comme engrais. A ce point de vue, elle est aussi efficace que les meilleurs engrais azotés (nitrate de sodium et sulfate d'ammonium). Mêlée à d'autres constituants d'engrais complets (phosphate, potasse), elle améliore leur état mécanique et, par ses propriétés alcalines, empêche la perte de certains oxydes nitreux et le dégagement d'acide chlorhydrique susceptible de détériorer les sacs ; ces corps sont en effet libérés par l'action des acides libres du phosphate acide sur les nitrates et les chlorures.

La cyanamide peut du reste être utilisée pour la fabrication de la *dicyanamide* qui renferme de 60 à 70 pour 100 d'azote et constitue, par suite, un engrais plus riche. La dicyanamide, de composition répondant à la formule $(CAz^2H^2)^2$, est obtenue par le traitement de la cyanamide par l'eau entre 70 et 100° C ; on l'utilise, en dehors de son emploi comme engrais, en teinturerie (couleurs d'aniline), et dans la fabrication des explosifs. D'autre part, la cyanamide, en présence de l'eau, donne de l'ammoniaque, d'après la formule :

$$CAz^2Ca + 3H^2O = CO^3Ca + 2\,AzH^3.$$

L'ammoniaque peut, comme on le sait, être aisément transformée en *sulfate d'ammonium*. Des essais importants sont effectués actuellement en vue de rendre possible industriellement, à l'aide de la cyanamide, la fabrication de ces deux engrais azotés, dicyanamide et sulfate d'ammonium.

La préparation industrielle de l'*ammoniaque*, en partant de la cyanamide, s'effectue facilement en autoclave. On utilise, dans ce but, une chaudière en acier ayant environ 2 m de diamètre et 6 m de longueur et pouvant supporter une pression ultérieure de 20 kg : cm^2 ; elle est munie d'un puissant agitateur. On introduit dans l'autoclave 5 000 litres d'eaux mères provenant d'une opération précédente et on alimente peu à peu avec la cyanamide en agitant continuellement. On ajoute ensuite à la masse les réactifs, soude et chaux, destinés à faciliter le départ de l'ammoniaque en s'opposant à la formation de polymères de la cyanamide difficilement transformables en ammoniaque. On ferme l'autoclave et la vapeur est admise pendant un quart d'heure jusqu'à ce que la pression atteigne 3 ou 4 atmosphères ; la réaction commence à ce moment et se poursuit d'elle-même

Digitized by Google

en donnant naissance à la fois à de la vapeur et à de l'ammoniaque. La pression atteint alors de 12 à 15 atmosphères, la valve d'échappement étant ouverte pour l'évacuation des gaz. Puis la pression s'abaisse lentement; on continue à laisser échapper l'ammoniac en réglant la valve de façon que le pourcentage d'ammoniac dans la vapeur se maintienne à peu près constant, soit entre 30 et 50 pour 100. Après une heure et demie de décharge, le départ de gaz ammoniac cesse.

En dehors des usages précédents, la cyanamide et ses sels alcalins servent, sous forme de « poudres durcissantes ou de cémentation », pour remplacer les cyanures, les ferrocyanures, les déchets de cuir dans la cémentation de l'acier; ces produits sont surtout fabriqués en Allemagne (ferrodur, intensite, késoline) et l'emploi de la cyanamide dans la métallurgie est dû à la propriété qu'elle possède de céder facilement son carbone.

Fondue avec des sels alcalins en présence de carbone, elle donne des *cyanures*. La préparation de l'urée peut de même être réalisée au moyen de la cyanamide; cette dernière, en solution aqueuse, donne en effet, par un traitement acide, une série de produits organiques parmi lesquels se trouve l'urée.

La production mondiale de la cyanamide est en croissance constante; pendant plusieurs années, elle a même été l'un des principaux débouchés des fours à carbure de calcium en écoulant leur surproduction. En 1912, la production mondiale était de 105 000 t, en 1913 de 155 000 t; actuellement, elle est de 210 000 t environ. Ce sont le Canada et l'Italie qui en fournissent la plus grande quantité (50 000 et 70 000 t); viennent ensuite l'Allemagne (35 000 t), la Norvège (30 000 t), la France (20 000 t) et la Suisse (18 000 t). La principale usine française est celle de la « Société française des Produits azotés », installée à Notre-Dame-de-Briançon (Savoie), placée côte à côte d'une ancienne usine à carbure; la « Société de l'Azote » possède une usine à Bozel (Savoie). Les usines italiennes sont beaucoup plus nombreuses (Collestate, Piano d'Orte, Sebenico, San Marcel d'Aoste). En Allemagne, il convient de citer celles de Trotsberg (Bavière), Knapsaek (près de Brühl-sur-le-Rhin), Westeregeln, Mühlthal (près de Bromberg). La principale usine norvégienne est celle d'Odda; elle est exploitée par une société anglaise, la « North Western Cyanamide ». La « Société suisse des Produits azotés » possède une importante fabrique à Martigny (14 000 t). Citons enfin « l'American Cyanamide Co » dont les usines, actuellement exploitées, sont à Niagara Falls (Canada).

III. — Azotures métalliques.

Généralités. — La fabrication des azotures offre la troisième solution pratique de la fixation industrielle de l'azote et de son utilisation pratique. Contrairement à ce qu'on a pensé pendant longtemps, l'azote peut se combiner à un assez grand nombre d'éléments métalliques en donnant naissance à des azotures très stables, formés avec de grands dégagements de chaleur. Voici, d'après C. Matignon, les chaleurs de formation de quelques azotures rapportées à une quantité d'azote Az^2 :

Magnésium	119,7 cal.
Calcium	111,2
Silicium	90,0
Aluminium	110,0

L'azote est cependant inerte au point de vue de la difficulté qu'on éprouve à le faire sortir, dans ses réactions, de sa zone de frottement, c'est-à-dire de repos chimique. Aussi, pour provoquer les réactions dans lesquelles il intervient, doit-on généralement porter le système à une température élevée.

Les recherches sur les azotures sont assez nombreuses; on a tenté, en réalité, la préparation des azotures d'aluminium, de titane, de calcium, de magnésium, de silicium. Très souvent on n'a pu obtenir, par réduction au moyen du charbon, que des carbures renfermant une plus ou moins grande quantité d'azoture. Actuellement, on obtient industriellement l'azoture de bore, l'azoture de magnésium et surtout l'azoture d'aluminium. L'azoture de titane se forme accidentellement dans les alliages ferreux de ce métal; l'affinité du titane pour l'azote est même utilisée en métallurgie pour l'épuration des aciers qu'on débarrasse de cet élément gênant par une addition de ferro-titane.

Azoture de bore. — Ce composé, qui est à la fois très réfractaire et isolant, est employé dans les fours destinés aux opérations de fusion des métaux peu fusibles tels que le tungstène, le molybdène, le titane, car il est stable même aux plus hautes températures de l'arc électrique. Il n'a pas d'affinité chimique visible, constitue un excellent calorifuge et possède une grande résistivité même à une température très élevée. C'est, en effet, un isolant électrique parfait : à 1 200°, sous une épaisseur de 3 mm, une différence de potentiel de 500 v ne donne pas trace d'un courant mesurable. Il est donc tout indiqué pour constituer des fours à agglutiner les substances les plus réfractaires. Aussi l'a-t-on utilisé avec succès pour la fusion et l'agglomération du carbure de bore, du tungstène et du bore lui-même, ce dernier ne fondant qu'à 2 300°. Le four électrique à azoture de bore est, pour cette raison, devenu un auxiliaire important des laboratoires industriels.

Azoture de magnésium. — La fixation de l'azote atmosphérique au moyen du magnésium, préparé par voie électrolytique dans un four électrique du genre four à aluminium, donne théoriquement un bon rendement, supérieur à celui de la fixation à l'état de cyanamide. Avec un rendement de l'électrolyse égal à 80 pour 100, 1 kw-an peut donner 630 kg de magnésium fixant 240 kg d'azote. Cependant, le magnésium est difficile à isoler à l'état pur en raison de sa faible densité qui le fait flotter sur les bains de sels fondus et l'amène au contact de l'air où il s'oxyde. On tourne la difficulté en préparant des alliages d'étain et de magnésium; ces alliages fixent également l'azote et présentent l'avantage, grâce à leur plus forte densité, de rester au fond du mélange salin fondu.

Dans le procédé E. Beck, l'opération s'effectue ainsi qu'il suit :

On part de la carnallite, chlorure triple de potassium, de sodium et de magnésium (41,6 % Cl^2Mg; 32,7 % ClK; 25,7 % ClNa) que l'on rencontre principalement à Stassfurt, dans laquelle on fait dissoudre une certaine quantité de magnésie. L'appareil qui sert dans ce but est un four électrique à électrolyse : son pôle positif est constitué par un cylindre de charbon de cornue et son pôle négatif par une tige ou un bain d'étain. Dès que le courant traverse l'appareil, le mélange entre en fusion, puis c'est le tour de l'étain qui s'allie avec le magnésium résultant de la décomposition électrolytique du bain. Lorsque l'étain est complètement saturé, on arrête le courant et l'on fait barboter de l'azote dans l'alliage liquide rassemblé au pôle négatif. On utilise pour cela une conduite de fer protégée par un garnissage

Digitized by Google

en terre réfractaire. L'étain reste inaltéré, tandis que le magnésium se combine à l'azote gazeux et forme un azoture.

Il est dès lors facile, en traitant ce composé par de la vapeur d'eau, d'obtenir de l'ammoniaque, d'après la réaction suivante :

$$Az^2Mg^3 + 3H^2O = 2AzH^3 + 3MgO.$$

On retrouve donc de la magnésie qui peut de nouveau rentrer en fabrication et abaisser ainsi le prix de revient de l'opération Quant à l'ammoniaque, on la condense ou on l'absorbe à l'état de sels ammoniacaux (sulfate) par les moyens ordinaires.

L'emploi de fluorures fondus comme dissolvants de la magnésie est plus avantageux que celui des chlorures, parce que les fluorures ne s'électrolysent pas avant la magnésie, contrairement aux chlorures ; de plus, le bain est meilleur conducteur du courant et augmente le degré de dissociation électrolytique de la magnésie en dissolution. Il ne faut cependant pas forcer la dose de fluorure (fluorure de baryum) qui augmente la densité du liquide et crée des difficultés pour l'entraînement du magnésium à la partie inférieure du bain ; le fluorure de baryum, dans le cas envisagé, élève en outre le point de fusion de l'électrolyse.

Azotures d'aluminium. — On peut les obtenir de différentes façons :

a) Réaction à haute température entre l'aluminium et l'air ou l'aluminium et l'azote ; entre l'aluminium, l'azote et le charbon ; entre l'aluminium, le charbon et l'azote :

b) Action de l'azote sur un mélange d'alumine et de carbure d'alumine ; sur un mélange d'alumine et de charbon, etc.

La réduction du mélange d'alumine et de carbure s'effectue d'après la formule :

$$Al^2O^3 + C^3Al^4 + 6Az = 6AzAl + 3CO, \qquad A)$$

la réaction s'effectue à la température de 700°.

En partant du carbone, de l'alumine et de l'azote, on a l'équation suivante :

$$Al^2O^3 + 3C + 2Az = Az^2Al^2 + 3CO. \qquad B)$$

Cette réaction, qui s'effectue déjà dans de bonnes conditions à 1500°, quoique très lentement, devient très rapide à 1800°, au point que quelques minutes suffisent pour la formation de l'azoture.

Fabrication. — Le procédé généralement appliqué dans l'industrie est celui de Serpek ; il est basé sur la réaction (B) qui peut être aidée par la présence de certains catalyseurs tels que l'hydrogène et le fer. C. Matignon a reconnu en effet, il y a quelques années, que la fixation de l'azote sur l'aluminium se fait beaucoup mieux en utilisant l'ammoniaque que l'élément azote lui-même, bien que, à la température de la réaction, le gaz ammoniac soit complètement dissocié en ses éléments. Serpek a montré depuis qu'effectivement l'hydrogène activait la réaction et que le fer et d'autres métaux jouaient un rôle semblable. Ces catalyseurs permettent d'abaisser à 1500° et même au-dessous la température de l'opération ; cela présente un grand intérêt pratique.

Il faut, du reste, remarquer que le minerai générateur d'alumine, la bauxite, est toujours plus ou moins riche en fer ; chauffé en présence du charbon, il peut donc fournir directement le fer nécessaire à la catalyse.

Le four électrique utilisé pour la fabrication de l'azoture d'aluminium diffère assez sensiblement des autres systèmes de fours électriques. La fabrication de ce corps nécessite en effet un milieu privé de gaz carbonique ; de plus, le revêtement intérieur de l'appareil, qui est un four tournant dans le genre de ceux employés dans l'industrie des ciments, doit rester solide à une température voisine de 2000° et, en outre, demeurer isolant pour le courant électrique à cette température. L'azoture d'aluminium possédant lui-même ces qualités essentielles, on l'utilise pour le revêtement intérieur du four.

Les fours tournants sont formés de deux cylindres placés l'un au-dessous de l'autre ; ils sont légèrement inclinés en sens inverse et viennent déboucher par l'une de leurs extrémités dans une chambre fixe. Dans la partie centrale du cylindre inférieur, se trouve le four électrique proprement dit. Celui-ci est chauffé par des résistances diamétrales, perpendiculaires à l'axe du cylindre et en contact par leurs extrémités avec des têtes d'électrodes noyées dans la paroi et émergeant à l'intérieur. Les résistances sont constituées par des anneaux en charbon emboîtés les uns dans les autres. Sur les têtes des électrodes à l'extérieur, on peut exercer sur les rondelles de la résistance des pressions variées qui permettent d'augmenter ou de diminuer sa valeur ; ces pressions sont obtenues à l'aide de simples vis de serrage. Le four comporte huit résistances à rondelles, toutes diamétrales, mais placées alternativement dans une direction et dans la direction perpendiculaire.

Un tel four est alimenté par un courant de 10 000 A sous 230 V. Chacun des deux longs cylindres de circulation du mélange initial (bauxite et charbon) a une longueur de 25 m ; le mélange, soumis à l'action de l'azote, stationne dans le four électrique proprement dit pendant le temps nécessaire à la réaction ; on règle ce temps d'après la vitesse de circulation des matières à l'entrée de l'appareil, la vitesse de rotation et l'inclinaison de tout le système tournant.

La bauxite est introduite dans le four par la partie supérieure du premier cylindre à l'aide d'une ouverture ménagée à cet effet ; elle descend peu à peu par l'effet de la pente et du mouvement de rotation imprimé à l'appareil ; elle arrive ensuite dans le four fixe où elle rencontre le charbon provenant d'une trémie ; elle se mélange avec lui, puis l'ensemble passe dans le second cylindre, arrive dans le four électrique et s'y rencontre avec du gaz de gazogène circulant en sens inverse, c'est-à-dire introduit à l'extrémité inférieure du deuxième cylindre. On obtient finalement un azoture cristallisé renfermant de 30 à 35 pour 100 d'azote. Comme il se produit, outre l'azoture, de l'oxyde de carbone, on utilise ce dernier en le conduisant, par des dispositifs appropriés, à la base du cylindre supérieur ; les calories produites servant au chauffage de la bauxite qui progresse dans ce premier cylindre en sens inverse des produits de la combustion. L'azote utilisé provient des gaz de gazogènes installés à cet effet.

Les installations récentes ont perfectionné et simplifié le four tournant précédent ; celui-ci ne comporte qu'un seul cylindre. Le four électrique proprement dit, ou *section électrique* du four tournant, comme on l'appelle, a toujours la forme cylindrique, mais le système des résistances de chauffage est différent. Aux extrémités du cylindre sont encastrés dans la paroi deux énormes anneaux de charbon perpendiculaires à l'axe du four ; ils sont en relation avec des parties métalliques émergeant à l'extérieur et reliées au circuit électrique d'alimentation ; d'autre part, ils font saillie à l'intérieur et emprisonnent, en quelque sorte, entre eux le mélange à réduire qui, plus ou moins conducteur

Digitized by Google

forme la résistance proprement dite du four. On travaille du reste avec un excès de charbon dans le mélange des matières premières, de manière à accroître la conductibilité électrique.

L'ensemble de ce dispositif présente, au point de vue pratique, deux avantages importants, l'un économique, l'autre technique :

a) En utilisant, pour le chauffage des matières premières, les gaz combustibles formés dans le gazogène après le départ de l'azote, il permet l'emploi méthodique des calories produites et réduit au minimum la quantité de chaleur à fournir par l'énergie électrique. La possibilité de calciner la bauxite, avant de la mélanger au charbon, supprime toute perte inutile de charbon pendant la calcination proprement dite lorsque les deux corps sont en présence.

b) En effectuant le mélange intime des matières, charbon et bauxite, avant leur arrivée dans le four électrique, et en imprimant à l'appareil un mouvement de rotation, on assure l'homogénéité et le contact parfait de ces matières solides avec le gaz azote. Le produit final obtenu, c'est-à-dire l'azoture, en bénéficie d'autant quant à sa pureté et à sa teneur en azote.

Propriétés et utilisation. — L'azoture d'aluminium préparé au four électrique par le chauffage d'un mélange de charbon et d'alumine dans un courant d'azote est une masse formée par des cristaux gris bleu de très petites dimensions; broyés, ils se transforment assez facilement en poudre. Cette dernière se laisse attaquer difficilement par les alcalis dilués et, même au bout de quelques jours, le contact de l'eau ne produit aucun dégagement gazeux. L'eau bouillante sous pression, l'alumine de sodium et les alcalis provoquent un dégagement d'*ammoniac*. Avec l'eau, on a l'équation

$$Az^2 Al^2 + 3H^2 O = 2Az H^3 + Al^2 O^3.$$

On opère généralement à l'aide d'une solution d'aluminate de sodium marquant 20° B^é. Le nitrure est chauffé sous pression dans ce liquide. L'alumine est ainsi précipitée et vient s'ajouter à celle qui provient de la décomposition de l'aluminate. Le prix de revient de l'*alumine* obtenue simultanément serait moitié moins grand que celui de l'alumine extraite directement de la bauxite par le procédé Bayer. On sait, en effet, que ce procédé, qui est le plus généralement employé, consiste à attaquer la bauxite par une lessive d'aluminate de sodium concentrée à 40° B^é avec un rapport moléculaire de Na OH à Al $(OH)^3$ variant de 5 à 6 et dans un autoclave à 150° environ ; la pression est de 6 à 8 kg : cm^2. En opérant avec l'azoture d'aluminium, on peut attaquer ce dernier à l'ébullition sous faible pression avec, comme il a été dit, une lessive à 20° B^é, et on obtient précisément une liqueur marquant 20° B^é. Il n'est donc pas nécessaire, dans ce dernier cas, de faire comme avec la bauxite une concentration du liquide sortant des décomposeurs pour les porter de 20 à 40° B^é.

Cette diminution du prix de revient de l'alumine par l'emploi de l'azoture d'alumine ne peut manquer d'avoir, dans un délai plus ou moins rapproché, une répercussion importante sur le prix et le développement de l'aluminium métal.

Si, au lieu d'envisager la production simultanée d'alumine et d'ammoniaque, on a simplement en vue la fabrication de l'ammoniaque, l'emploi de l'azoture pour cette application est des plus pratiques. L'alumine, produite en même temps que l'ammoniac, peut, en effet, rentrer en fabrication pour fournir une nouvelle quantité d'azoture et ainsi de suite. Dans ce cas, la décomposition de l'azoture est encore simplifiée par ce fait qu'il n'est plus nécessaire d'obtenir de l'alumine pure ; au contraire, les impuretés catalysantes de cette dernière facilitent la production d'un azoture riche, comme nous l'avons vu plus haut ; par conséquent, l'opération n'en est que plus économique et plus simple.

Comme *produit réfractaire*, l'azoture d'aluminium présente des propriétés remarquables ; aussi est-il susceptible de rendre des services comme revêtement intérieur des fours fonctionnant en allure réductrice ou légèrement oxydante.

Jean Escard,
Ingénieur civil, Lauréat de l'Institut.

Revues, analyses et informations

Les éclateurs des parafoudres ; leur rôle dans la protection contre les tensions à front d'onde raide, ou tensions de choc (1).

Un parafoudre à haute tension comprend en général deux parties : d'abord un éclateur pour décharger les tensions anormales, ensuite un moyen d'empêcher la tension normale de la ligne d'entretenir un arc de puissance dans l'éclateur. On a cherché jusqu'ici surtout à bien assurer la coupure de cet arc de puissance et l'on ne fait que commencer à donner l'attention voulue à l'éclateur lui-même.

Il est très simple d'établir une « soupape de sûreté électrique » sous forme d éclateur pour décharger les tensions anormales de basse fréquence, mais lorsqu'on a affaire aux fronts d'onde raide, ou *tensions de choc*, comme on peut les appeler (*impulse voltages*), il se produit certaines complications dues au retard diélectrique de l'étincelle. Ce phénomène a été étudié depuis une dizaine d'années par plusieurs observateurs, parmi lesquels il faut citer Creighton, Steinmetz, Hayden, Peek. C'est ce dernier qui a fourni les premières données quantitatives sur la rigidité diélectrique des différentes formes d'éclateurs sous l'action des tensions momentanées de caractéristiques prédéterminées avec soin. Ses recherches ont établi le fait que certaines formes d'éclateurs demandent, pour décharger un choc à haute fréquence, une tension beaucoup plus élevée que pour décharger une tension continuellement appliquée. Le nom de « rapport de choc » (*impulse ratio*) a été donné au rapport de la tension de rupture par choc d'un éclateur à sa tension de rupture par application continuelle de la tension. On a trouvé que ce rapport de choc variait avec la forme des électrodes de l'éclateur, la longueur de son intervalle

(1) Nous adopterons ici l'expression « tension de choc » pour traduire l'expression anglaise *impulse voltage*, qui désigne une *tension à front d'onde raide*. *Impulse*, qui désigne une onde mobile à front raide, sera traduit par *choc*.

Digitized by Google

et la forme de l'onde de choc appliquée. Dans le cas de l'éclateur à pointes d'aiguille, par exemple, on a trouvé que le rapport de choc était beaucoup plus grand que 2 dans certaines conditions. L'éclateur à sphères, d'autre part, a un rapport de choc sensiblement égal à 1 pour des longueurs d'intervalle très différentes. Peek est arrivé à la conclusion générale qu'un éclateur dans lequel la décharge est précédée par des effluves (*corona*) aura en général un rapport de choc plus grand que l'unité, ce rapport de choc croissant avec le défaut d'uniformité du champ et avec la raideur du front de l'onde appliquée.

Peek a discuté la relation de ses recherches avec la protection contre les surtensions. Il a indiqué l'avantage d'un faible rapport de choc pour un éclateur de parafoudre et montré la supériorité de l'éclateur à sphères sur le simple éclateur à cornes qu'on emploie d'ordinaire pour les parafoudres à haute tension.

De nouvelles recherches sur ce sujet ont conduit un ingénieur américain à l'invention d'un dispositif qu'il a décrit dans un mémoire récemment publié (1).

Protection contre les tensions de choc. — Les études rappelées ci-dessus ont fait faire un grand progrès dans la protection contre les perturbations en ligne à front d'onde raide. Avec un parafoudre à électrodes sphériques, l'ingénieur exploitant peut être sûr que la tension par rapport au sol, au point où le parafoudre est installé, ne dépassera jamais sensiblement la tension à laquelle l'éclateur laisse passer la décharge sous une fréquence de 60 p : sec. Mais la question qui se pose est celle-ci : obtient-on ainsi la meilleure protection contre les ondes à front raide ? Il faut ici se rappeler un fait bien connu, c'est que le danger d'une tension de choc, pour le matériel électrique, peut être tout à faithors de proportion avec l'amplitude de cette tension de choc. Soit, par exemple, un enroulement de transformateur établi pour 50 000 v, Si on lui applique 100 000 v à la fréquence normale, les efforts appliqués à l'isolant ne seront que doublés. Mais si on lui applique un choc de haute fréquence de 100 000 v, les efforts en certains points de l'isolant seront bien des fois supérieurs aux efforts normaux à cause de l'*amoncellement* de la tension à front raide sur les spires terminales de l'enroulement. Donc, si l'on veut protéger l'enroulement par un éclateur mis en dérivation sur lui, cet éclateur doit avoir une action sélective : il doit décharger un choc de haute fréquence à une tension plus basse qu'une force électromotrice anormale de la fréquence du réseau.

On constate aussi le besoin de cette action sélective en considérant les combinaisons possibles d'un choc de haute fréquence avec l'onde de tension normale de la ligne. Considérons les trois combinaisons que représente la figure 1, et leur effet sur un enroulement protégé par un éclateur.

Cas A. — *Le choc se produit au moment où la tension de la ligne passe par zéro.* — La tension en ligne, dans ce cas, n'influence pas l'effet du choc. Les efforts appliqués à l'isolant d'un enroulement et les caractéristiques de décharge de l'éclateur qui le protège seront les mêmes que si le choc seul était appliqué.

Cas B. — *Le choc se produit à l'instant du maximum de la tension en ligne et s'ajoute à elle.* — Dans ce cas, la force électromotrice totale appliquée à l'éclateur et tendant à le décharger est égale à la somme de la tension de la ligne et de la tension de choc Les efforts diélectriques entre spires de l'enroulement, d'autre part, dépendent surtout de la valeur du choc seul, puisque la fréquence du réseau ne peut pas faire naître une haute tension entre spires. Il semble que, dans ce cas, l'éclateur donne une meilleure protection que dans le cas A. Supposons, par exemple, l'éclateur réglé à une tension double de celle de la ligne. Dans le

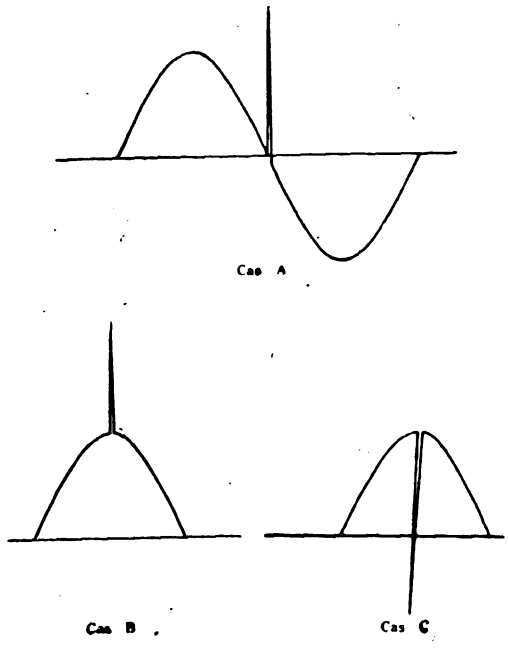


Fig. 1.

cas A, un choc d'une tension égale à deux fois celle de la ligne peut être appliqué à l'enroulement sans que l'éclateur fonctionne, tandis que, dans le cas B, la tension de choc maximum qui peut être appliquée à l'enroulement sans faire décharger l'éclateur est juste égale à la tension en ligne.

Cas C. — *Le choc se produit à l'instant du maximum de la tension en ligne et se retranche de celle-ci.* — Dans ce cas, il est évident que l'éclateur donne une protection beaucoup moindre que dans les deux cas précédents. Une très forte tension de choc peut être appliquée à l'enroulement sans produire aucune élévation de tension à l'éclateur. Mais, si la présence de l'onde de fréquence normale empêche le choc de produire une surtension à l'éclateur, elle n'empêche pas l'effet destructeur du choc de s'exercer sur l'enroulement. Supposons encore que l'éclateur soit réglé pour une tension double de celle de la ligne ; on peut appliquer une tension de choc égale au double de la tension en ligne sans produire aucune surtension à l'éclateur, et il faudra une tension de choc égale à *trois fois* la tension en ligne pour le décharger. Il y a là un danger sérieux, qui ne paraît pas avoir été bien discerné. Une bonne protection exige donc un éclateur très sensible aux fronts d'onde raides. Il est vrai que, si l'onde de choc est oscillante, la seconde demi-période peut produire la décharge d'un éclateur ordinaire, mais cette décharge vient trop tard pour protéger l'enroulement contre l'effet destructeur de la première demi-période du choc.

(1) Chester T. Allcutt, *Proceedings of the American Institute of Elect. Eng.*, mai 1918, t. XXXVII, p. 519-549, 9 000 mots, 17 fig.

Digitized by Google

Eclateur protégeant contre les chocs. — Dans sa forme la plus élémentaire, il comprend deux éclateurs en série, chacun d'eux étant shunté par une impédance relativement forte. A la fréquence de la ligne, ces impédances sont proportionnelles aux tensions de décharge respectives des éclateurs qu'elles shuntent, mais elles sont établies de façon à changer de manières différentes avec les variations de fréquence, de sorte que, sous l'action d'un choc à haute fréquence, l'une des impédances devient beaucoup plus grande que l'autre et oblige la plus grande partie de l'onde à haute fréquence à s'accumuler sur un des éclateurs. La décharge de cet éclateur a pour effet de reporter toute la tension sur l'autre, qui se décharge à son tour.

La figure 2 représente schématiquement un éclateur ainsi construit. L'un des deux intervalles égaux, g et g', est shunté

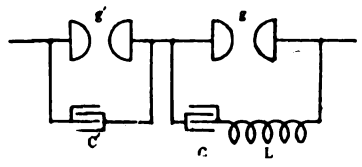


Fig. 2.

par un condensateur C' et l'autre par un condensateur C de même capacité et une inductance L. A la fréquence de la ligne, la réactance inductive de L est inappréciable devant les réactances de capacité des condensateurs et ne cause donc pas de déséquilibre de tension aux bornes des deux intervalles. Au contraire, pour un choc de haute fréquence, les condensateurs n'offrent que très peu d'impédance et la plus grande partie de la tension à haute fréquence apparaît aux bornes de l'inductance L et, par suite, à celles de l'éclateur g. La décharge de l'éclateur g est immédiatement suivie, en général, de la décharge de g'.

L'expérience a montré qu'on obtenait de meilleurs résultats avec un seul éclateur, muni d'une électrode intermédiaire, qu'avec deux éclateurs distincts. La figure 3 repré-

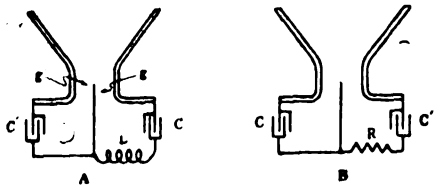


Fig. 3.

sente deux éclateurs ainsi construits. Le type A est un éclateur à cornes ayant une électrode auxiliaire placée à égale distance entre les cornes et reliée à l'une d'elles par l'intermédiaire d'un condensateur C' et à l'autre par un condensateur C et une inductance L. Dans le type B, l'inductance L est remplacée par une résistance R, ce qui est plus commode, car l'inductance L doit être fort volumineuse, à moins qu'on n'emploie des condensateurs de capacité élevée. Avec ce type B, des capacités n'ayant pas plus de 10^{-11} farad ont donné de très bons résultats. D'autres types encore ont été essayés, mais le type B s'est montré préférable à tous et c'est sur lui qu'ont porté les expériences. Comme électrode auxiliaire, on a employé un fil de petit diamètre (c'est-à-dire pratiquement une électrode à pointe) qui s'est mieux comporté que les électrodes sphériques ou cylindriques.

Les figures 4 et 5 représentent deux réalisations du type B, ne différant que par la forme des électrodes à corne. L'éclateur de la figure 4 a des cornes simples faites d'une tige en bronze de 0,95 cm de diamètre, tandis que celui de la figure 5 avait des demi-sphères de bronze de 6,25 cm de diamètre adaptées à ses cornes, qui présentaient ainsi des surfaces de décharge sphériques. Dans tous les deux, l'électrode auxiliaire était une pointe émoussée de fil de cuivre de 0,064 cm de diamètre. Pendant les essais chaque corne était supportée par un pilier isolant formé de trois isolateurs en porcelaine. Ces piliers reposaient sur une table en bois qui amenait l'intervalle d'éclatement à une hauteur d'environ 1,5 m au-dessus du sol. Les isolateurs en porcelaine formant les piliers avaient une capacité très élevée: 2×10^{-10} farad. Deux de ces unités en série étaient em-

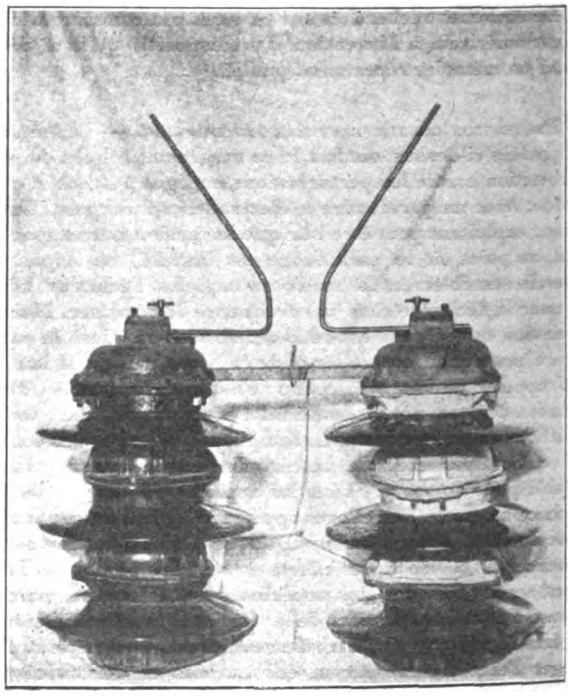


Fig. 4.

ployées comme condensateurs entre l'électrode auxiliaire et chacune des cornes (ce sont les condensateurs C et C' de la figure 3 B). Comme résistance, on employait un tube d'eau, qui, dans la plupart des essais, avait une résistance d'environ 100 000 ohms.

Méthodes d'essai. — Pour obtenir des tensions de choc de caractéristiques déterminées à l'avance, on employait la méthode suivante, déjà indiquée par Peek. La figure 6 montre le schéma des connexions. Quand on élève graduellement la tension du transformateur T, il arrive un moment où l'éclateur à sphères G_r se décharge. A cet instant, le condensateur C est chargé à la tension de disrupture de l'éclateur. Quand la décharge de G_r se produit, le condensateur se décharge à travers l'inductance L et la résistance R. La forme d'onde de ce courant de décharge peut se calculer exactement d'après les valeurs de L, R et C. La forme de l'onde de différence de potentiel aux bornes de R est

Digitized by Google

naturellement identique à la forme de l'onde de ce courant. L'éclateur en essai, G, est en dérivation sur la résistance R. Un éclateur à sphères, G_m, est mis aussi en dérivation sur R pour donner une mesure directe de la tension de choc.

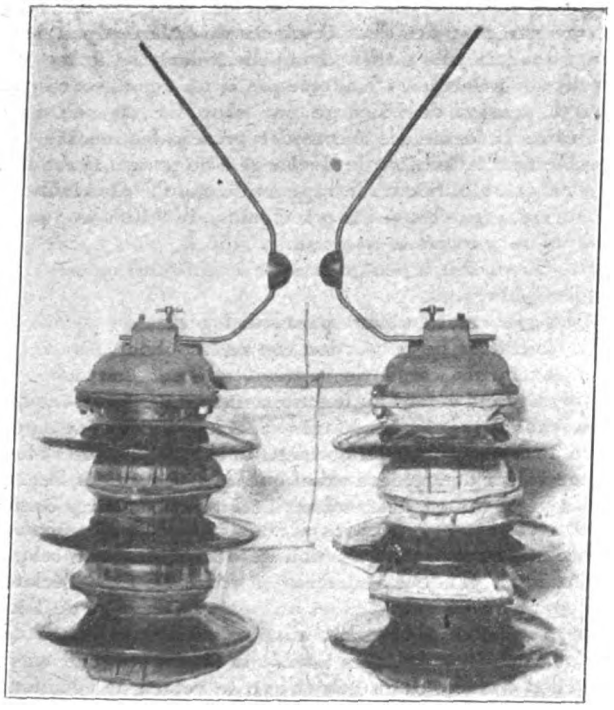


Fig. 5.

On peut faire varier la tension de choc appliquée à l'éclateur en essai en changeant le réglage de l'éclateur G_r.

L'onde adoptée pour ces essais était un choc soumis à l'amortissement critique, ayant un front d'onde correspondant à celui d'une sinusoïde de fréquence 500 000 p : sec. Cette onde est représentée figure 7. Les constantes du circuit oscillatoire produisant ce choc étaient à peu près : $C = 10^{-9}$ farad, $L = 0{,}25$ millihenry et $R = 1\,000$ ohms.

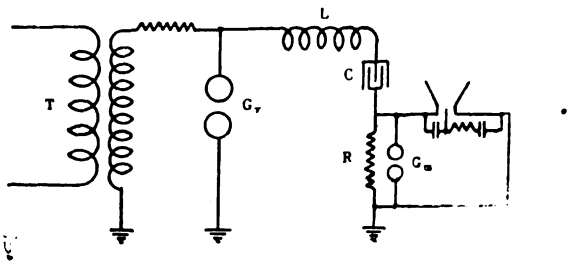


Fig. 6.

Pour expérimenter l'effet d'une tension de choc superposée à une onde à 60 p : sec, on employait le circuit que représente la figure 8. On se sert de deux transformateurs à haute tension T_1 et T_2, qui sont excités par une même ligne d'alimentation à 60 p : sec. T_1 applique une tension à 60 p : sec à l'éclateur pendant que T_2 excite le circuit de choc qui comprend un condensateur C, une inductance L et une résistance R. Comme dans la figure 6, G_r est un éclateur destiné à régler la tension de choc. Un condensateur K, de capacité relativement grande, est monté aux bornes du transformateur T_1, extérieurement à la réactance de protection L_p. Ce condensateur présente une impédance négligeable en comparaison des impédances qui shuntent l'éclateur G, de sorte que la valeur totale d'une tension de choc entre les bornes de la résistance R peut être regardée comme appliquée à l'éclateur en essai. Si l'on élève lentement la tension du transformateur T_2, le choc résultant de la décharge de G_r se produira au maximum de l'onde à

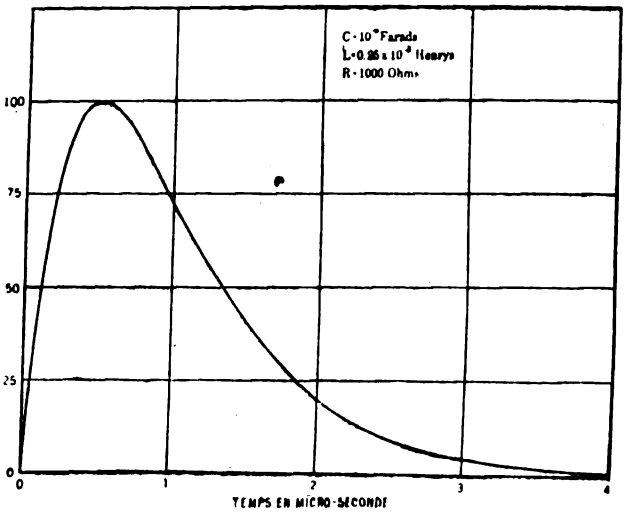


Fig. 7.

60 p : sec. Par un choix convenable des polarités relatives de T_1 et de T_2, on peut faire en sorte que ce choc s'ajoute à l'onde à 60 p : sec produite par T_1, ou s'en retranche, ce qui donnera une onde de tension résultante appliquée à l'éclateur G, semblable à B ou C de la figure 1.

Pour les essais avec ce dispositif, on réglait d'abord la tension de T_1 à la valeur voulue. Cette tension était déterminée soigneusement au moyen d'un éclateur à sphères, puisque la présence du condensateur K avait pour effet d'élever la tension aux bornes de T_1 bien au-dessus de la valeur définie par le rapport de transformation. Puis, comme dans le cas précédent, on appliquait alors des chocs successifs à des intervalles de 15 à 30 secondes et l'on trouvait pour G_r un point de réglage pour lequel environ 50 pour 100 des chocs faisaient fonctionner l'éclateur G. Pour essayer l'effet de l'onde représentée figure 1-B, où le choc s'ajoute à l'onde à 60 p : sec, on mettait l'éclateur de mesure G_m en parallèle avec l'éclateur en essai et on faisait une comparaison directe entre les deux. Dans le cas de la figure 1-C, où le choc se retranche de l'onde à 60 p : sec, la valeur de la tension de choc était calculée d'après le réglage

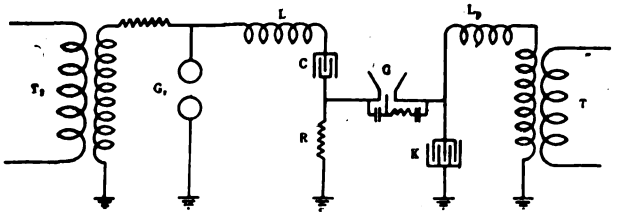


Fig. 8.

Digitized by Google

de G_r et vérifiée parfois au moyen d'un éclateur à sphères relié aux bornes de la résistance R. La tension de décharge à la fréquence 60 des éclateurs essayés se déterminait à la façon ordinaire, par comparaison avec un éclateur étalon à sphères de 25 cm.

Résultats des essais. — On a d'abord essayé l'effet de la présence de l'électrode auxiliaire sur la tension de décharge à 60 p : sec des deux formes d'éclateurs essayées, les intervalles d'éclatement variant de 1,27 cm à 7,6 cm, (0,5 pouce à 3 pouces). On a constaté que l'électrode auxiliaire n'abaisse pas d'une manière appréciable la tension de décharge à 60 p : sec.

On a cherché ensuite quelles étaient les valeurs les plus favorables des capacitances et des résistances à employer. On a trouvé qu'elles pouvaient varier dans de grandes limites sans affecter la valeur de la tension de choc qui décharge l'éclateur. C'est donc surtout par des raisons de commodité qu'on a fixé leur valeur. Le condensateur monté entre l'électrode auxiliaire et chaque corne avait une capacité d'environ 10^{-10} farad; chacun d'eux était, comme on l'a dit, formé de deux isolateurs en série. La résistance avait une valeur de 100000 ohms; elle était assez forte pour causer un grand déséquilibre dans les tensions aux bornes des deux intervalles d'un éclateur à chocs sous l'action de la haute fréquence, et assez faible pour présenter une impédance négligeable à la fréquence 60 en comparaison des capacitances employées.

Les deux formes d'éclateurs de protection contre les chocs représentées dans les figures 4 et 5 ont donc été essayées à la rupture pour une fréquence de 60 p : sec et pour un choc de 500000 p : sec, la longueur d'intervalle variant de 1,27 cm à 7,6 cm (0,5 pouce à 3 pouces). Les résultats de ces essais sont donnés dans les tables I et II.

Tableau I.

Éclateur de protection contre les chocs.
Cornes de 0,95 cm de diamètre (3 : 8 de pouce).

Longueur d'intervalle (pouces)	Décharge à 60 p : sec (kv max)	Choc à 500 000 p : sec décharge aux 2 intervalles (kv max)	Rapport de choc
0,5	37	16	0,45
1,0	60	28	0,47
1,5	73	40	0,55
2,0	81	55	0,68
2,5	88	73	0,83
3,0	93,5	84	0,90

Tableau II.

Éclateur de protection contre les chocs.
Sphères de 6,25 cm adaptées aux cornes.

Longueur d'intervalle (pouces)	Décharge à 60 p : sec (kv max)	Choc à 500 000 p : sec décharge aux 2 intervalles (kv max)	Rapport de choc
0,5	39	12,5	0,31
1,0	71	30	0,42
1,5	99	49	0,50
2,0	121	65	0,54
2,5	137	82	0,60
3,0	147	93,5	0,64

On voit que, dans tous les cas, la tension de décharge par choc est inférieure à la tension de décharge à 60 p : sec. De plus, la supériorité de l'éclateur à électrodes sphériques est rendue visible par une comparaison des chiffres des troisièmes colonnes des deux tables : on constate que, pour une longueur d'intervalle donnée, les tensions de décharge par choc des deux éclateurs ne diffèrent pas beaucoup, donc un très grand changement dans la forme des électrodes principales n'affecte pas à un degré correspondant la tension de décharge par choc. Or, on sait qu'au contraire la forme des électrodes principales modifie très notablement la tension de décharge à 60 p : sec. Il est donc évident qu'on obtiendra le rapport de choc le plus faible en conformant les électrodes principales, de telle sorte que la tension de rupture à 60 p : sec y soit la plus élevée possible. On réalise à peu près cette condition avec des électrodes sphériques.

Quoique ces résultats paraissent pleins de promesses pour l'éclateur de protection contre les chocs, ils ne sont pas concluants, car il se pourrait que cet éclateur manifeste un grand retard au fonctionnement quand il est soumis à un choc d'une amplitude très supérieure à celle de sa tension de décharge, ce qui permettrait à la tension de s'élever à une valeur dangereuse avant que la décharge eût lieu. On a essayé ce cas en déterminant l'éclateur à sphères *équivalent* à un éclateur à chocs soumis à une tension momentanée supérieure à sa tension de décharge. Pour cela, on montait un éclateur à sphères en parallèle avec l'éclateur en essai. On cherchait alors un point de réglage de l'éclateur à sphères permettant aux deux éclateurs de partager également les décharges quand on appliquait une tension de choc donnée. Si on admet que le retard de l'éclateur à sphères est négligeable, ce point de réglage de l'éclateur à sphères *équivalent* est une mesure de la tension réelle à laquelle l'éclateur à chocs permet à un choc de s'élever, ce choc étant d'amplitude supérieure à sa tension de décharge. La table III ci-dessous, relative à l'éclateur à chocs muni d'électrodes sphériques, montre que cet appareil permet bien à la tension de s'élever quelque peu au-dessus de la valeur minimum de décharge par choc, mais cette élévation n'est pas assez grande pour diminuer sérieusement le degré de protection.

Tableau III.

Éclateur de protection contre les chocs.
Électrodes sphériques de 6,25 cm adaptées aux cornes.
Réglage de l'intervalle : 2,54 cm;
Point de décharge à 60 p : sec : 71 kv max.

Choc appliqué kv max	Éclateur a sphères équivalent	
	cm	kv max
30	0,95	30
45	1,05	32,5
71	1,15	35
86	1,20	37
100	1,20	37

Des résultats analogues ont été obtenus avec l'éclateur à chocs à cornes simples.

On a déterminé aussi les caractéristiques de décharge de l'éclateur à chocs sous des fréquences autres que 60 p : sec; des essais ont été faits à 500000 et à 100000 p : sec. On a trouvé que la tension de décharge

Digitized by Google

par choc croissait légèrement avec la raideur du front de l'onde appliquée. En raison du peu d'importance de cette variation, on n'a pas jugé utile de faire des essais complets à une autre fréquence que 500 000 p : sec, celle-ci étant considérée comme représentant bien les caractéristiques moyennes des surtensions momentanées à haute fréquence qui peuvent survenir en pratique.

Résultats d'essais effectués en superposant les tensions de choc a l'onde a 60 p : sec. — Dans ces essais, la tension à 60 p : sec appliquée était égale à la moitié de la tension de décharge de l'éclateur. On a déterminé la valeur de la tension de choc nécessaire pour produire la décharge, dans le cas où le choc s'ajoutait à l'onde de fréquence 60 et dans le cas où il s'en retranchait. Cet essai peut être regardé comme reproduisant fort exactement les conditions de la pratique. Il est, en effet, d'usage courant de régler les intervalles d'éclatement des parafoudres pour une tension de décharge égale à peu près au double de la tension de service.

Les résultats des essais sont donnés dans les tables IV et V. Dans la colonne 3 sont indiquées les valeurs maxima réelles des tensions à 60 p : sec appliquées pour les différentes longueurs d'intervalle. Ceci équivaut, naturellement, à la valeur maximum de la tension entre une ligne et la terre, qui est celle appliquée à un parafoudre en service. Pour faciliter la comparaison des résultats d'essais avec les conditions de service, la valeur efficace de la tension composée triphasée, équivalente à cette tension maximum par rapport au sol, est donnée dans la dernière colonne.

Tableau IV.

Éclateur de protection contre les chocs avec électrodes à cornes de 0,95 cm de diamètre (3 : 8 de pouce).
Essais avec choc à 500 000 p : sec superposé à l'onde à 60 p : sec.

Longueur d'intervalle (pouces)	Décharge à 60 p : sec (kv max)	Tension à 60 p : sec appliquée (kv max)	Choc nécessaire pour produire la décharge		Tension entre fils équivalente (kv efficaces)
			cas B (kv max)	cas A (kv max)	
1,0	60	30	9	30	36,5
1,5	73	36,5	16	45	44,5
2,0	81	40,5	20	52	49,5
2,5	88	44	30	71	54
3,0	93,5	47	41	90	57

Tableau V.

Éclateur de protection contre les chocs avec électrodes sphériques de 6,35 cm.
Essais avec choc à 500 000 p : sec superposé à l'onde à 60 p : sec.

Longueur d'intervalle (pouces)	Décharge à 60 p : sec (kv max)	Tension à 60 p : sec appliquée (kv max)	Choc nécessaire pour produire la décharge		Tension entre fils équivalente (kv efficaces)
			cas B (kv max)	cas A (kv max)	
1,0	71	36	9	32	44
1,5	99	49,5	18	47	60,5
2,0	121	60	22	68	73,5
2,5	137	68	32	84	83
3,0	147	73	45	96	89

Les figures 9 et 10 représentent graphiquement la tension de choc nécessaire pour produire le décharge, en fonction

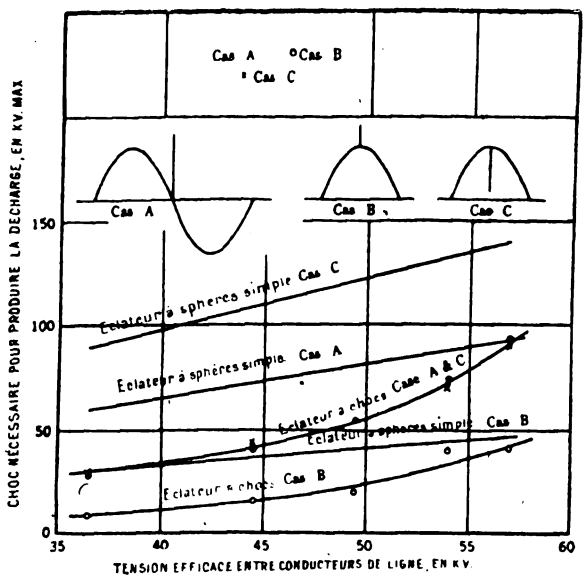


Fig. 9.

de la tension en ligne équivalente donnée dans la dernière colonne des tables précédentes. Les courbes données pour

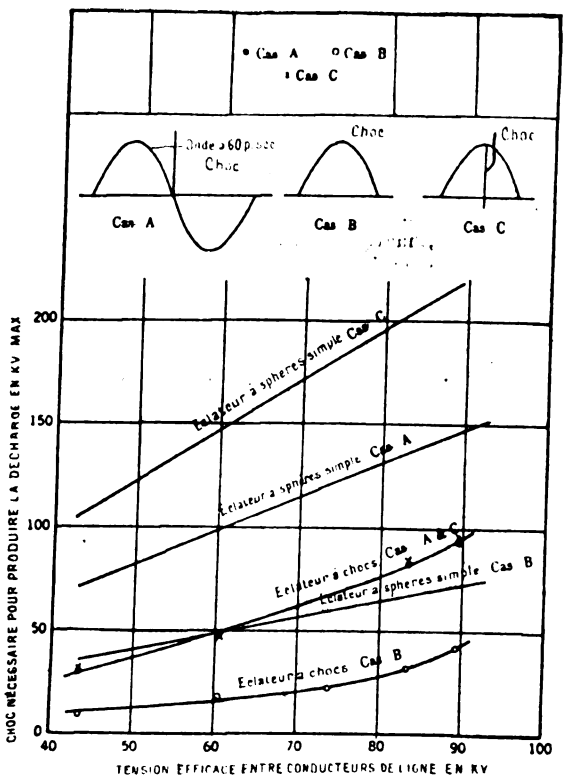


Fig. 10.

le cas A sont tirées des résultats donnés dans les tables I et II, pour la tension de choc seule. Il est intéressant de noter que, pour les deux formes d'éclateur à choc, les résul-

Digitized by Google

tats relatifs aux cas A et C sont pratiquement identiques. Pour permettre la comparaison, on a représenté aussi par des courbes les caractéristiques d'un éclateur à sphères simple. Ces dernières courbes ont été calculées, en admettant un rapport de choc égal à 1. De plus, des essais effectués sur un éclateur à sphères soumis à un choc se retranchant de l'onde à 60 p : sec (cas C) ont vérifié de près les courbes calculées.

Les figures 9 et 10 montrent bien nettement la protection très supérieure que donne l'éclateur à chocs quand il est soumis à une tension de choc se retranchant de l'onde à 60 p : sec (cas C). Par exemple, sur une ligne à 66 000 v, un éclateur comme celui qu'on a décrit déchargerait, dans ce cas, un choc d'une amplitude de 56 kv maxima (voir fig. 9), tandis que pour faire passer, dans les mêmes conditions, la décharge dans un éclateur à sphères simple, il faudrait un choc de 161 kv maxima. P. L.

Usine hydro-électrique automatique.

L'usine génératrice hydro-électrique à marche automatique de la Iowa Railway and Light Company, à Cedar Rapids (Iowa), est un progrès décisif sous le rapport de l'élimination des salaires du personnel dans une installation assez importante, tout en gardant son contrôle absolu. Nous en donnerons ci-dessous une courte description, d'après un Mémoire publié en Amérique (1).

L'usine fonctionne sans aucun personnel et les différents groupes électrogènes démarrent ou s'arrêtent selon le débit de la rivière, ou peuvent être démarrés et maintenus en marche par manœuvre à distance opérée de l'usine à vapeur principale.

Le bâtiment a 34 m de longueur et 12,5 m de largeur ; sa profondeur jusqu'au sous-sol rocheux, au pied des conduites d'amenée, est de 11,27 m. L'infrastructure est en béton, la superstructure en calcaire de Bedford. On y a installé trois alternateurs à arbre vertical donnant 500 kv-a pour un facteur de puissance de 0,8, diphasés, 60 p : sec, 2 300 v, 60 t : min. Ils sont actionnés par des turbines de 540 ch effectifs, marchant à 60 t : min sous une chute de 3 m, la chute en exploitation variant de 2,43 m à 3,35 m. Les distributeurs des turbines sont du type Francis; ils ont un diamètre de 4,33 m. La partie tournante est maintenue par un palier de butée à sa partie supérieure.

Le barrage, comprend neuf travées à pertuis, longues chacune de 18,28 m avec vannes automatiques. La longueur totale est de 182,88 m.

Il y a deux excitatrices de 100 kw sous 125 v, actionnées par des moteurs asynchrones et pouvant chacune assurer l'excitation de quatre alternateurs. Leurs moteurs, de 150 ch, diphasés, alimentés à 2 300 v et 60 p : sec tournent à 1 200 t : min et sont construits pour être démarrés par application de la tension totale au repos.

L'installation doit marcher en parallèle avec l'usine génératrice à turbines à vapeur de la Iowa Railway and Light Company (Compagnie de Traction et d'Éclairage de l'Iowa), l'usine à vapeur étant située à 1 km de l'usine hydraulique. Les deux stations sont reliées par une ligne souterraine comprenant deux câbles concentriques à deux conducteurs de 300 mm² (600 000 circular mils) isolés à la toile enduite et revêtus de plomb, fonctionnant à 7 500 v.

Comme il a été dit, la mise en marche et l'arrêt des groupes peuvent être automatiques ou commandés à distance de l'usine à vapeur. Pour ce dernier système, on a installé à cette usine un pupitre spécial où se voient quatre boutons de manœuvre pour chaque alternateur. Tous les fils de contrôle reliant les deux stations sont contenus dans un même câble sous plomb qui comprend 50 fils de 2 mm de diamètre et 4 fils de 5,2 mm de diamètre. Le même pupitre contient pour chaque alternateur un ampèremètre indicateur (échelle 150 a) et un wattmètre (échelle 600 kw), car il n'y a pas d'instruments de mesure dans l'usine hydraulique. Des transformateurs de mesure installés dans celle-ci partent 11 fils de 5,2 mm de diamètre logés dans un câble sous plomb. Le pupitre porte aussi des appareils totaliseurs indiquant le total de l'énergie fournie par l'usine hydraulique; ce sont deux ampèremètres, un indicateur de facteur de puissance, un wattmètre indicateur, un wattmètre enregistreur et un compteur.

Les vannages des turbines, au lieu d'être munis du régulateur hydraulique ordinaire, sont ouverts ou fermés par la rotation d'un moteur asynchrone de 5 ch avec intermédiaire d'un train d'engrenages réducteur. Le rapport de réduction est tel qu'il faut 25 secondes pour que les vannages s'ouvrent complètement, en partant de la position de fermeture. Le moteur est muni d'un frein à solénoïde qui se desserre quand on applique la tension au moteur. On obtient ainsi son arrêt brusque dès qu'on lui coupe le courant, ce qui empêche de dépasser le point d'ouverture voulu. Chaque mécanisme de vannage est pourvu d'un dispositif de contacts qui commande des lampes placées sur le pupitre de l'usine thermique et indique le degré d'ouverture exact.

Dans la commande de chaque alternateur, la série correcte des manœuvres est obtenue par des segments convenablement placés sur le tambour d'un combinateur qui est actionné par un moteur à répulsion de 1 ch. Ce combinateur établit l'intervalle de temps convenable entre les différentes phases du démarrage et du couplage sur les barres. Les appareils à contacts et les relais de protection sont installés dans des cabines.

Pour la commande des groupes d'excitation, on emploie deux contacteurs dans l'huile et un interrupteur tripolaire à deux directions qui relie l'une ou l'autre des excitatrices aux barres d'excitation. Le couteau médian de cet interrupteur choisit le contacteur qui convient pour le démarrage du groupe d'excitation qui est relié aux barres excitatrices. Un petit moteur asynchrone, placé au sommet de la cabine, porte au bout de son arbre un appareil à force centrifuge qui, lorsque la fréquence du courant s'élève à 64 p : sec, se déclenche et arrête l'usine, empêchant ainsi l'emballage.

Les groupes électrogènes ont chacun des interrupteurs à flotteurs réglés pour des niveaux légèrement différents. Si l'eau s'élève à un certain niveau, l'interrupteur à flotteur du premier groupe se ferme, ce groupe démarre et est mis en service. Si le débit de la rivière est tel que l'eau continue à s'élever, le second interrupteur à flotteur se ferme et met en route la seconde machine.

Le troisième interrupteur est réglé pour un niveau encore plus élevé. Les machines sont arrêtées dans l'ordre inverse à mesure que le niveau de l'eau descend.

En général, l'ordre des commandes pour chaque groupe électrogène est le suivant. La fermeture de l'interrupteur à flotteur, ou le bouton de commande à distance placé à l'usine thermique, démarre le groupe d'excitation (pourvu qu'il n'ait pas été déjà mis en route avec un autre alternateur) et ouvre le vannage de la turbine. Quand l'alternateur arrive presque à la vitesse de synchronisme, on le relie aux barres sans excitation mais avec intercalation d'une réactance de 20 pour 100. On applique alors un faible champ

(1) J.-M. Drabelle et L.-B. Bonnett. *Proceedings of the American Inst. of Elect. Eng.*, mai 1918, t. XXXVII, p. 497-507, 4 000 mots, 12 fig., 1 plan.

Digitized by Google

d'excitation qui amène la machine au synchronisme. On fait croître alors l'excitation jusqu'à sa valeur normale, on met la réactance en court-circuit et on ouvre le vannage jusqu'à mettre le groupe à pleine charge.

Les alternateurs fonctionnent avec une excitation fixe réglée pour la valeur normale de pleine charge. Si le niveau de l'eau est si bas qu'avec le vannage à toute ouverture on ne puisse pas obtenir la charge normale, l'alternateur, grâce à sa forte excitation, fournit une partie des kilovolts-ampères déwattés du réseau. La vitesse et la tension sont naturellement déterminées par les alternateurs des turbines à vapeur.

Les auteurs donnent une description détaillée des manœuvres à faire pour la mise en route et l'arrêt des machines, ainsi que des dispositifs de protection contre les erreurs de manœuvre.

On a fait de nombreux essais pour se rendre compte de ce qui arriverait au cas d'une erreur dans la manœuvre des boutons de contrôle ou d'un défaut de fonctionnement de ceux-ci. On a constaté qu'aucun accident ne se produisait.

Quoique les alternateurs soient à faible vitesse et aient une inertie considérable, il ne faut que 39 secondes depuis le commencement de l'ouverture du vannage jusqu'à la connexion de l'alternateur aux barres, avec sa réactance court-circuitée. En 45 secondes, l'alternateur fournit sa pleine charge.

L'installation fonctionne maintenant depuis le 2 octobre 1917 et n'a donné lieu qu'à des troubles d'ordre secondaire, comme il s'en produit à la mise en pratique de tout système nouveau. Les seuls changements qu'on ait faits ont consisté à substituer des relais plus robustes et plus sûrs à ceux qui existaient en certains points des circuits de commande. L'installation a supporté avec succès des courts-circuits, des arrêts d'excitatrice à l'usine à vapeur, des crues et des périodes d'eaux basses, et tous les essais qu'on a pu imaginer en fait de fausses manœuvres. L'exploitation en a été assurée par le personnel régulier de l'usine à vapeur sans qu'il y ait eu besoin d'entretenir des agents à l'usine hydro-électrique pour surveiller son fonctionnement.

Cette automaticité permettra d'aménager un grand nombre de petites usines à basse chute et de les raccorder à un réseau à haute tension en les laissant conduire entièrement par l'interrupteur à flotteur et les relais de tension. S'il y a de la tension sur les trois phases de la ligne à haut potentiel et de l'eau pour les turbines, ces usines se mettront en marche et se relieront à la ligne sans s'endommager elles-mêmes et sans troubler le fonctionnement du reste du réseau. L'élimination des frais de main-d'œuvre, toujours très élevés pour une petite installation, rendra rémunératrice l'exploitation de beaucoup de chutes d'eau. Cela est surtout d'un grand intérêt en ce temps de guerre où l'on doit chercher à économiser chaque kilogramme de charbon non indispensable.

L'usine fonctionne aujourd'hui depuis sept mois environ. Pendant ce temps, le débit total de la rivière a été utilisé à tout moment, fournissant au réseau environ 3 millions de kilowatts-heures. P. L.

Le laboratoire industriel.

La question de l'application de la méthode scientifique dans les recherches industrielles a donné lieu depuis quelques années à un très grand nombre de publications en tête desquelles se trouvent celles de M. H. Le Chatelier qui, par de nombreux exemples, a montré combien il était important pour l'avenir de notre industrie nationale que nous revenions enfin aux saines traditions des savants et industriels français du début du XIXe siècle, et rétablissions les liens étroits qui, à cette époque, réunissaient la science et l'industrie. Plusieurs articles et notes relatifs à ce sujet ont d'ailleurs été publiés dans les colonnes de ce journal (1).

Mais le sujet est loin d'être épuisé, et M. P. Jolibois, docteur ès sciences, ancien élève de l'Ecole polytechnique, vient d'y apporter une nouvelle et intéressante contribution par un article publié dans le dernier numéro de « Chimie et Industrie » (2).

Dans cet article, M. Jolibois examine successivement l'*utilité* du laboratoire industriel, son *rôle*, son *organisation*, ses *méthodes de travail*. Les idées qui y sont émises pouvant trouver leur application dans toute industrie, nous donnons ci-dessous une analyse de cet article en suivant l'ordre adopté par l'auteur.

Utilité des laboratoires de recherches. — Cette utilité n'est plus contestée et les arguments en sa faveur sont nombreux. Voici ceux que donne M. Jolibois :

« Aujourd'hui les secrets de fabrication sont un leurre ; il suffit d'examiner les résultats industriels de cette guerre où la France et l'Allemagne n'ont de contact que par le front. Les matériaux employés, les instruments utilisés : gaz asphyxiants, poudres, matières premières de la fabrication des explosifs, sont sensiblement les mêmes d'un pays à l'autre ; les rendements seuls doivent être différents, l'Allemagne bénéficiant de la présence chez elle d'une véritable armée de chimistes organisés et commandés. Les procédés mis en œuvre sont identiques dans les deux pays. C'est donc grâce à une évolution continuelle qu'une industrie peut prospérer. »

En France, le laboratoire industriel, tel qu'il existe, est un organe de contrôle, presque jamais de recherches : on lui demande simplement d'analyser les matières premières et les produits terminés, rarement les produits en cours de fabrication. Pour le diriger, l'industriel recrute des chimistes pourvus d'une petite instruction, mal rémunérés ; l'ensemble des méthodes qui y sont employées ressemble plus à de la cuisine qu'à de la science.

Les raisons de ce rôle effacé du laboratoire industriel sont de deux sortes : direction trop théorique adoptée par notre enseignement supérieur, malentendu existant entre l'industriel et le savant.

En ce qui concerne l'enseignement, M. Jolibois estime que le niveau intellectuel des chimistes est peu élevé en France et que l'instruction générale moyenne des plus brillants est faible surtout en physique et en mathématiques.

(1) Général Sébert. Aperçu historique sur les laboratoires de recherches scientifiques existant en France ; mesures à prendre pour mieux les utiliser. *R. G. E.*, 21 avril 1917, t. 1, p. 604.

H. Le Chatelier. Quelques problèmes scientifiques à résoudre, *R. G. E.*, 28 avril 1917, t. 1, p. 655 ; Rapport sur les laboratoires nationaux de recherches scientifiques, *R. G. E.*, 21 avril 1917, t. 1, p. 607.

Sur la création d'un Institut de recherches scientifiques par les nations de l'Entente et les pays neutres, *R. G. E.*, 10 février 1917, t. 1, p. 202.

Inventions et recherches scientifiques, *R. G. E.* 3 mars 1917, t. 1, p. 322.

Comment la science peut venir en aide à l'industrie pour la solution des problèmes techniques, *R. G. E.*, 17 mars 1917, t. 1, p. 401.

Les laboratoires de recherches, *R. G. E.*, 21 avril 1917, t. 1, p. 603.

L'organisation de la recherche scientifique aux Etats-Unis, *R. G. E.*, 28 avril 1917, t. 1, p. 641.

L'organisation de la recherche scientifique en Grande-Bretagne. *R. G. E.*, 12 mai 1917, p. 721.

(2) P. Jolibois. Le laboratoire industriel, *Chimie et Industrie*, octobre 1918, t. 1, p. 173E-179E, 5000 mots.

Digitized by Google

Un autre défaut de certains d entre eux est d'ignorer les problèmes intéressants au point de vue industriel ; leur activité scientifique s'exerce sur des sujets n'ayant d'autre importance que de donner lieu à des notes académiques. A la vérité les industriels sont en grande partie responsables de cette ignorance.

En ce qui concerne le malentendu entre industriels et savants, l'auteur lui attribue diverses causes. Certains industriels, bien que sortis d'une école, considèrent ce qu'ils ont appris comme absolument inutile, tombent dans l'empirisme le plus absolu, voient dans le laboratoire un outil coûteux (n'oublions pas que M. Jolibois parle surtout de l'industrie chimique) et s'en désintéressent complètement. D'autres, au contraire, considèrent leurs chimistes comme des « êtres merveilleux incarnant toute science » ; ils en attendent des services exagérés et un rendement immédiat ; comme ils sont déçus, ils passent rapidement dans la première catégorie. Un autre défaut de quelques industriels réside dans l'incapacité où ils se trouvent presque toujours de poser nettement les problèmes dont ils désirent la solution. Le meilleur remède à ces inconvénients serait dans une collaboration intime des ingénieurs d'usine et des chercheurs de laboratoire : les problèmes se poseraient dans la conversation. L'auteur a vu cette méthode donner d'excellents résultats dans une usine où, après un an de création, le laboratoire a fait gagner des sommes importantes dans plusieurs directions différentes.

Rôle du laboratoire industriel. — Le premier service que doit rendre un laboratoire dans une usine est un service journalier d'analyse des matières premières. Comme il doit exécuter les épreuves en se conformant aux stipulations des marchés, la rédaction du cahier des charges nécessite une entente préalable entre le chef de fabrication, le directeur du laboratoire et le service des achats.

Un deuxième service du laboratoire industriel est le contrôle des produits en cours de fabrication. Non seulement ce contrôle permet de suivre la fabrication et de l'améliorer, mais il peut servir à l'établissement d'un système de primes aux ouvriers dont le travail donne le meilleur rendement.

Le troisième emploi du laboratoire est le contrôle des produits fabriqués,

Mais la partie essentielle du rôle du laboratoire est la recherche. Une fois organisés rationnellement, les services précédents peuvent être confiés à de simples aides étroitement surveillés et dirigés et le personnel dirigeant peut alors consacrer son temps à des recherches intéressant l'avenir de l'usine.

Organisation du laboratoire industriel. — Le personnel doit comprendre : un chef de laboratoire pourvu de hautes connaissances scientifiques et techniques ; un petit nombre de chimistes, auxiliaires directs du chef ; des aides en nombre plus ou moins grand qui ont moins besoin d'instruction technique que d'esprit de discipline ; un comptable, qui non seulement aura pour mission d'éviter le gaspillage, mais encore de rédiger la correspondance, les carnets d'analyses, collationner les résultats.

Le choix du matériel doit être fait en tenant compte du nombre d'essais à faire et de la précision qu'on en attend. Par exemple, pour le dosage de l'anhydride carbonique, si l'on n'a que de rares opérations à faire sur peu de matière et sans qu'il soit besoin de grande précision, le procédé de l'éprouvette sur la cuve à mercure est à recommander ; si l'on a des essais intermittents à exécuter avec de grandes quantités de gaz, la burette de Bunte doit être préférée : si l'on désire une précision plus grande que celle de 0,01 que donne cette burette, l'appareil de Hempel, modifié par Drehschmitt, qui permet d'avoir une précision de 0,005, sera préférable, bien que son emploi soit plus délicat ; si, au contraire, la précision intervient moins que le nombre des essais, le dispositif d'Orsat répond au problème ; enfin si, comme dans le cas des gaz de fumée, on a un grand nombre d'analyses à faire en très peu de temps, l'enregistreur Brenot doit être employé.

Pour la documentation il faut que la bibliothèque du laboratoire contienne les ouvrages spéciaux propres à l'industrie de l'usine, les traités généraux et les périodiques les plus importants, les brevets.

Méthodes de travail. — Un laboratoire industriel muni de tous ces moyens d'étude peut rester stérile si le travail y est mal organisé. L'organisation doit d'ailleurs différer pour le service des analyses et le service des recherches.

Dans le premier, les principes du système Taylor trouvent leur pleine application : mise au point rigoureuse des méthodes d'analyse en imposant les moindres détails et ne laissant rien au hasard, division du travail, récompense ou punition du personnel suivant le rendement individuel. En particulier, au lieu qu'une même personne soit chargée d'une analyse complète, il est préférable que les opérations que celle comporte soient effectuées par diverses personnes : celles-ci acquerront une grande habileté qui donnera lieu à une économie de temps ; en outre on rendra très difficile le « truquage », trop fréquent dans bien des laboratoires.

Dans l'organisation du service de recherches, la division du travail est encore applicable. Comme exemple, M. Jolibois prend l'étude des alliages d'argent et de tungstène. Un chimiste sera chargé de la préparation des corps purs et des alliages ; il aura à étudier la question du chauffage et des récipients ; un second expérimentateur cherchera les points de fusion, mesurera les coefficients de dilatation, le pouvoir thermo-électrique, la force électromotrice de dissolution. Un troisième devra faire la métallographie et se rendre compte des propriétés chimiques de l'alliage (isolement des corps définis, action des réactifs usuels et des agents atmosphériques). Ces questions élucidées scientifiquement, il sera procédé à des essais pratiques dont la direction sera facilitée par les résultats de l'étude scientifique : un expérimentateur étudiera les propriétés mécaniques (résistance, élasticité, dureté, fragilité) ; un autre, l'influence des traitements thermiques (trempe, recuit, revenu) ; un troisième, le travail pratique (forgeage, laminage, étirage, soudure). Le directeur recueillera dans cette étude d'ensemble ce qui est applicable industriellement et fera travailler dans ce but un certain nombre d'ingénieurs, de chimistes et aussi de spécialistes, pour mettre au point des essais industriels en demi-grand. Enfin, dans l'hypothèse que l'un des alliages obtenus soit susceptible de remplacer le platine dans le montage des pierres précieuses en bijouterie, il faudra collaborer avec un bijoutier afin de mettre définitivement au point la fabrication. Et celle-ci paierait très vite, commercialement, les dépenses faites pour l'étude.

Conclusion. — Comme conclusion, M. Jolibois écrit :

« Je voudrais avoir démontré la grande utilité que peut présenter un laboratoire organisé avec soin. Quelques industries ont déjà commencé à travailler dans ce sens : il est infiniment désirable que toutes soient pourvues de laboratoires. Suivant la parole de Pasteur ; ce sont « les temples de l'avenir ».

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Les débouchés de l'industrie électrotechnique en Belgique

Avant la guerre le marché électrique belge était sous l'emprise allemande ; une bonne moitié du matériel employé par les entreprises belges était fourni par des filiales de sociétés allemandes. Les industriels français trouveront donc en Belgique, après guerre, un débouché important à leurs fabrications, à la condition toutefois qu'ils connaissent les habitudes commerciales du pays. C'est dans le but de leur fournir quelques renseignements sur ce point que l'auteur, ingénieur belge, a écrit l'article ci-dessous.

La Belgique est, chacun le sait, une nation essentiellement industrielle où les installations électriques sont extrêmement développées. Les débouchés que ce pays peut offrir à ceux des constructeurs français qui sauront user de méthode, sont certainement considérables.

Nous avons cru intéressant de jeter un rapide coup d'œil sur la situation générale du marché électrique belge d'avant guerre.

Production de l'énergie électrique. — La production de l'énergie électrique était presque uniquement assurée par des usines thermiques. Le bas prix du charbon, la proximité des houillères et un réseau fluvial très étendu avaient permis l'aménagement de stations centrales à vapeur de grande puissance dans tous les centres industriels ; c'est-à-dire un peu partout.

Le manque de chutes d'eau importantes avait éliminé la question de la houille blanche.

Les années qui ont précédé immédiatement la guerre ont connu un essor relativement important des moteurs à combustion interne. L'étude de l'utilisation des sous-produits de la distillation de la houille était activement poussée, et de grandes usines étaient en exploitation. Dans les ports de la mer du Nord qui pouvaient obtenir à très bon compte certains charbons anglais, des fours à coke avaient été installés et actionnaient de puissants générateurs alimentant les agglomérations côtières. A proximité des grandes villes, des usines d'incinération d'immondices avaient été équipées de fours spéciaux et coopéraient également à la production du courant.

Prix de l'énergie électrique. — Le prix du courant était fort réduit. Les centrales fournissaient aux industriels l'énergie à haute tension à des prix s'approchant de 0,10 fr par kilowatt-heure. Ce tarif s'appliquait à n'importe quel client.

Couramment, la force motrice en basse tension était prévue dans les polices d'abonnement à 0,15 ou 0,20 fr par kilowatt-heure, quelque réduite que fût la puissance installée.

Une commune qui des premières fut délivrée de l'ennemi par les armées alliées, Wevelghem, avait avec des peigneurs de lin des contrats prévoyant la fourniture du courant continu au taux de 0,09 fr par kilowatt-heure pour une puissance nominale installée de 50 ch, avec charge pour le consommateur d'abandonner à la centrale, quand il en aurait, ses déchets de lin, autrement inutilisés. La centrale trouvait dans ces déchets un combustible utilisable.

D'après les notices d'un constructeur, une houillère produisait pour ses ateliers attenants l'énergie électrique pour 2,92 fr par kilowatt-heure, entretien et amortissement des machines compris.

D'une façon générale, les bas prix consentis aux différents industriels pour la fourniture du courant les avait très favorablement influencés, et les électrifications d'usines étaient innombrables lorsque la guerre éclata.

La consommation électrique belge. — Malgré la crise économique qui avait atteint toutes les industries, l'année d'avant guerre, qui avait mis certains métallurgistes à la veille d'arrêter les laminoirs et qui avait obligé les charbonnages à réduire leurs prix pour suivre l'augmentation de la prime allemande d'exportation, les commandes n'avaient nullement manqué aux industries électriques.

On estimait à cent millions le montant des commandes passées sur le marché électrique belge en 1913.

Les fournisseurs. L'emprise allemande. — L'équipement électrique des grandes centrales et de la grosse industrie était souvent confié aux deux principales entreprises de constructions électriques belges dont la réputation est mondiale, mais près de la moitié de ces installations tombait entre les mains de filiales de firmes allemandes siégeant à Bruxelles.

L'industrie électrotechnique allemande déversait annuellement sur le marché belge pour plus de 30 millions de machines, de matériel et de câbles.

Les industries suisses, anglaises, italiennes, américaines se partageaient sans conviction quelques commandes d'appareillage spécial, de câbles et de petits moteurs.

De rares maisons de construction françaises avaient

Digitized by Google

abordé tardivement le marché et une seule possédait une filiale directe constituée en société anonyme.

La consultation des chiffres d'affaires publiés ou communiqués pour les entreprises les plus en vue avant guerre ne nous paraît pas très suggestive, actuellement que les constructeurs se sont habitués à chiffrer le montant de leurs ordres annuels par dizaines de millions. Il nous a paru beaucoup plus frappant d'emprunter aux listes de références mensuelles d'une maison allemande les principales commandes enlevées en Belgique par sa filiale.

Nous choisissons au hasard deux mois de l'année qui a précédé la guerre, en notant le client belge et la nature de la commande :

Premier mois.

1° Administration communale d'I...
Equipement d'une sous-station.
2 commutatrices 500 kw.
Régulateur de tension 5000/2 × 250 v 50 p : sec.
2 groupes d'équilibre avec moteurs de 90 ch.
Tableau de 15 panneaux, etc...

2° Société anonyme des Chemins de fer V...
Equipement d'une ligne aérienne de traction à 700 v, 8 km.
Equipement d'une ligne caténaire 1 200 v, 13 km.

3° Fabrique de soie artificielle d'O...
Un groupe turbo-alternateur 1000 kv-a, 525 v.
Un condenseur par surface.

4° Usine électrique de la ville de L...
Un groupe turbo-alternateur 4 200 kv-a, 6 000 v.
Un condenseur par surface.
Un turbo-pompe alimentaire.

5°, etc...

Deuxième mois.

1° Tramways A.-A. (pour l'Amérique du Sud).
30 équipements de voitures, chacun 2 moteurs 31 ch.
70 équipements de bogies avec moteurs de 105 ch.

2° Centrales de T... (pour l'Italie).
1 commutatrice 250 kw.

3° Société anonyme des carrières D... à T...
Equipement d'une fabrique de ciment.
1 moteur asynchrone 425 ch, 208 t : min.
1 moteur asynchrone 350 ch, 208 t : min.
20 moteurs, ensemble 618 ch.
1 groupe moto-pompe 100 ch.
4 transformateurs 6000 v primaire. Ensemble 1800 kv-a.

4° Société d'Electricité de l'E...
Installations de 6 sous-stations. 15 000 v.
12 transformateurs de 50 kv-a.
Tableaux d'arrivées.
Tableaux de départs.

5° Mines de houille à H.....
2 groupes moto-pompe 23 ch, 1050 v, 23,5 p : sec.

6° Usines et aciéries B... à L...
Equipement d'une sous-station.
2 transformateurs 400 kv-a.
1 transformateur 200 kv-a.
Panneaux haute et basse tension.

7°, etc...

Ce qui nous semble particulièrement remarquable dans l'examen de ces listes de références, c'est la régularité mathématique avec laquelle les usines allemandes étaient alimentées de commandes par leurs organismes de vente en Belgique.

Il n'entre pas dans le cadre de ce travail d'examiner les méthodes utilisées ni les objectifs industriels des Allemands en Belgique, mais il n'y a aucun doute qu'ils poursuivaient beaucoup plus les avantages industriels que leur offrait un gros marché voisin, que le bénéfice commercial de leurs filiales. Pourtant, ces filiales ont toujours rémunéré convenablement leurs capitaux.

L'industrie. — Examinons maintenant quelques-unes des grosses industries qui se rencontrent en Belgique et notons le matériel pour lequel l'initiative des constructeurs électriciens peut trouver des débouchés sérieux.

En 1913, on comptait en Belgique plus de cinquante hauts fourneaux, alors que toute la région nord-est et le nord français dépassaient à peine la centaine.

En 1911, la production de fonte voisinait 2 millions de tonnes contre 4,4 pour la France entière.

L'acier atteignait 1,5 millions de tonnes contre 3.

L'équipement des centrales électriques de l'industrie métallurgique était un appoint important pour les constructeurs. Les moteurs à gaz de hauts fournaux sont du type à double effet, peuvent être couplés en tandem pour assurer un coefficient d'irrégulative convenable en étant accouplés à des alternateurs-volant à moment d'inertie élevé. Les constructeurs de l'alternateur réalisent facilement le moment d'inertie imposé en établissant des génératrices dites à pôles renversés, c'est-à-dire à induit central, pour des puissances inférieures à 1 000 ch. Lorsque la puissance en jeu est supérieure, et jusqu'à 5 000 ch, on est arrivé à des alternateurs à grand diamètre avec inducteur central en acier coulé, comptant jusqu'à 64 pôles et réalisant normalement les conditions requises à une marche en parallèle sans échange de puissance réactive.

Ces installaations sont généralement accompagnées d'un moteur asynchrone auxiliaire commandant le volant pour assurer le lancer du groupe.

Les laminoirs et les tréfileries absorbent également un grand nombre de moteurs réversibles spéciaux, très robustes, dont les caractéristiques sont bien connues.

Les industries métallurgiques souffraient pour la plupart d'une maladie électrique dont il a beaucoup été question ces temps-ci. Le grand nombre de moteurs installés affectait sérieusement le facteur de puissance des installations et certaines fonctionnaient à un cos φ voisin de 0,5. La puissance de leur installation prématurément atteinte, des alternateurs et des excitatrices particulièrement mal utilisées, telle était la situation de métallurgistes belges, qui s'en étaient émus dès l'avant-guerre. Il est certain que les condensateurs synchrones ou recaleurs de phases, bien étudiés et avantageusement conçus, pourront intéresser cette clientèle.

Pour la houille, il s'en utilisait dans le royaume une quantité équivalente à la production des bassins de Mons (Borinage), Charleroi et Liége, soit 44 millions

Digitized by Google

de tonnes, alors que la consommation française était de 30 millions de tonnes.

En ce qui concerne l'équipement électrique des houillères, il est à noter qu'une des caractéristiques des charbonnages belges est la grande profondeur à laquelle il faut descendre; on extrait actuellement à 600, 800, 1 000, 1 200 m, on doit même descendre à 1 500 m dans les concessions nouvelles de la Campine. Naturellement le système électrique d'extraction le plus généralement employé s'est trouvé être le triphasé direct, plus économique en grande profondeur, et, comme on extrait toujours plus bas, il semble devoir l'emporter sur le système Léonard qui toutefois est fort apprécié dans plusieurs installations.

Pour le fonçage, ce sont de puissantes pompes centrifuges actionnées par des moteurs verticaux protégés contre l'eau tombante et munis de leur appareillage blindé qui sont demandés.

D'autre part, la ventilation, le lavage, le criblage demandent également leurs moteurs. Pour le fond, les moteurs basse tension, absolument hermétiques ainsi que l'appareillage, sont imposés.

Des fours à coke avaient surgi de toutes parts, tant pour les nécessités immédiates de l'industrie métallurgique, que pour l'obtention des matières nécessaires aux usines de produits chimiques. Dans ces dernières, on fait un important usage de moteurs et d'installations de manœuvre complètement blindés. Le matériel semblable à celui dont les poudreries de tous les pays belligérants ont fait un grand usage pendant la guerre est tout indiqué.

Les carrières de plus en plus exploitées dans le Tournaisis emploient une grande quantité de moyens de manutention électrique; elles équipent leurs fabriques de ciments de puissants moteurs, de broyeurs, de fours tournants, etc.

Les industries textiles, tant dans les Flandres que dans l'agglomération verviétoise, équipaient leurs métiers et leurs broches de moteurs spéciaux. Gand seule possédait dans les filatures plus de 400 000 broches.

Les métiers renvideurs sont encore les plus nombreux; ils ne nécessitent pas de moteurs à caractéristique spéciale, quoique des applications mécaniques très intéressantes aient permis de réaliser de sérieuses économies de courant par la répartition du couple moteur en un groupe électrocinétique ingénieux.

Mais les métiers continus sont en nombre toujours croissant. Ils demandent des moteurs à variation de vitesse automatique pour maintenir constant l'effort sur le fil aux divers diamètres d'enroulement sur les broches.

Les métiers à tisser à commande individuelle par des petits moteurs à cage d'écureuil de $\frac{3}{4}$ à 2 ch à haut rendement et d'une construction très protégée se répandent beaucoup.

Tous les moteurs nécessitent leurs organes de démarrage, de réglage, également protégés : commutateurs, commande par tringle, etc.

Dans les grandes plaines des Flandres qui ne sont pas toujours desservies par les stations centrales, les industries horticoles, très nombreuses, employaient des aéro-moteurs actionnés par le vent. La plupart de ces installations commandaient directement des pompes. Mais ces installations directes, tributaires absolues de l'état atmosphérique, étaient souvent inopérantes. Les progrès réalisés dans la construction de génératrices à vitesse variable et à tension constante, telles que celles employées pour l'éclairage des trains, trouveraient un vaste champ d'application dans des installations avec batterie d'accumulateurs, et des débouchés nouveaux et importants pourraient s'offrir aux constructeurs pour cette spécialité.

L'outillage national. — Des ports importants, tels Anvers, Ostende, Zeebruge, Gand, équipés suivant les conceptions les plus modernes, exigent à tout instant des organes de manutention et des installations électriques nouvelles.

La ville d'Anvers procédait en 1914 aux agrandissements de ses installations de quais qui devaient atteindre un développement de 70 km dans quelques années et pour lesquels 200 millions de dépense avaient été prévus.

Naturellement, tous les ports avaient attiré autour d'eux d'innombrables manufactures et usines de transformation qui donnaient à ces cités une activité industrielle considérable. Bruxelles même n'avait pas craint de dépenser 60 millions pour ses nouvelles installations maritimes. La capitale avait tenu à se relier à la mer viâ Anvers par un canal de 20 m de largeur permettant à des navires calant plus de 6 m de déverser ou d'emporter des cargaisons les plus diverses, pour le grand bien de son industrie.

En traction, l'État belge a poursuivi intensivement l'étude de l'électrification des grandes lignes. On sait que le réseau actuel est entièrement à vapeur et qu'il comporte environ 5 000 km de voies en exploitation.

Les chemins de fer d'intérêt local qui sont très prospères ont un développement voisin de 6 000 km, dont près de 300 sont électrifiés et autant en projet d'électrification immédiate.

Les tramways dans les grandes villes atteignent 400 km de voies électrifiées et se développent tous les jours.

L'expansion belge. — Un fait qui n'est pas négligeable pour les débouchés recherchés en Belgique consiste dans l'importante participation de ses financiers dans les entreprises mondiales.

Les capitaux placés à l'étranger étaient considérables. En 1907, le onzième de la fortune mobilière belge était engagé dans des entreprises de la seule Russie. A la veille de la guerre, plus d'un milliard était ainsi exporté et, pour la presque totalité, engagé dans des entreprises métallurgiques, de tramways et d'électricité, dans les Balkans, en Asie Mineure et ailleurs.

Les sièges et les bureaux techniques de ces entre-

Digitized by Google

prises étaient, pour la plupart, à Bruxelles ou à Anvers et c'est de là qu'émanaient les commandes considérables qui assuraient aux affaires lointaines le matériel nécessaire à l'exploitation.

Celui qui a suivi la politique coloniale belge pendant la guerre a pu se rendre compte des efforts énormes que ses gouvernants ont fait pour donner aux vastes territoires du Congo un essor toujours plus grand. Le nombre de Belges débarqués au Congo est considérable depuis 1914. Il s'en est suivi que certains travaux importants ont été entrepris et qu'un imposant mouvement commercial se dessine.

De nombreuses installations électriques existent déjà au Congo. Et les entreprises minières, le transport en commun, les installations de manutention et les centrales pour l'éclairage et la force sont autant de clients susceptibles d'acheter des groupes électrogènes avec moteurs à combustion, particulièrement appropriés, équipements de tramways, petits moteurs et ventilateurs et, en général, tout le matériel *électrotechnique* utilisable sous les tropiques.

Le matériel d'installation en Belgique. — Revenons à la métropole et examinons le petit matériel d'installation utilisé.

Les règlements des secteurs sont, en général, très stricts, ils ont conduit à l'utilisation d'un matériel se rapprochant de celui prévu par le Verband deutscher Ingenieure.

Dans les installations, exclusion presque complète du bois, peu de marbre. Beaucoup d'appareils en porcelaine et isolants moulés. D'une façon générale, dans les installations on exige un matériel parfaitement homogène ; conducteurs, appareils de jonction, appareils d'utilisation sont d'un même type et se complètent bien entre eux.

Le petit matériel protégé ou hermétique est très demandé. Les installations se font pour la majeure partie en tube isolant. La moulure n'est jamais tolérée.

Les conducteurs, fils ou câbles isolés, sont de la série 2 couches caoutchouc vulcanisé, 1 ruban, 1 tresse enduite. Il y avait une tendance à l'adoption de fils de la série 1 couche caoutchouc renforcé d'un isolement supérieur à 600 mégohms : kilomètre.

Les coupe-circuits, uniquement employés pour les intensités inférieures à 60 A, étaient du type à bouchons fusibles, vissables, non interchangeables, avec voyant de fusion. Pour les grosses intensités les fusibles étaient du type similaire à celui utilisé en France.

Les douilles étaient toujours à vis, à l'exclusion de celles destinées aux appareils de lustrerie d'art et aux voitures qui étaient équipées de douilles à baïonnette.

Pour les lampes, les tensions usuelles étaient 110, 125 et 220 V, les culots à vis étaient le plus demandés.

L'appareillage de cabine haute tension n'offre rien de différent à celui utilisé en France. Les très hautes tensions n'ont pas trouvé leur justification dans le pays relativement petit. Les limiteurs à rouleaux avec résistance liquide conviennent généralement.

Division régionale. — L'étude des débouchés vers un pays exige des notions de géographie commerciale qui, pour le cas particulier de la Belgique, seront très sommaires.

Au points de vue régions, le royaume peut se décomposer ainsi :

Deux grands centres manufacturiers et commerçants, Bruxelles et Anvers.

Une région peuplée d'industries textiles et agricoles avec comme centre Gand.

Le bassin houiller avec ses usines énormes, commandé de Charleroi.

Et finalement les régions d'ateliers métallurgiques et de construction du pays de Liége.

Cette classification peut paraître par trop simpliste si l'on se rappelle que les Flandres comptent des ateliers de construction qui retiennent particulièrement l'attention et que la Campine, qui géographiquement est reliée à Anvers, possède un sous-sol houiller dont la richesse a été estimée égale à tout l'ancien bassin belge.

Mais cette division permet parfaitement de juger chaque genre de clientèle auquel on s'adresse. D'ailleurs, elle n'est pas seulement choisie du fait de l'identité économique qu'elle recèle, et de la disposition géographique. Elle correspond à de réelles nuances des tempéraments, des aspirations sociales et linguistiques de la nation : tous éléments qui ne sont pas sans influence sur les affaires.

Il y a là une observation psychologique qui avait retenu l'attention de certains organisateurs de services commerciaux et s'était traduite par des méthodes de travail définies.

D'une manière générale, toutes les firmes d'électricité importantes, tant belges qu'allemandes, avaient senti la nécessité de créer dans chacun des centres régionaux des bureaux d'affaires, souvent chargés des installations du gros matériel. La plupart des succursales ainsi formées possédaient une autonomie presque absolue; elles étaient en rapport direct avec les usines, avaient un stock propre de machines et de matériel et, commercialement, traitaient avec la clientèle comme elles le jugeaient à propos. Financièrement seulement elles étaient sous le contrôle plus direct de la filiale centrale. Cela imposait à chaque agence la nécessité absolue de clôturer positivement chaque balance et créait une émulation véritable entre les succursales.

Ceci n'est rapporté que pour mieux illustrer l'ampleur que représentaient les affaires de la grosse entreprise électrique dans ce pays de 29 000 km², le dix-huitième de la superficie de la France de 1914.

Le marché belge. — De chacun des centres que nous avons indiqués plus haut rayonne un monde industriel bien défini. Dans chacun, les coutumes commerciales du pays font qu'il se tient hebdomadairement une réunion d'hommes d'affaires, d'usiniers, de gros commerçants. Sorte de rendez-vous général, de « bourses industrielles », où se retrouvent fournisseurs, clients, concurrents, confrères et où s'amorcent, se discutent

Digitized by Google

et se traitent une importante partie des affaires.

De tous les coins du pays, afflue tel jour vers telle ville tout un monde affairé, qui ne veut pas perdre son temps et qui conclut des marchés dans le wagon-salon qui l'amène vers la « bourse ».

Un industriel fixe vingt, trente rendez-vous et liquide autant d'affaires en trois heures, le lundi à Charleroi, le mercredi à Bruxelles, le vendredi à Gand..... Son crayon noircit les feuillets du calepin qui lui servira de base le lendemain, le soir même parfois, pour confirmer des commandes aux uns, des offres aux autres, des demandes d'options par-ci, des accords par-là.

En trois heures il vend un stock, il assure la production d'un de ses ateliers pour des semaines, il achète de nouvelles machines-outils, des matières premières.

Métallurgistes, charbonniers, constructeurs, commerçants prennent ainsi contact régulièrement. C'est là une des particularités du monde des hommes d'affaires en Belgique, qui correspond parfaitement au caractère de la vie commerciale intensive et de l'activité énorme de ce pays.

C'est un lieu commun que le marché belge était extrêmement difficile du fait de la concurrence et des prix bas qui s'y pratiquaient. La politique économique de l'Allemagne y était pour beaucoup, certes.

Sans doute, on peut espérer maintenant un relèvement des prix comparativement au passé. Mais il n'en est pas moins certain que chaque affaire prise en particulier sera toujours ardue à traiter en Belgique.

De tous temps c'est la seule densité des affaires qui a permis aux industriels belges de rémunérer les capitaux investis dans leurs entreprises. C'est là une chose inévitable dans un pays surpeuplé, devant produire et exporter à outrance pour subsister. Du reste, par assimilation, le Belge, qui à travers l'histoire a été élevé à une dure école, est devenu un des commerçants les plus opiniâtres du monde. Toutes ses opérations industrielles ou commerciales en sont l'expression, qu'il s'agisse de production, d'achat ou de vente.

Pour en venir aux électriciens, en envisageant la physionomie du marché belge nous devons noter que l'esprit de coopération ne l'a pas épargné.

Dès 1912, des syndicats d'achat de matériel électrique s'étaient formés entre installateurs électriciens dans les villes principales. Ces organes, légalement constitués en Sociétés coopératives, possédaient de vastes magasins où s'entreposaient les petit et moyen matériels d'installation, achetés en commun. Ils ne traitaient naturellement qu'avec les producteurs pour lesquels ils centralisaient les demandes.

Des entreprises d'installations très en vue avaient adhéré aux Coopératives, et il est probable que l'importance du matériel qu'elles achèteront ira toujours en croissant.

Conclusion. — La revue de la Belgique économique que nous avons tenté d'entreprendre peut donner un aperçu de la demande de gros matériel sur ce marché. Elle pourrait être de la première importance.

Pour ce qui est du petit matériel, quoiqu'il y ait une différence assez sensible dans le mode d'installation et dans l'appareillage utilisé, les constructeurs français peuvent envisager des affaires très importantes sur le marché belge.

Il conviendra d'étudier attentivement le matériel à offrir, et ensuite, de développer méthodiquement des relations commerciales qui seront la consécration des efforts héroïques que les soldats des deux nations sœurs ont prodigués sur les champs de bataille.

Nous voyons là une tâche doublement engageante.

J.-L. FIÉVET.

Assemblées générales

Compagnie française des Câbles télégraphiques.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 4 NOVEMBRE 1918.

Les recettes de l'exercice 1917 atteignent 16 183 875,04 fr comprenant les recettes de trafic proprement dites de 13 204 149,34 fr, en augmentation de 2 605 399,67 fr sur le réseau transatlantique et le réseau des Antilles par suite de la situation générale qui a augmenté la circulation télégraphique, des restrictions apportées à l'emploi des codes qui obligent à employer plus de mots et du développement progressif du trafic commercial.

Les dépenses ont atteint 9 793 045,02 fr. Le solde créditeur est de 6 390 830,02 fr.

Ces résultats sont satisfaisants, mais ne doivent pas faire perdre de vue les aléas des ruptures inhérents à l'industrie même des câbles. Leurs réparations, plus ou moins longues et difficiles suivant les saisons et les profondeurs où elles se trouvent, présentaient des difficultés toutes spéciales en raison des dangers de la guerre sous-marine.

Sur les bénéfices de 6 390 830,02 fr il est prélevé 5 pour 100 pour la réserve légale, 4 pour 100 aux actionnaires. Il reste 5 534 268,52 fr. Sur cette somme il est réparti un tiers au fonds de prévision, un tiers à l'amortissement des obligations 3 1/2 pour 100 et un tiers à la Compagnie. Sur cette dernière part le Conseil a décidé de prélever une provision de 500 000 fr pour faire face aux impôts spéciaux occasionnés par la guerre auxquels la Compagnie peut être soumise tant en France qu'à l'étranger. Il reste ainsi 1 344 756,18 fr à répartir : 1 pour 100 est versé aux actions pour porter leur intérêt à 5 pour 100. Sur le reste, 1 210 501,18 fr, il est prélevé 12 pour 100 pour les tantièmes du Conseil d'administration.

Il est attribué aux actions contre remise du coupon n° 7 22,82 fr; aux parts bénéficiaires de la première série, 23,43 fr; aux parts de la deuxième série, 3,20 fr sur présentation des titres.

Le report à nouveau est de 660,18 fr se décomposant ainsi : pour les actions, 124,18 fr; pour les parts première série, 53,03 fr; pour les parts deuxième série, 482,67 fr.

Dans l'assemblée générale extraordinaire du 29 avril dernier, il avait été décidé de porter le capital social de 13 425 500 fr à 16 000 000 fr. Cette émission d'actions nou-

Digitized by Google

velles a eu lieu en août ; il en résulte que le dividende sera à répartir entre 64 000 actions au lieu de 53 702. Il avait été décidé : 1° d'annuler les 1 640 parts première série qui avaient fait l'objet d'échange contre les actions anciennes en ramenant le nombre des titres de cette série de 10 000 à 8 360 ; 2° d'annuler également les 2 223 parts deuxième série qui étaient restées dans les caisses de la Compagnie, en ramenant ainsi le nombre des titres de cette série de 86 400 à 84 177.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1917.

Actif.

	fr
Compte de premier établissement	53 314 636,15
Vapeur *Pouyer-Quertier*	725 346,05
Vapeur *Edouard-Jéramec*	1 703 781,54
Immeubles	163 150,49
Mobilier stations	7 341,55
Câbles en stock et matières provenant de câbles dépouillés	2 897 120,30
Matériel de câbles (filins, bouées, grappins, etc.)	348 356,62
Prime de remboursement et frais d'émission des obligations	4 081 641,26
Espèces en caisse et chez les banquiers en France et à l'étranger	2 851 239,01
Valeurs en portefeuille	2 694 743,61
Valeurs et espèces constituant :	
Le fonds de prévision	5 166 568,86
Le fonds de garantie	2 000 000 »
L'avoir de la caisse de retraites	2 290 385,43
Effets à recevoir	86 185 »
Débiteurs divers	5 797 781,21
Cautionnement câble transatlantique	202 650 »
Impôts à recouvrer sur actions et obligations	73 771,35
Comptes divers d'ordre et d'attente :	
Contre-partie de la créance du gouvernement de Curaçao sur la Compagnie	349 842,32
Créance de la Compagnie sur le gouvernement vénézuélien	66 231,04
Divers	311 422,92
Mobilier Paris	1 »
	85 132 195,71

Passif.

	fr
Capital actions	13 425 500 »
Capital obligations	37 706 000 »
Réserve par suite d'amortissement des obligations	12 503 271,61
Réserve pour amortissements divers	776 457,45
Réserve créée en vue de l'amortissement du matériel naval	835 013,17
Réserve spéciale	101 137,70
Réserve légale	583 469,09
Réserve pour le fonds de prévision	5 166 568,86
Réserve constituée en prévision de réparations des câbles reliant l'île de Curaçao	243 635,32
Réserve pour la caisse de retraites du personnel	2 290 385,43
Effets à payer	8 133,63
Coupons à payer et obligations à rembourser ou à racheter	1 908 790,43
Cautionnements	37 439,69
Fournisseurs et divers	2 659 109,33
Comptes divers d'ordre et d'attente :	
Créance du gouvernement de Curaçao sur la Compagnie	349 842,32
Contre-partie de la créance de la Compagnie sur le gouvernement vénézuélien	66 231,04
Divers	79 976,84
	503,78
Report de l'exercice 1916	
Solde créditeur de l'exercice 1917	6 390 830,02
	85 132 195,71

Eaux et Electricité de l'Indo-Chine.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 4 DÉCEMBRE 1918.

La station centrale de Choquan a continué durant le dernier exercice à assurer la fourniture du courant aux diverses stations électriques et élévatoires de Saïgon et de Cholon ainsi qu'aux exploitations de Tan-Son-Nhut, de Phu-Tho et à la province de Gia-Dinh.

Les sous-stations de transformation électrique, ainsi que les stations élévatoires de Saïgon et de Cholon, ont fonctionné d'une manière satisfaisante ; il en a été de même des usines élévatoires et électriques de Pnom-Penh.

La clientèle des diverses usines a continué à s'accroître. Les recettes d'exploitation ont passé de 2 759 349 fr à 3 249 043 fr. Quant aux dépenses, elles atteignent 1 970 170 fr, soit 426 287 fr de plus que l'année précédente. Cet accroissement est dû au renchérissement général des matières premières, objets fabriqués et du combustible, ainsi qu'à l'obligation où se trouve la Société de stabiliser, vis-à-vis de la hausse de la piastre, les traitements et salaires du personnel européen.

Les bénéfices totaux de l'exercice, y compris les intérêts en compte et la différence de change, ressortent à 1 606 261 fr, en augmentation de 100 718 fr ; en ajoutant le report de l'exercice précédent et défalcation faite des frais généraux et de diverses charges, il reste 1 119 477 fr de solde disponible.

Le Conseil propose de porter 150 000 fr à la réserve de prévoyance et d'amortissement des actions, 225 000 fr à une réserve spéciale temporaire en vue de l'augmentation du prix du combustible, et fixe le dividende à 50 fr brut par action. Un acompte de 20 fr ayant été mis en paiement au 1er juillet dernier, le solde de 30 fr sera distribué au 1er janvier prochain.

Il est procédé au tirage au sort de 692 obligations, dont 404 anciennes et 288 nouvelles, remboursables à 500 fr, moitié le 1er avril et moitié le 1er octobre 1919.

BILAN AU 30 JUIN 1918.

Actif.

	fr
Valeurs en caisse et en portefeuille	74 433,70
Valeurs en banque	574 768,94
Marchandises en magasins	1 576 394,21
Marchandises en cours de route	337 275,75
Débiteurs divers et clients	390 695,10
Concessions et usines anciennes et nouvelles	9 103 764,54
Frais de premier établissement pour nouvelles concessions, prorogations et augmentations de capital	296 600,96
Immeubles, mobilier, matériel en service et en location	616 318,71
Cautionnements	56 333,33
Annuités dues par les provinces	277 524,91
Prime de remboursement des obligations	174 842 »
Dépenses à imputer aux exercices suivants (loyer, impôts, passages, avances aux fournisseurs, etc.)	130 709,72
Usine de Pnom-Penh (prorogation 1914)	168 156,34
Extension du réseau de Saïgon	203 199,25
	13 981 036,69

Passif.

	fr
Capital actions	6 500 000 »
Capital obligations	1 251 000 »
Réserve légale	475 393,41
Réserve de prévoyance et d'amortissement des actions	1 812 500 »
Réserve temporaire spéciale en prévision de l'augmentation du combustible	135 000 »
Primes sur actions nouvelles	1 440 000 »
Comptes créditeurs	858 327,07
Coupons et obligations non réclamés	189 764,07
Provisions :	
Pour intérêts des obligations payables le 1er octobre 1918	14 053,75
Pour amortissement de 331 obligations remboursables le 1er octobre 1918	165 500 »
Profits et pertes :	
Reliquat de l'exercice 1916-1917	1 057,72
Bénéfices de l'exercice 1917-1918	1 118 420,07
	13 981 036,69

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Notes sur l'application pratique de la loi du 15 juin 1906 et des règlements annexes (*suite*) (1)

Quatrième article des notes où l'auteur donne des renseignements sur le cahier des charges type des concessions, les redevances, les permissions de voirie et sur certaines conditions techniques relatives à la traction par courant monophasé.

Concession. — CAHIER DES CHARGES. — *Article 16.* — *Compteurs.*

I. — Le quatrième alinéa de l'article 16, relatif aux compteurs et visant, d'une part, les frais de pose et, d'autre part, les frais d'entretien, doit être toujours reproduit en entier dans les cahiers des charges, sauf à mettre, s'il y a lieu, par exemple pour les frais de pose, « une somme nulle ».

II. — Dans ce même alinéa, il y a lieu de comprendre dans les frais de pose les frais de plombage des compteurs.

Concession. — CAHIER DES CHARGES NON CONFORME AU TYPE.

N'est pas conforme au cahier des charges type du 17 mai 1908 le cahier des charges d'une concession d'éclairage, de chauffage et de force motrice par le gaz et l'électricité, qui subordonne la distribution de l'énergie électrique à la réalisation d'une recette minimum annuelle par le gaz.

En effet, le cahier des charges n'autorise l'octroi d'une concession qu'avec des conditions précises pour les délais de présentation des projets d'exécution des travaux de la distribution.

Ces délais ne sauraient donc être très rapprochés de la date de l'acte de concession (art. 6 et 14).

Dans ces conditions, un cahier des charges de ce genre doit faire l'objet d'une approbation par décret délibéré au Conseil d'État.

Il doit d'ailleurs être entendu que, quelle que soit la forme de ce cahier des charges, du moment qu'il y est question de concession de distribution d'énergie électrique, même à simple titre éventuel, cette demande de concession doit être soumise à toutes les formalités prévues par la loi du 15 juin 1906 et notamment à l'enquête.

Concession. — CONCESSION EXISTANTE AVEC PRIVILÈGE. — *Opposition du concessionnaire à une demande de permission particulière.*

Quand il existe dans une commune un concessionnaire de distribution avec privilège et qu'un habitant de cette commune demande l'autorisation de traverser une voie ferrée par permission de voirie pour fournir du courant à un tiers au moyen de l'établissement d'une ligne, même n'empruntant sur le reste de son parcours dans la commune que des terrains particuliers, il y a lieu d'examiner et de tenir compte, s'il y a lieu, du privilège préexistant avant d'accorder l'autorisation demandée. Comme l'Administration ne reconnaît comme valable que le privilège d'éclairage, même pour les distributions antérieures au 15 juin 1906 auxquelles les communes ont accordé des privilèges de distribution pour tous usages, l'autorisation demandée peut être accordée sous la réserve que l'énergie fournie servira exclusivement à tous usages autres que l'éclairage.

Redevances pour l'occupation du domaine public. — LIGNES DE TRANSPORT ÉTABLIES PAR PERMISSION DE VOIRIE. — *Impossibilité de réduire les redevances en leur faveur.*

Aux termes de l'article 3 du décret du 17 octobre 1907, modifié par le décret du 7 septembre 1912, une commune ne peut réduire les redevances prévues à l'article premier dudit décret, pour l'occupation du domaine public, qu'en cas de distribution concédée et en vertu d'une disposition spéciale, insérée au cahier des charges pour tenir compte des avantages particuliers réservés à ladite commune par l'acte de concession.

Par son insertion au cahier des charges, cette clause de réduction devient partie intégrante de l'acte de concession et ne peut dès lors être prévue que pour les seuls ouvrages ou canalisations faisant l'objet de la concession.

Si donc une concession est alimentée par des lignes de transport, établies par permissions de voirie et ne

(1) Voir la « *R. G. E.* » des 21 septembre, 16 novembre et 30 novembre 1918, t. IV, p. 435, 735 et 853.

Digitized by Google

faisant pas par suite partie de la concession, ces lignes de transport ne peuvent bénéficier de la réduction du tarif des redevances, inscrit au premier alinéa de l'article 3 du décret du 17 octobre 1907-7 septembre 1912.

D'ailleurs, on ne peut insérer dans le cahier des charges de la concession une clause visant ces lignes, puisqu'elles ne font pas partie de la concession.

Redevances. — CANALISATIONS SOUTERRAINES PLACÉES EN GALERIE.

Quand des canalisations électriques souterraines sont placées dans une galerie en maçonnerie, le tarif des redevances applicables est celui du décret du 7 septembre 1912, quel que soit le nombre des câbles.

Permission de voirie. — ROUTE NATIONALE. — POSTE DE TRANSFORMATEUR. — *Consultation du maire.*

L'occupation d'une route nationale par un poste de transformateur, faisant partie d'une distribution d'énergie électrique à établir par permission de voirie, n'a pas à être autorisée par arrêté spécial du préfet.

Cette installation constitue un détail d'exécution qui doit être réglé selon la procédure indiquée aux articles 31 et suivants du décret du 3 avril 1908. C'est donc l'ingénieur en chef qui doit, après accomplissement des formalités réglementaires et notamment consultation des services intéressés, approuver le projet d'exécution et par suite l'occupation de la route nationale.

Le maire de la commune doit d'ailleurs être consulté, non pas comme service intéressé dans le sens où l'entend la loi du 15 juin 1906, le seul service intéressé à ce point de vue étant celui des Ponts et Chaussées qui a la gestion de la route nationale, mais parce qu'il constitue l'autorité chargée de la police des routes nationales et départementales et des voies de communication dans l'intérieur des agglomérations (loi municipale du 5 avril 1884, art. 98). En cas de difficultés et, en particulier, d'opposition du maire, il y a lieu d'en référer au ministre des Travaux publics.

Questions techniques. — TRACTION MONOPHASÉE. — *Conditions techniques à imposer.*

Parmi les conditions techniques à imposer pour l'établissement de la traction électrique monophasée, il y a lieu de citer les suivantes :

1° Les dispositions générales, imposées par l'arrêté technique, seront observées. Toutefois, les dérogations ci-après pourront être autorisées :

a) Par dérogation à l'article 5, paragraphe 2, le conducteur de travail peut être placé à 6 m de hauteur minimum, même dans les traversées de voies publiques;

b) Le dispositif de garde, prévu par l'article 5, paragraphe 6 *a*, ne sera exigé qu'autant que la pratique en révélerait la nécessité.

2° Dans les parties où existe le fil de travail, la hauteur du feeder et des fils de la distribution sera, par dérogation au paragraphe 2 de l'article 5 de l'arrêté technique, déterminée par la hauteur du fil de travail.

Dans les parties où il n'y a pas de fil de travail, aucune dérogation n'est accordée aux dispositions de l'arrêté technique pour le feeder et les fils de la distribution.

3° L'article 5, paragraphe 7, du même arrêté technique qui fixe la distance à ménager entre la façade et les conducteurs, doit être appliqué, non seulement aux conducteurs,. mais aussi au pantographe de prise de courant.

4° Dans la traversée des agglomérations, il ne doit être fait usage de fils tranversaux, fixés aux façades, que sur autorisation spéciale et seulement en cas d'impossibilité absolue de placer des poteaux.

5° Les projets doivent être présentés avec toutes les justifications et renseignements techniques à l'appui, résistances mécaniques, électriques, etc...

6° Aux points de croisement des fils aériens de l'État par les conducteurs de travail, le concessionnaire doit faire installer, au-dessus de ceux-ci, un dispositif de garde, de forme et de dimensions appropriées à chaque cas et telles que toute possibilité de contact entre les premières et secondes se trouve écartée, en cas de rupture de fils de l'État; ce dispositif de garde doit être soumis, avec tous devis et calculs à l'appui, au service du Contrôle.

7° Les dépenses de modifications à apporter aux lignes télégraphiques et téléphoniques de l'État sont à la charge des concessionnaires de la voie ferrée à traction électrique.

8° En ce qui concerne le retour du courant par les rails :

a) Des plaques de terre, en nombre suffisant, seront installées et reliées aux rails de roulement. Toute plaque de terre qui se trouverait dans le voisinage immédiat d'une aiguille ou d'un croisement sera reliée électriquement aux rails, à la fois, en amont et en aval de l'aiguille ou du croisement;

b) L'attention de l'exploitant est appelée sur la nécessité d'établir de bonnes terres et de les maintenir en bon état;

c) Les plaques de terre, établies dans ces conditions, doivent être suffisamment éloignées de celles des fils télégraphiques ou téléphoniques.

9° Si, malgré les précautions prises, des troubles, quelle qu'en soit la cause (induction, dérivation, retour par les rails et par la terre, etc.), étaient constatés dans les commutateurs télégraphiques et téléphoniques, l'exploitant serait mis en demeure de les faire cesser, toutes réserves étant faites sur la question d'imputation de dépenses.

10° Il y a lieu d'appeler l'attention de l'administration locale sur les précautions qu'exige, au point de vue de la sécurité publique, la ligne de traction à 6000 v, notamment dans les agglomérations et les voies très fréquentées. Il y a lieu, en particulier, d'exercer une surveillance spéciale de la ligne et de prendre les mesures nécessaires pour éviter tout contact avec les personnes.

Digitized by Google

Dans cet ordre d'idées, il y a lieu d'aviser les maires des communes traversées, des dangers qu'il y aurait à lancer des jets d'eau sur les lignes à haute tension.

11° L'exploitant sera soumis à toute réglementation nouvelle qui pourrait être édictée pour la traction monophasée à haute tension. Il devra, d'ailleurs, s'engager à ajouter immédiatement, sur la demande du service au Contrôle, tous les dispositifs complémentaires de sécurité dont l'expérience démontrerait l'opportunité, soit sur les lignes, soit dans les voitures, sauf recours du ministre, en cas de désaccord sur l'opportunité de ces mesures.

12° Les dispositions mécaniques à imposer, notamment en ce qui concerne le freinage, sont indépendantes des dispositions électriques générales et doivent faire l'objet d'un examen par l'autorité compétente, notamment par le préfet du département, en ce qui concerne les voies ferrées d'intérêt local.

13° Parmi les conditions à imposer pour le matériel roulant, les suivantes seront citées :

a) La manœuvre de l'archet doit être assurée mécaniquement;

b) La voiture et les parois de la voiture, ainsi que toutes les ferrures d'isolateurs, doivent être pourvues en permanence d'une bonne communication avec le sol;

c) La porte de l'armoire en fer contenant sur les locomoteurs l'appareillage à haute tension ne pourra s'ouvrir qu'après abaissement de l'archet.

Questions techniques. — TRAVERSÉE DE LIGNE ÉLECTRIQUE PAR UNE LIGNE DE TRACTION MONOPHASÉE.

L'autorisation d'une traversée de ligne de distribution d'énergie électrique par une ligne de traction monophasée, en dehors de clauses particulières relatives à chaque espèce, peut être donnée sous réserve de certaines conditions générales et en particulier des suivantes, quand il s'agit d'une ligne de distribution, comprenant des lignes d'éclairage et des lignes de force, et d'une voie ferrée d'intérêt local à traction monophasée (10 000 v) :

1° Pour les différentes traversées, l'angle de la direction de canalisation de force ou de lumière et de l'axe de la voie ferrée devra être égal au moins à 30°;

2° Les conducteurs de la ligne de distribution d'énergie électrique seront placés au-dessus de la ligne de traction;

3° En ce qui concerne la canalisation de lumière à basse tension, les précautions seront prises pour protéger cette canalisation en cas de rupture contre les contacts avec les conducteurs de traction, soit par un dispositif de garde, placé au-dessus des conducteurs de traction ou au-dessous de la canalisation de lumière, soit par toute autre disposition spéciale, telle que, par exemple, la suspension caténaire de la canalisation de lumière;

4° En ce qui concerne les traversées de la canalisation de force à haute tension :

a) Les supports de la traversée seront encastrés dans un massif de maçonnerie;

b) Il ne sera pas fait usage de poteaux ou pylônes en bois dans la traversée; les supports métalliques seront pourvus d'une bonne communication avec sol;

c) A chacun des supports de la traversée, à 50 cm de distance horizontale des isolateurs dans la portée de la traversée, on fixera un cadre de garde métallique relié à la terre et embrassant le faisceau de conducteurs de la canalisation d'énergie, afin qu'en cas de rupture d'un ou plusieurs isolateurs ou conducteurs, ce ou ces conducteurs soient mis à la terre;

d) Le coefficient de sécurité de l'installation constituant la traversée doit satisfaire aux prescriptions du paragraphe 7 de l'article 25 de l'arrêté technique.

Questions techniques. — RÉDUCTION DE LA HAUTEUR DES CONDUCTEURS DE TRAVAIL D'UN TRAMWAY A TRACTION MONOPHASÉE SUR UN OUVRAGE D'ART. — DÉROGATION A L'ARTICLE 5 DE L'ARRÊTÉ TECHNIQUE.

Peut être autorisée, lorsque les circonstances locales le justifient, la réduction de la hauteur des conducteurs de travail dans un tramway à traction monophasée 6 000 v. Il peut en être ainsi, en particulier, pour la traversée d'un pont où une hauteur de 4,50 *m* peut être autorisée sous les réserves suivantes :

De part et d'autre du tablier du pont, le conducteur de travail sera pourvu d'interrupteurs automatiques limitant la durée de la mise en tension de ce conducteur, sur l'étendue dudit tablier, au temps du passage de trains dans ladite étendue.

La voie ferrée sur le pont doit être isolée et un feeder convenablement isolé est établi pour assurer la continuité du retour du courant sans emprunt de la voie ferrée sur le pont.

(*A suivre.*)

A. MONMERQUÉ,
Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Digitized by Google

Législation, jurisprudence, réglementation

Documents de jurisprudence.

ARRÊT DE LA COUR D'APPEL DE PARIS DU 17 FÉVRIER 1917.

Peut-on invoquer le moratorium pour le paiement des primes d'assurance ? La question, tranchée par la négative, ne saurait guère être discutée après l'arrêt de la Cour de Paris que l'on va lire (il a paru dans la *Gazette des Tribunaux* du 24 janvier 1918).

Si le paiement des primes d'assurance a été différé au profit des assurés par le décret du 27 septembre 1914, qui a institué un régime spécial aux Compagnies d'assurances, et par les décrets des 27 octobre et 29 décembre suivants qui l'ont prorogé, ces dispositions n'ont pas été maintenues par les décrets postérieurs. Il n'est pas douteux, en effet, que le décret du 23 février 1915 et les décrets qui l'ont suivi et s'y réfèrent, bien que, prorogeant les décrets précités, ils soient conçus dans des termes différents, passent sous silence les assurés, ont restreint, au bénéfice des Compagnies d'assurances, le portée du moratorium précédemment institué.

Il suit de là que, depuis la promulgation du décret du 23 février 1915 et de ceux qui l'ont prorogé, les assurés ne peuvent plus exciper du moratorium pour se refuser au paiement de leurs primes.

Ainsi jugé par infirmation d'un jugement du Tribunal de Commerce de la Seine, qui avait déclaré irrecevable quant à la présente une demande en paiement de primes échues formée par la Compagnie La Prévoyance contre les Établissements Colmant.

« La Cour;

» Considérant que, si le paiement des primes a été différé au profit des assurés par le décret du 27 septembre 1914 qui a institué « un régime spécial aux Compagnies « d'assurances » et par les décrets des 27 octobre et 29 décembre suivants qui l'ont prorogé, ces dispositions n'ont pas été maintenues par les décrets postérieurs;

» Considérant qu'il n'est pas douteux, en effet, que le décret du 23 février 1915 et les décrets qui l'ont suivi et s'y réfèrent, se suffisant à eux-mêmes bien que prorogeant les décrets précités, conçus dans des termes différents passant sous silence les assurés, ont restreint la portée au bénéfice des Compagnies d'assurances du moratorium précédemment institué;

» Considérant que, si le texte des décrets conduit à cette interprétation, il ressort des rapports et exposés qui les ont précédés qu'elle découle de la pensée et de la volonté du législateur, que celui-ci, en effet, s'inspirant de la situation et des raisons impérieuses qu'imposaient les circonstances a voulu prémunir les Compagnies d'assurances contre les dangers d'un moratorium trop rigoureux qui pouvait les menacer dans leur existence même;

» Considérant qu'il suit de là que, depuis la promulgation des décrets du 23 février 1915 et de ceux qui, ensuite, les ont prorogés, les assurés ne peuvent plus exciper d'un moratorium à leur profit pour se refuser aux paiements des primes qu'ils doivent à leur assureur;

» Que c'est donc à tort que les premiers juges ont débouté la Compagnie La Prévoyance de la demande qu'elle a portée contre les Établissements Colmant;

» Considérant que la Compagnie La Prévoyance demande dans ses conclusions additionnelles le paiement des primes échues depuis l'introduction de l'instance et s'élevant à la somme de 18 375,30 fr et ce, sous réserve des primes à échoir au cours de la présente instance et après cette instance;

» Considérant que cette demande est justifiée;

» Par ces motifs:

» Infirme le jugement dont est appel;

» Décharge l'appelante des dispositions lui faisant grief;

» Condamne la Société des Établissements Colmant à payer à la Compagnie La Prévoyance la somme totale de 28 451,30 fr montant des demandes principales et additionnelle de l'appelante, avec les intérêts de droit sous réserve des primes à échoir au cours de l'instance et après ladite instance réservées de droit;

» Ordonne la restitution de l'amende consignée;

» Condamne l'intimée en tous les dépens de première instance et d'appel. »

PAUL BOUGAULT,
Avocat à la Cour de Lyon.

Arrêté instituant auprès du Conservatoire des Arts et Métiers des conseillers techniques du Musée national de cet établissement.

Le « Journal officiel » du mardi 10 décembre 1918 publie, p. 10 636, l'arrêté suivant pris en date du 9 décembre 1918 par le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes, des Transports maritimes et de la Marine marchande :

Par arrêté du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes, des Transports maritimes et de la Marine marchande, en date du 9 décembre 1918, il est institué auprès du Conservatoire national des Arts et Métiers, des conseillers techniques du Musée national de cet établissement, dont le rôle sera de contribuer au développement et à la bonne organisation des collections du musée. Ces conseillers, choisis parmi les notabilités scientifiques et industrielles, sont nommés pour une période de trois ans; leur mandat est renouvelable.

Par le même arrêté, sont nommés conseillers techniques de Musée national des Arts et Métiers, à dater du 1er novembre 1918, savoir :

1re SECTION. — *Mécanique.*

MM. Bertin, membre de l'Institut;
Boulte, ingénieur-constructeur;
Citroën, ingénieur-constructeur;
Compère, ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de l'Association parisienne des Propriétaires d'Appareils à Vapeur;
Darracq, président de la Chambre syndicale du Cycle et de l'Automobile;
Henry Deutsch de la Meurthe, président de l'Aéro-Club;
Douane, ingénieur des Arts et Manufactures, membre de l'Association du froid, constructeur d'appareils frigorifiques;
Ernault, ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur de machines-outils;
Faure-Baulieu, directeur de la Société générale de Constructions mécaniques;
Firminhac, directeur de la Société des Moteurs à Gaz et d'Industrie mécanique;
Leroux, ingénieur-constructeur, membre de la Commission centrale des Machines à Vapeur;

Digitized by Google

Marre, ingénieur-mécanicien;
Michel (Charles), constructeur;
Petit, administrateur de la Compagnie générale de Navigation Havre-Paris-Lyon-Marseille;
Salomon, ingénieur en chef honoraire du Matériel et de la Traction des Chemins de fer de l'Est;
Teisset, ingénieur des Arts et Manufactures, vice-président du Syndicat des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France et président de la Commission des Constructeurs d'Appareils de Minoterie.

2e Section. — *Physique.*

MM. Arnoux, ingénieur-constructeur;
Baille, constructeur d'instruments d'optique;
Carpentier, membre de l'Institut;
Jobin, constructeur d'instruments de précision, président du Syndicat patronal des Constructeurs et Negociants en Instruments d'Optique et de Précision;
Lyon, directeur de la maison Pleyel, Lyon et Cie;
De la Valette, vice-président du Syndicat des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France, constructeur de magnétos et ingénieur-électricien pour toutes les applications électriques;
Zetter, ingénieur des Arts et Manufactures.

3e Section. — *Géométrie, géodésie, astronomie, instruments de calcul, poids et mesures.*

MM. Blot-Garnier (Paul), président de la Chambre syndicale de l'Horlogerie;
Collot, ingénieur des Arts et Manufactures;
Helbronner, ingénieur géographe.

4e Section. — *Arts chimiques, matières colorantes et teinture. — Céramique et verrerie.*

MM. Appert, maître verrier, membre du Comité des Arts chimiques pour la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale;
Barbet, ingénieur-constructeur, ancien président de la Société des Ingénieurs civils;
Berges, administrateur des papeteries, membre du Syndicat des Négociants et des Fabricants de Papier;
Dolloye, directeur général des glaceries de la Compagnie de Saint-Gobain, membre du Comité des Arts chimiques de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale;
Domange, membre du Syndicat général des Cuirs et Peaux, président du Syndicat des Fabricants de Courroies en cuir;
Fournier, membre de la Chambre syndicale de la Savonnerie et de la Stéarinerie;
Frugier, ingénieur des Arts et Manufactures, fabricant de porcelaines;
Guérineau, président du Syndicat des Fabricants de Produits céramiques de France;
Lamy-Thorillon, président de la Chambre syndicale du Caoutchouc;
Loebnitz, fabricant de faïences artistiques, président de l'Institut national de Céramique;
Menier (Gaston), sénateur, industriel;
Michaud fils, fabricant de savons, membre de la Chambre syndicale de la Savonnerie et de la Stéarineric;
Pascalis, président du Syndicat général des Produits chimiques;
Prevet, fabricant de produits alimentaires, président de la Chambre syndicale des Fécules de Paris;
Rouland, directeur de la Compagnie du Gaz;
Thisset, ingénieur des Arts et Manufactures.

5e Section. — 1° *Arts graphiques. — Photographie.*

MM. Lambert, président honoraire de la Chambre syndicale des Constructeurs de Machines à Imprimer;
Richard (Jules), ingénieur, membre de la Chambre syndicale des Fabricants d'Instruments de Précision, constructeur d'appareils à photographier.

2° *Filature et tissage.*

MM. Béraud, président de la Chambre syndicale des Dentelles et Broderies;
Carmichaël (Robert), président de l'Union des Syndicats des Industries textiles de France;
Guérin (Louis), de Lille, vice-président du Comité linier;
Laederlin, président du Syndicat cotonnier de l'Est;
Morel (Ennemond), vice-président de la Chambre de commerce de Lyon;
Motte (Eugène), de Roubaix.

3° *Mines. — Métallurgie et travail des métaux.*

MM. Fayol, directeur général de la Société de Châtillon, Fourchambault et Decazeville;
Huet, membre de la Chambre syndicale de la Bijouterie;
Laffitte, membre de la Chambre syndicale de la Bijouterie;
Mimard, Manufactures françaises d'Armes et de Cycles à Saint-Etienne;
Pralon, administrateur délégué de la Société des Forges et Aciéries de Denain et Anzin;
Robert, maître ferronnier;
Salvanhac, constructeur de grosse et petite serrurerie;
Vésier, président du Conseil d'administration de la Compagnie française des Métaux.

6e Section. — *Art de construction et génie civil. — Art appliqué aux métiers. — Economie domestique. — Hygiène. — Agriculture et génie rural.*

MM. Arquembourg, président honoraire de la Chambre syndicale du Chauffage par l'Eau et la Vapeur;
Girault, architecte;
Grange, constructeur d'appareils pour distillerie et autres spécialités rurales.

ERRATA

Nous signalons à nos lecteurs les erreurs suivantes qui se sont glissées dans l'article de M. Paul Rieunier, « Note sur l'emploi des moteurs synchrones pour améliorer le facteur de puissance », paru dans la « R. G. E. » du 23 novembre 1918, t. IV, p. 771.

Page 771, 1re col., 9e ligne, *lire* supérieur au rapport, *au lieu de* supérieur dans le rapport.

Page 777, tableau I, remarque, *lire* avec la droite cos $\varphi_1 = 1$, *au lieu de* avec la droite cos $\varphi_1 = 0$.

Page 779, 1re col., 22e ligne, *lire* $MO_1 = R \cos \varphi'_1$, $NO_1 = R \sin \varphi'_1$, *au lieu de* $NO_1 = R \cos \varphi'_1$, $NO_1 = R \sin \varphi'_1$.

Page 781, 1re col., 20e ligne, *lire* $\varphi_1 = -\frac{\pi}{2}$, *au lieu de* $\varphi_1 = \frac{\pi}{2}$.

Page 786, 1re col., 19e ligne, *lire* $\sqrt{\frac{R^2}{4} + R^2}$, *au lieu de* $\sqrt{\frac{R^2}{4}} + R^2$.

Page 786, 2e col., 7e ligne, *lire* $T \leq S$, *au lieu de* $S \leq T$.

Digitized by Google

Page 786, 2e col., 12e ligne, *lire* MP, *au lieu de* NP.

Page 788, 1re col., 12e ligne, *lire* usines de la figure 9, *au lieu de* usines des figures 9 à 11.

Dans l'article de M. J. Damien, « Construction pratique du diagramme de fonctionnement des moteurs asynchrones triphasés à rotor en court-circuit », paru dans la « R. G. E. » du 7 septembre 1918, t. IV, p. 349, nous signalons à nos lecteurs une erreur sur la figure 2, p. 350 :

Le point D ne doit pas être placé sur l'axe Oy, mais sur la parallèle à Oy menée par le point A. De cette façon, le vecteur ED représentant la puissance développée sur l'arbre, se trouve, comme il convient, diminué des pertes par frottements dans les paliers et par ventilation.

Dans l'article de M. Hector Pécheux : « De la puissance moyenne et du facteur de puissance dans un circuit à courants alternatifs non sinusoïdaux » paru dans la « R. G. E. » du 30 novembre 1918, t. IV, page 813, il s'est glissé un certain nombre d'erreurs typographiques qu'il convient de corriger comme il suit :

Page 814, 1re colonne, 19e ligne, *au lieu de* : par E, *lire* : par E' ;

Page 814, 2e colonne, 2e ligne, *au lieu de* : $\int_0^{\frac{T}{2}} E\,I\,dt$, *lire* : $\int_0^{\frac{T}{4}} E\,I\,dt$;

Page 814, 2e colonne, 5e ligne, *au lieu de* : $\frac{T}{2}$, *lire* : $\left(\frac{T}{2} - t\right)$;

Page 814, 2e colonne, 7e ligne, *au lieu de* : $\int_0^{\frac{T}{2}} t \sin(\omega t - \varphi)\,dt$, *lire* : $\int_0^{\frac{T}{4}} t \sin(\omega t - \varphi)\,dt$;

Page 814, 2e colonne, 16e ligne, *au lieu de* : $\omega^2 \sin(-\varphi)$, *lire* : $-\frac{1}{\omega^2}\sin(-\varphi)$;

Page 814, 2e colonne, 21e ligne, *au lieu de* : $= -\frac{2}{\omega}\left(\frac{T}{2} - t\right)$, *lire* : $= -\frac{1}{\omega}\left(\frac{T}{2} - t\right)$;

Page 815, 2e colonne, 5e ligne, *au lieu de* : $P = \frac{T}{2}\left[\ldots\ldots\right]$, *lire* : $P = \frac{2}{T}\left[\ldots\ldots\right]$;

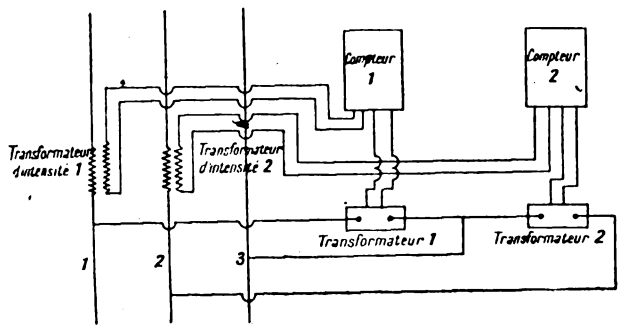
Page 816, 1re colonne, 10e ligne, *au lieu de* : $\left(\frac{1}{3} - 8\theta^2\right)$, *lire* : $\left(\frac{1}{3} - \frac{8\theta^2}{T^2}\right)$.

Nous avons publié dans la « R. G. E. », 17 août 1918, t. IV, p. 214, un article de M. Bourguignon, « sur un montage des compteurs enregistrant l'énergie des postes triphasés, permettant la détermination de l'énergie magnétisante et donnant une plus grande sécurité de bon fonctionnement ».

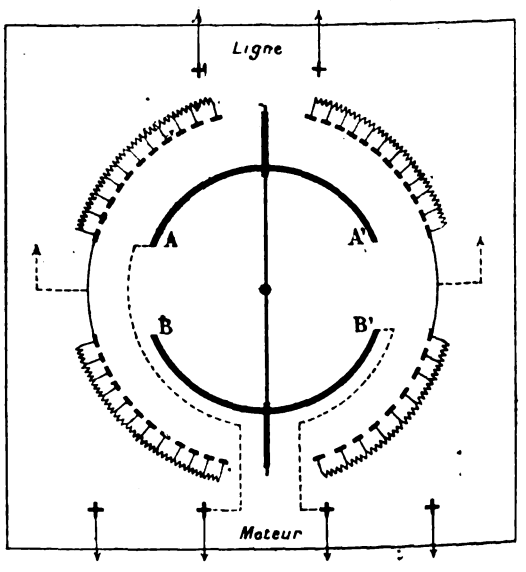
Le dessinateur a commis une erreur sur la figure 2, p. 215.

Le fil partant de la borne de gauche du transformateur de potentiel 1 doit aboutir sur la phase 1, et le fil partant de la borne de droite du transformateur 2 doit aboutir sur la phase 2.

Pour plus de clarté, nous donnons ci-dessous un schéma exact du montage qui est d'ailleurs celui du montage des wattmètres dans la méthode de mesure des puissances triphasées dite : « méthode des deux wattmètres ».



Dans l'article de M. A. Curchod, « Note sur le montage des moteurs électriques », paru dans le n° 5 du 3 août 1918, t. IV, de la « R. G. E. », il s'est glissé une erreur importante dans les figures 6 et 7, p. 146 et dans la figure 11 de la page 147. Sur ces trois figures, le schéma du démarreur inverseur est faux et doit être remplacé par le schéma que nous reproduisons ci-dessous.



FIN DU TOME IV

Digitized by Google

BULLETIN R. G. E.

MACHINES et APPAREILS

Les moteurs asynchrones à cage d'écureuil de la Société l'Éclairage Électrique. — Parmi tous les moteurs électriques, le plus répandu à l'heure actuelle est certainement le moteur asynchrone, dont la construction extrêmement robuste et la simplicité de mise en marche ont aujourd'hui conquis tous les suffrages.

Sans entrer dans les théories compliquées qui président à son fonctionnement, rappelons que le moteur asynchrone, tout comme un transformateur, comporte un enroulement primaire fixe appelé « stator » que l'on relie au réseau qui doit l'alimenter et, à l'intérieur, un bobinage secondaire appelé « rotor » mobile sur un arbre, et qui se trouve entraîné dans le champ tournant créé par le stator.

Suivant les cas, le bobinage du rotor est fermé sur lui-même, ou bien il aboutit à des bagues permettant d'intercaler des résistances au moment du démarrage, ces résistances étant ensuite progressivement mises en court-circuit.

Le premier mode de construction est extrêmement séduisant, le bobinage fermé sur lui-même pouvant être constitué par des barres en cuivre soudées par leurs extrémités à une couronne qui les réunit en court-circuit, d'où le nom de cage d'écureuil donné à cet enroulement.

A part les avantages d'une très grande simplicité, la cage d'écureuil ne comportant ni collecteur ni contact frottant, offre des qualités de sécurité et de robustesse qui la font préférer aux enroulements isolés à bagues. Les moteurs à cage d'écureuil présentent cependant quelques inconvénients, notamment au moment du démarrage à cause de l'afflux considérable de courant qu'ils provoquent dans le primaire; cependant cette difficulté a pu être élégamment tournée ainsi que nous le verrons plus loin.

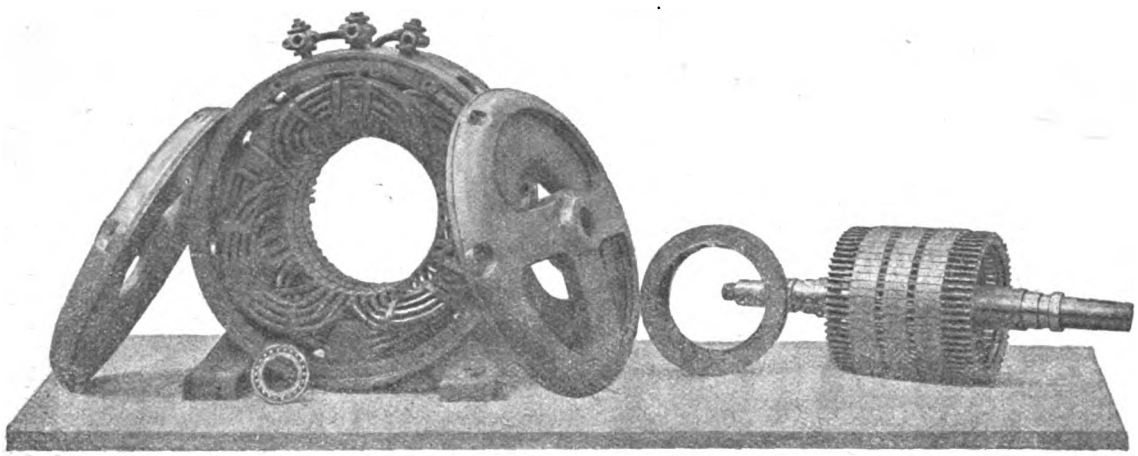


Fig. 1. — Vue des divers éléments d'un moteur à cage d'écureuil de la Société l'Éclairage Électrique.

Les premiers moteurs à cage d'écureuil ont laissé un mauvais souvenir à ceux qui les ont employés : ils fonctionnaient à souhait quelques mois, puis le démarrage se faisait mal, une réparation s'imposait après laquelle tout allait bien, mais peu de temps après le mauvais fonctionnement reprenait et ainsi de suite. La source de ce défaut est aisée à comprendre ; au démarrage le moteur à cage d'écureuil peut être assimilé à un transformateur dont le secondaire (rotor) serait en court-circuit; dans ce rotor prennent donc naissance des courants extrêmement intenses qui provoquaient, dans les premiers moteurs, la fusion de la soudure réunissant les barres de la cage aux cercles de cuivre ; petit à petit l'étain fondu était chassé par la force centrifuge et les contacts entre barres et cercles devenaient mauvais, empêchant le moteur de démarrer.

C'est pour cette raison que, jusqu'en 1905, la Société « L'Eclairage Électrique » n'avait jamais voulu construire des moteurs d'écureuil, elle établissait ses induits avec des bobinages en court-circuit. Le développement de la soudure autogène et de la brasure de cuivre, facilités par l'emploi du chalumeau à oxygène, a permis de revenir à la vraie cage d'écureuil beaucoup moins résistante.

Ces soudures supportent des températures aussi élevées que le cuivre lui-même, elles permettent en outre de régler les résistances des cages aux chiffres que l'on désire. Une expérience de plus de dix années de ce procédé a permis à « L'Éclairage Électrique » de constater que les cages ainsi fabriquées ne se dessoudent plus jamais et que le démarrage reste toujours identique à lui-même.

Démarrage. — Reste à éviter l'afflux de courant assez considérable qui se produit dans le stator à la mise en marche de tels moteurs. Il y a tout d'abord un moyen simple qui se présente à l'esprit, c'est de réduire la tension du réseau appliquée au stator; on y arrive par plusieurs procédés, notamment en alimentant le moteur au moyen d'un auto-transformateur abaisseur qui donne une tension suffisante pour obtenir le couple de démarrage nécessaire.

I B.

Digitized by Google

Digitized by Google

On peut éviter l'emploi de transformateurs abaisseurs en utilisant des couplages d'enroulements sur le stator; par exemple, il sera possible de démarrer avec des enroulements couplés en étoile et de passer ensuite à l'aide d'un coupleur au montage en triangle. On peut encore, dans le cas des moteurs diphasés, avoir deux séries d'enroulements identiques que l'on monte en série pour le démarrage et en parallèle ensuite.

Emploi des moteurs à cage d'écureuil. — Les moteurs à cage d'écureuil se recommandent spécialement pour les faibles puissances, par leur simplicité, leur robustesse et leur prix d'achat très économique puisqu'il est de 20 à 30 pour 100 inférieur à celui des moteurs bobinés et qu'aucun rhéostat de démarrage n'est nécessaire. De plus, ils ne demandent aucun entretien, n'ayant pas de collecteur, de balais ni aucun organe de commutation.

Pour les moteurs à cage d'écureuil de grandes puissances, d'autres considérations s'ajoutent aux précédentes, telles que le facteur de puissance plus élevé, l'absence absolue d'étincelles qui les rend intéressants dans les mines; enfin ils peuvent supporter une grande vitesse périphérique, puisqu'ils ne portent sur le rotor aucun bobinage susceptible de se détériorer.

Dans cet ordre d'idées, la Société l'Éclairage Électrique a réalisé un grand nombre d'installations pour des puissances jusqu'à 150 kw et 200 kw, notamment pour commander directement des pompes centrifuges, ventilateurs, compresseurs rotatifs, etc.

Comme en général ces appareils démarrent à orifice fermé, le couple résistant au départ est faible et il croit en fonction de la vitesse pour arriver à la moitié ou aux deux tiers du couple normal du moteur.

NOUVELLES et ÉCHOS

La recherche industrielle aux Etats-Unis. — Depuis la guerre un courant d'opinion s'est manifesté en France en faveur de la création de laboratoires spécialement consacrés aux recherches qui intéressent l'industrie, et la « R. G. E. » a publié plusieurs articles sur ce sujet. Où en est la réalisation pratique des idées émises? C'est ce que nous ne saurions dire exactement pour le moment, mais ce que l'on peut affirmer c'est qu'il faudra bien des années avant que la France ne soit, toutes proportions gardées, au niveau des Etats-Unis à ce point de vue.

De renseignements donnés par M. Fleming dans une conférence faite à la Junior Institution of Engineers, il résulte en effet que, dès maintenant, il est dépensé annuellement environ 12 à 15 millions de francs pour assurer les besoins des laboratoires s'occupant de recherches de ce genre.

Le tableau suivant, dressé d'après les indications fournies par M. Fleming, donne le budget annuel de quelques-uns de ces laboratoires ainsi que le nombre de personnes qui y sont respectivement attachées.

	Budget.	Personnel.
General Electric C° (électricité).....	2 500 000 fr	300
Westinghouse C° (électricité).....	2 000 000	100
Eastman Kodak C° (photographie)....	750 000	40
American Rolling Mill C° (métallurgie).	250 000	15
Pennsylvania Railroad C° (chemins de fer).....	2 500 000	350
Goedrich Tyre C° (caoutchouc).....	500 000	150
University of Illinois.....	250 000	7
Mellon Institute.....	750 000	65
Bureau of Standards.....	3 000 000	400

M. Fleming cite d'ailleurs beaucoup d'autres laboratoires appartenant à des sociétés industrielles : Reo Motor, Western Electric, National Carbon. Il signale également que l'University of Columbia a décidé l'installation d'un laboratoire de recherches qui ne coûtera pas moins de 3 250 000 fr et qui jouira d'une dotation de 10 000 000 fr. Il signale aussi que récemment il a été décidé de créer une union des laboratoires américains existants en vue de diriger et spécialiser leurs travaux et d'augmenter leur rendement en évitant qu'une même recherche ne se trouve effectuée en plusieurs endroits.

Les canalisations électriques en aluminium en Suisse. — La hausse constante du cuivre (son prix de revient sous forme de fil étiré atteignait en mai 5,46 fr par kilogramme) a amené les entreprises suisses de distribution d'énergie électrique à faire un plus large emploi de l'aluminium dans leurs installations; elles ont d'ailleurs été incitées à agir ainsi par le Comité de l'Union des Centrales suisses qui depuis plus d'une année préconise la substitution de l'aluminium au cuivre dans l'établissement des canalisations électriques et mène campagne en vue de l'abaissement du coût du tréfilage de l'aluminium. A ce dernier point de vue ce Comité a obtenu récemment une nouvelle satisfaction : les usines de tréfilage l'ont en effet informé, par l'intermédiaire de la Division de l'Economie industrielle de guerre, qu'elles étaient prêtes, malgré l'augmentation de la main-d'œuvre, de réduire de 1,20 fr à 1,10 fr par kilogramme les frais d'usinage des fils d'aluminium pour lignes électriques et à ne plus porter en compte pour perte au laminage que 2,5 au lieu de 5 pour 100, pour toutes livraisons dont le total annuel dépasserait 5 000 kg.

La constitution de stocks de matières premières en Suisse. — La « Chronique financière dauphinoise » écrit à ce sujet :

L'Helvétie est un petit pays, mais l'activité de ses habitants s'exerce universellement dans tous les ordres d'industrie, et notre production nationale doit compter avec la concurrence suisse. Au retour de la paix, cette concurrence se pratiquera avec des chances d'autant meilleures que, malgré les charges de la mobilisation partielle pour le respect de ses frontières, la Suisse sera en bien plus favorable posture financière que nous-mêmes.

Le pays se prépare. Les Chemins de fer fédéraux empruntent 60 millions pour acheter des wagons et commencer l'électrification de la ligne du Saint-Gothard, qui est justement l'une des artères principales de l'Allemagne.

Les entreprises privées, les banques augmentent leur capital; de ce fait, il a été émis récemment pour 63 millions de titres. Les ressources nouvelles demandées pour l'industrie ont généralement en vue de constituer des stocks de matières premières et aussi de produire des objets fabriqués en vue de la lutte économique d'après-guerre.

Or, la Suisse se trouve à cet égard dans des conditions excellentes pour contracter des marchés intéressants au delà des mers et même en Europe. Elle bénéficie d'un change exceptionnel, au rebours des nations engagées dans le conflit.

S'inspirant de l'exemple de l'Allemagne, ses dirigeants économiques proposent de faire effectuer les achats collectivement, par l'intermédiaire de la Société de surveillance suisse.

Nous n'avons aucune critique à formuler au regard des mesures que la Suisse édicte et applique dans l'intérêt de son commerce et de son industrie.

Une préoccupation, cependant, nous angoisse. Les menées allemandes en Suisse ont été maintes fois révélées. N'est-il

Digitized by Google

Digitized by Google

pas à craindre que l'organisation des relais en vue de la reprise économique n'intervienne pour transiter, dans un sens puis dans l'autre, les matières premières d'abord, les objets manufacturés ensuite.

L'intervention des neutres en faveur de l'Allemagne a contraint au blocus dont des nations que nous voudrions ne pas blesser souffrent encore. Nous ne doutons pas de la parfaite conscience de la Société suisse de surveillance, mais nous avons de bonnes raisons de suspecter les Allemands établis en Suisse. Ils ne voudront pas laisser dans l'inactivité les organisations qu'ils ont préparées et chercheront à les compléter par des correspondants français.

A chacun de veiller et de signaler, dans l'intérêt de notre relèvement, les moindres faits dans cet ordre d'idées.

Les distributions d'énergie électrique en Italie. — De plus en plus l'Italie s'oriente vers la voie industrielle et cherche à mettre à profit pour cela ses ressources naturelles.

Un programme a été tracé dernièrement dans cet ordre d'idées par le professeur Bonghi, programme qu'il est intéressant de connaître.

La traction des chemins de fer ou plutôt des principales artères de voies ferrées nécessitera environ 150 000 kw, l'agriculture en demandera 300 000, la métallurgie 220 000 et enfin l'éclairage au moins 200 000.

Pour que ce pays puisse se développer industriellement, il faudra que l'on prenne certaines mesures législatives et administratives, c'est ainsi que les distributions d'énergie électrique sont soumises à des régimes très divers : dans certaines villes, usines et distributions sont la propriété des municipalités ; dans d'autres, les usines sont propriété privée et la distribution appartient à la municipalité, d'autres exploitent en régie, enfin dans certaines les compagnies fournissent à forfait l'éclairage public à l'aide d'installations privées.

Un besoin d'uniformisation se fait donc sentir dans ce pays plus peut-être que dans d'autres ; les chutes d'eau n'y manquent pas, un peu d'ordre fera le reste, c'est du moins le désir exprimé par le professeur Bonghi qui pousse à la réalisation du programme ci-dessus.

Les méthodes commerciales des Allemands en Argentine. — On lit dans « L'Ingénieur industriel », journal en langue française édité à Londres par « Electrical Times » :

Les Allemands répandent des rumeurs, en Angleterre par exemple, que les États-Unis s'emploient activement à supplanter le commerce anglais dans l'Argentine. Ni la Grande-Bretagne, ni les États-Unis n'ont montré d'acrimonie dans leur concurrence amicale et les contrées alliées ont au moins cette particularité commune : elles traitent proprement avec les Chiliens et les Argentins. Il est notoire que les constructeurs électriciens allemands refusent de se conformer à la spécification de base internationale concernant les dynamos et les moteurs : leur but est d'arriver à vendre un moteur de 5 ch pour un moteur de 6 ch. Or, tandis que des moteurs de 6 ch étaient offerts à un acheteur argentin à un certain prix, les Allemands offraient un moteur étiqueté 6 ch, 17 pour 100 moins cher, pour la raison que le moteur allemand de 6 ch était réellement un moteur de 5 ch.

Cette ruse ne portait pas seulement sur les moteurs électriques. Les devis des maisons allemandes étaient établis de telle sorte qu'ils ne pouvaient être comparés à ceux de la Commission électrotechnique international, et cela pour n'importe quel matériel, chaque fois qu'elles trouvaient l'occasion de soumettre des prix inférieurs au moyen du stratagème indiqué plus haut. Il est vraiment fâcheux que de tels agissements ne soient pas mieux connus en Argentine. Au lieu d'en être ainsi, les agents allemands attirent l'attention sur les prix très élevés des marchandises anglaises, françaises et américaines, rappelant aux Argentins que nos produits coûtent toujours 15 à 20 pour 100 plus cher que les produits allemands, et déclarant qu'après la guerre le matériel de provenance des pays de l'Entente sera vendu au poids de l'or.

BREVETS RÉCENTS

486 097. — Société dite Universal Winding Co ; Bobine électrique et son mode de bobinage, 10 juillet 1917.

486 105. — Société anonyme pour l'Équipement électrique des Véhicules ; Relais à action différée pour couper le contact dans le primaire d'une bobine d'allumage par batterie, 11 juillet 1917.

486 109. — Brokaw (W.-G.) et Liber (S.-H.) ; Interrupteur électrique pour boutons de sonneries, lampes de poche, cannes, parapluies, jouets et autres applications diverses, 11 juillet 1917.

486 110. — Société générale des Condensateurs électriques ; Soupape électrique pour l'écoulement des surtensions, 11 juillet 1917.

486 121. — Masméjean (A.), Antheaume (R.) et Bichler (C.) ; Bougie d'allumage pour moteurs à explosion, 14 août 1916.

486 126. — Bethenod ; Mode de montage de machines électriques destinées à être accouplées avec un moteur d'automobile, 18 août 1916.

486 131. — Kuntziger (J.), Chauvin (H.) et Fontaine (F.) ; Coupe-circuit, 12 juillet 1917.

486 132. — Descorps (J.-T.) ; Electrode centrale de bougie d'allumage, 13 juillet 1917.

486 133. — Descorps (J.-T.) ; Ressort compensateur pour bougie d'allumage, 13 juillet 1917.

486 138. — Spira (R.) ; Appareil électrique de contrôle de rondes, 13 juillet 1917.

486 140. — Hames (F.) ; Perfectionnement aux appareils téléphoniques à boutons automatiques, 13 juillet 1917.

486 141. — Guittet (J.) ; Interrupteur électrique, 13 juillet 1917.

486 143. — Société dite Electrolytic Zinc Co, Inc ; Procédé de manipulation des anodes dans les bacs électrolytiques pour la séparation de métaux et dispositif pour l'exécution du procédé, 13 juillet 1917.

486 152. — Société dite C.-A. Vandervell and Co, Ld ; Perfectionnements aux machines dynamo-électriques, 17 juillet 1917.

486 153. — Midgley (A.-H.) et Société dite C.-A. Vandervell Co, Ld ; Perfectionnements aux démarreurs électriques pour moteurs à combustion interne, 17 juillet 1917.

OUVRAGES RÉCENTS

L'aluminium dans l'industrie ; métal pur, alliages d'aluminium ; par Jean Escard. Un volume, 25 cm × 16 cm, 272 pages, 81 figures. Prix : 12 fr + 2,40 fr.

Les progrès de la physique moléculaire. Conférences faites en 1913-1914 par Mme P. Curie, MM. J. Becquerel, M. de Broglie, A. Cotton, Ch. Fabry, P. Langevin, Ch. Maguin, H. Mouton. Un volume, 25 cm × 16 cm, 243 pages. Prix : 12 fr + 2,40 fr.

The Electron ; its isolation and measurement and the determination of some of its properties ; par R. A. Millikan, professeur de Physique à l'Université de Chicago. Un volume, 19 cm × 13 cm, 268 pages, 33 figures. Prix, cartonné, 1,5 dollar, port en plus.

La magnéto à la portée de tout le monde ; par René Bardin, 4e édition. Un volume, 13 × 21 cm, 80 pages, 44 figures. Prix : 2,50 fr + 0,50 fr.

Digitized by Google

Digitized by Google

Questions et Réponses

Sous la rubrique Questions, *se trouvent énoncées quelques-unes des demandes de renseignements qui sont adressées à la Rédaction de la* R. G. E. *et pour lesquelles celle-ci fait appel à ses lecteurs en vue d'avoir les éléments nécessaires aux réponses. — Sous la rubrique* Réponses *sont publiées, outre les réponses aux questions posées sous la rubrique précédente, les plus intéressantes de celles que la Rédaction a pu donner également. — Les chiffres qui précèdent les énoncés des questions indiquent les numéros d'ordre; ceux qui précèdent les réponses indiquent les nombres classificateurs de la classification décimale.*

QUESTIONS

I. Questions nouvelles.

Q. 1. — Quels sont les moyens pratiques employés pour mettre à la terre les pylônes de lignes, poteaux en bois ou en béton armé ? Quels résultats ont-ils donnés ?

Q. 2. — Qu'a-t-on déjà fait pour réaliser l'allumage automatique de l'éclairage public dans les petites communes ? Ne pourrait-on pas obtenir qu'une enquête soit faite sur les résultats pratiques obtenus ?

Q. 3. — A-t-on réalisé le nettoyage automatique des grilles de prises d'eau des usines hydrauliques ? Quelles sont les dispositions déjà réalisées dans ce but ?

Q. 4. — Quels sont les résultats pratiques du filtrage de l'air dans les turbo-alternateurs ? A-t-on employé des filtres refroidisseurs ?

Q. 5 à 11. — Voir ci-dessous aux réponses.

RÉPONSES

Q. 5. — *J'ai essayé d'employer une commutatrice monophasée, j'arrive à l'accrocher d'une façon satisfaisante, mais, quoi que l'on fasse, il y a des étincelles aux balais du collecteur continu. A quelles raisons peut-on les attribuer ?*

621.314.5. — Les commutatrices monophasées donnent lieu à une mauvaise commutation provenant en grande partie de ce qu'il y a quatre instants par période complète où les puissances primaire et secondaire sont égales ; le reste du temps il y a prépondérance, tantôt de l'une, tantôt de l'autre. La réaction d'induit au moment où la puissance alternative est nulle est aussi grande que dans la même machine fonctionnant en dynamo ; puis, quand c'est la puissance alternative qui est maximum, la réaction d'induit change de signe. Ce sont ces variations périodiques de la réaction d'induit qui provoquent une mauvaise commutation.

Q. 6. — *En vue de faire des essais de courte durée j'aurais besoin de réaliser un rhéostat économique, facile à construire, sans faire appel aux constructeurs dont les délais sont actuellement très longs. Que faire ?*

621.311.75. — Vous pouvez employer comme rhéostat de grande intensité des fils de fer immergés dans l'eau courante. Pour un essai de courte durée, l'électrolyse n'est pas à craindre. C'est ainsi qu'avec un rhéostat formé de six boudins de fil de fer de 3 mm de diamètre et 60 m de longueur chacun, montés en parallèle on a pu absorber 1660 A sous 530 V, soit 830 kw. — De même des fils de maillechort immergés dans l'eau peuvent supporter une intensité de 10 à 15 fois plus grande que dans l'air et l'on peut évacuer ainsi 12 W : cm² de surface.

Q. 7. — *On m'a conseillé d'employer des fusibles en étain pur pour mes installations. Quel est l'avantage de ce métal sur le plomb fusible ordinaire ?*

621.311.72. — Les fusibles en *étain pur* ont un certain avantage sur les fusibles en alliage ; d'abord ils fondent sans projection de métal, ensuite ils se rompent normalement à leur point de fusion, tandis que ceux en alliage de plomb et d'étain deviennent parfois rouge sombre avant de fondre, le métal étant maintenu liquide dans une gaine d'oxyde dont le point de fusion est plus élevé que celui de l'alliage. — On peut admettre comme densité de courant amenant la fusion des coupe-circuits en étain la valeur de 15 A : mm².

Q. 8. — *Sur quels chiffres réellement obtenus aux essais peut-on compter comme puissance massique des accumulateurs alcalins ?*

621.355. — L'accumulateur Edison peut fournir 25 à 30 W par kilogramme de poids total. C'est un chiffre obtenu avec de bons accumulateurs au plomb.

Q. 9. — *J'aurais l'intention d'installer une dynamo actionnée par un moulin à vent. Quelles sont les dimensions approximatives à donner aux ailes ? N'existe-t-il pas une formule pour cela ?*

621.312 : 621.45. — Il est assez difficile d'évaluer la puissance exacte communiquée aux ailes d'un moulin à vent; toutefois nous pouvons vous indiquer la formule suivante qui peut être employée pratiquement. Elle est $P = 0{,}03\ Sv^3$ dans laquelle S est la surface des ailes en *mètres carrés* et v la vitesse du vent en *mètres par seconde*. Le nombre trouvé pour P correspond à la puissance en kilogrammètres par seconde.

Q. 10. — *Sur quel chiffre peut-on compter pour la capacité d'un isolateur en porcelaine du genre de ceux des lignes téléphoniques de l'Etat français ?*

654.4. — La capacité des isolateurs en porcelaine n'a pas été souvent mesurée ; toutefois nous pouvons vous donner les résultats obtenus, il y a quelque temps, par l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones sur des isolateurs de son modèle. — L'isolateur à double cloche grand modèle présente une capacité de 0,000072 microfarad, tandis que l'isolateur du même type, mais à simple cloche, a une capacité plus élevée, soit 0,00011 microfarad.

Q. 11. — *Je désirerais convertir du courant continu à 440 V en courant alternatif 70 V, 200 A sans employer autant que possible des dynamos accouplées. N'y aurait-il pas un appareil simple remplissant ce but ? La question du rendement ou celle de la forme de la courbe de courant n'entrent pas en ligne de compte dans l'application dont il s'agit.*

621.314. — Il n'existe actuellement aucun moyen réellement pratique pour transformer sans appareil tournant volumineux du courant continu à 440 V en courant alternatif simple 70 V, 200 A. Le seul procédé à conseiller consiste à envoyer ce courant continu à 440 V dans un moteur à courant continu pourvu de deux bagues et à recueillir le courant alternatif ainsi obtenu, dont la tension serait abaissée à 70 V dans un transformateur ordinaire calculé à cet effet. Les autres dispositifs essayés jusqu'ici dans ce but (rupteurs, turbines à mercure, etc.) ne conviennent guère qu'aux faibles tensions parce qu'ils ne permettent pas la rupture de courants continus tant soit peu intenses surtout sous 440 V. L'utilisation d'une turbine à mercure du type de celles utilisées en radiographie, même si elle était applicable au courant à 440 V, ce qui n'est pas certain, ne procurerait pas une marche très stable à cause des obstructions des ajutages que l'on observe fréquemment lorsque ces appareils doivent assurer un service de longue durée. L'emploi d'un diélectrique gazeux ou liquide pour atténuer les effets destructeurs de l'arc de rupture augmenterait encore les ennuis d'entretien, en sorte que finalement le seul système réellement avantageux est la commutatrice de courant continu en courant alternatif avec un transformateur approprié.

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN R. G. E.

MACHINES et APPAREILS

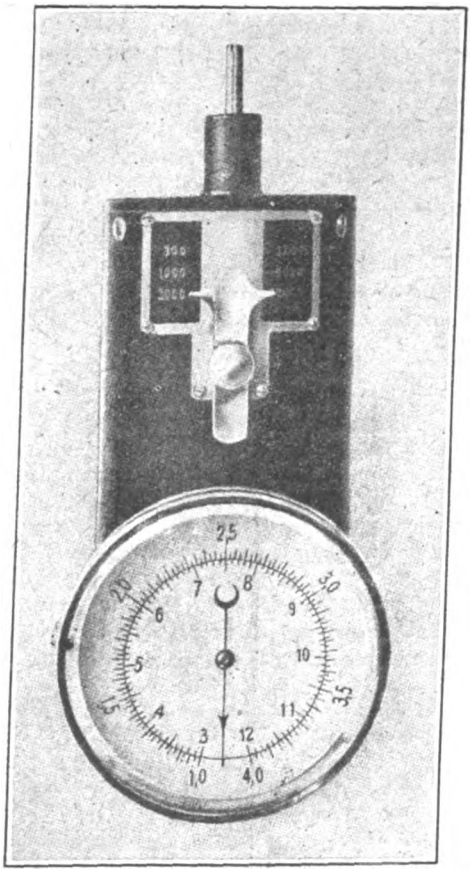
Les tachymètres; tachymètre Jacquet. — Il est de toute importance dans l'industrie de connaître le nombre de tours à la minute des machines que l'on emploie : machines hydrauliques, moteurs à gaz ou à combustion interne, arbres de transmission, etc.

On peut employer pour la mesure des vitesses angulaires un compteur de tours et un chronomètre. Le compteur de tours est en général constitué d'une vis sans fin entraînée directement par l'arbre dont on veut mesurer la vitesse, et qui actionne une roue dentée portant un index qui se déplace sur un cadran fixe. En faisant le quotient du nombre de tours par le temps on obtient le nombre de tours par unité de temps choisie.

Généralement on prend pour unité de temps la minute et pour unité de vitesse angulaire le tour par minute (en C. G. S. l'unité de vitesse angulaire est le radian par seconde).

Quand opère la mesure de la vitesse à l'aide d'un compte-tours et d'un chronomètre, l'équation personnelle de l'opérateur intervient : on peut estimer en général que l'erreur absolue commise par l'opérateur tant au départ qu'à l'arrêt du compte-secondes est de 0,1 à 0,2 seconde. Si on compte le nombre de tours pendant une minute, l'erreur résultante sera de 0,5 à 1 pour 100. Le procédé précédent de détermination du nombre de tours a également un autre inconvénient. il donne le nombre de tours moyen pendant le temps considéré et ne renseigne en rien sur la constance de la vitesse de la machine; de plus il nécessite un temps assez long pour mesurer la vitesse de rotation.

Les tachymètres n'ont pas ces inconvénients, ils permettent de mesurer instantanément la vitesse de rotation de machines quelconques et d'en suivre toutes les variations à la condition d'avoir une inertie assez faible, ce qui est réalisé dans tous les bons instruments.



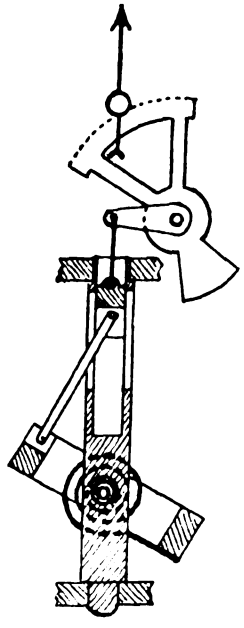


Fig 1. et 2.

Vue d'un tachymètre Jacquet et schéma du principe de l'appareil.

Avant la guerre, la construction des tachymètres avait été pour ainsi dire monopolisée par l'Allemagne : depuis l'ouverture des hostilités, certaines maisons ont tenté avec succès de s'affranchir de la domination allemande à ce sujet.

La Société anonyme James Jacquet, de Bâle (Suisse), s'est mise à construire de ces appareils (fig. 1) et a réussi à faire aussi bien et même mieux que les Allemands.

Le principe de ces tachymètres n'est pas nouveau et est indiqué sommairement sur la figure 1. Un anneau fixé à l'arbre tournant par un ressort en spirale occupe au repos une position oblique par rapport à l'arbre de l'appareil.

Quand ce dernier se met à tourner, l'anneau, sous l'influence de la force centrifuge, tend à occuper une position perpendiculaire à celle de l'arbre de l'appareil. Un système de leviers et d'engrenages transmet les mouvements du disque à l'aiguille indicatrice qui se déplace sur un cadran gradué.

La sensibilité de l'instrument est augmentée au moyen d'un petit dispositif réducteur qui divise en trois tranches l'écart de vitesse pour lequel l'instrument est construit. A chaque tranche correspond une position du curseur monté sur la boite de l'appareil et l'index du curseur indique sur une échelle les limites entre lesquelles le tachymètre est prêt à mesurer.

Les appareils construits par la maison James Jacquet sont soigneusement exécutés et étalonnés avec soin; ce sont d'excellents instruments de précision.

On peut également mesurer avec les tachymètres la vitesse périphérique de volants de poulies, ou la vitesse de déplacement de courroies et de câbles, il suffit de changer la pièce qui reçoit le mouvement de la machine dont on veut mesurer la vitesse, opération qui se fait instantanément, les pièces nécessaires se trouvant dans l'écrin livré avec chaque instrument.

Digitized by Google

Digitized by Google

NOUVELLES et ÉCHOS

La normalisation industrielle. — Dans un des derniers numéros de « Produire », journal de création récente s'occupant spécialement de l'usinage et de l'outillage, M. Georges Daubray, ingénieur des Arts et Métiers, publie un intéressant article sur ce sujet.

M. Daubray reconnaît tout d'abord que la normalisation ne saurait être appliquée à toute espèce d'objet : « Il est évident, écrit-il, qu'il ne peut être question de normaliser les serrures des coffres-forts : MM. les cambrioleurs n'auraient plus aucun mérite à les ouvrir ». Mais par de nombreux autres exemples il montre les avantages considérables que présente la normalisation industrielle pour les bureaux de dessin, les bureaux d'études d'outillage, l'établissement des prix de revient, la fabrication, l'emmagasinement, etc., enfin pour le consommateur.

Comme première étape de la normalisation, M. Daubray propose une mesure depuis bien longtemps préconisée mais que l'inertie humaine n'a pas permis jusqu'ici de réaliser : c'est la création d'un mot propre pour la désignation de chaque objet ou partie d'objet et l'adoption d'un seul mot pour un même objet ; en d'autres termes c'est la revision et la mise au point de la nomenclature industrielle.

Dans son application la normalisation comprendrait trois degrés : la normalisation privée ou par usine, la normalisation nationale et la normalisation internationale. Le premier degré n'a d'intérêt général qu'en ce qu'il prépare le second et le troisième. Pour passer du premier au second il faut un organisme central et M. Daubray, tout en reconnaissant les efforts faits de divers côtés et en particulier dans l'industrie électrique, exprime très vivement le regret que nous n'ayons pas en France une organisation analogue à celle du Standards Committee des Anglais. Il fait aussi observer que l'absence de cet organisme peut nous mettre en mauvaise posture lors des ententes qui suivront la conclusion de la paix. « L'avènement de la normalisation internationale, écrit-il, peut cependant se produire plus tôt que les circonstances ne le font présager, sait-on ce qu'enfanteront les convulsions de la guerre ? Et quand, à la conclusion de la paix, l'ère des ententes sera ouverte, celle-là ne viendra-t-elle pas avec les autres ? Il importe en tout cas que la France ne soit pas surprise par le mouvement, qu'elle ne se voie pas dans l'obligation d'accepter, sans discussion, des normales imposées par les autres nations parce qu'elle n'aurait pas eu d'organisation ayant voix au chapitre. »

Nous ne pouvons qu'approuver les propositions et réflexions de M. Daubray car l'industrie électrique, qui a toujours été à la tête du mouvement en faveur de la normalisation et en a déjà tiré quelques avantages, est également intéressée à ce que la normalisation s'étende à toutes les industries.

Embases indestructibles pour poteaux en bois. — On sait que les poteaux en bois périssent le plus souvent par la base à cause de l'action de l'humidité du sol sur la partie enterrée de ces poteaux. Bien des moyens ont été proposés pour atténuer les effets de l'attaque souterraine ; parmi eux il y en a un que l'on peut indiquer parce qu'il permet de les éviter complètement. Ce procédé consiste à employer des embases en ciment armé que l'on enterre à la façon habituelle en ne laissant dépasser du sol qu'une faible hauteur (70 à 90 cm). C'est sur cette partie que l'on attache le poteau à l'aide de colliers de serrage, on obtient ainsi un ensemble moins cher qu'un poteau entièrement en ciment armé qui présente cependant une durée bien plus considérable que celle du même poteau en bois planté en terre par les procédés ordinaires.

La corrosion électrolytique des conduites souterraines par les courants de retour. — L'Association suisse des Électriciens a nommé une Commission en vue d'étudier la question en collaboration avec la Société suisse pour l'Industrie du Gaz et des Eaux et avec l'Union des Chemins de fer secondaires. Dans sa première réunion de l'exercice 1918 elle a entendu et approuvé le rapport du secrétaire général de l'Association, sur « l'état de la question de corrosion des conduites souterraines par les courants vagabonds de chemins de fer électriques », puis un autre rapport « sur quelques cas de corrosion en Suisse » ; elle a en outre décidé de procéder à des mesures sur quelques réseaux de tramways de manière à pouvoir formuler des propositions sur les mesures à prendre pour diminuer les dangers de corrosion dans ces réseaux ; elle s'est également préoccupée de l'élaboration de « prescriptions suisses pour empêcher la corrosion par les chemins de fer électriques » et des moyens d'assurer le contrôle de l'application de ces prescriptions.

Remaniement des réseaux électriques en Allemagne. — L' « Elektroindustrie » de Zurich, qui est toujours très bien informée de ce qui se passe en Allemagne, publie, sous ce titre, l'entrefilet suivant dans son numéro du 1er mai :

« Depuis longtemps, les réseaux primaires et secondaires des centrales allemandes sont vérifiés par des spécialistes qui dépendent du ministère de la Guerre. Les parties des réseaux dans lesquelles la chute de tension est trouvée faible doivent être remplacées par du fer. Il paraît que l'on a constaté qu'en grande partie, les canalisations avaient des sections trop grandes. Les centrales doivent soumettre les plans de leurs canalisations à ce bureau central, et celui-ci prend des mesures. Le cuivre ainsi récupéré sera pour une faible part utilisé pour le matériel de guerre. La plus grande partie est mise en réserve pour être utilisée par l'industrie pendant la période de transition qui suivra la guerre. » Le journal suisse ajoute : « Les efforts que l'Allemagne fait pour le développement de son industrie sont donc très importants ».

Expériences de motoculture au Maroc. — Nous lisons dans le « Bulletin de la Chambre de Commerce d'Alger » :

A la suite des intéressantes démonstrations, dues à l'initiative de l'Automobile-Club marocain, secondé par la Direction de l'Agriculture et de la Colonisation, qui ont été faites pendant la durée de la Foire dans les environs de Rabat et qui ont réuni sur les terrains d'expériences un grand nombre de tracteurs de marques différentes, de façon à offrir aux agriculteurs le moyen d'arrêter leur choix en tenant compte du coût et du rendement, la question de la motoculture, un peu nouvelle au Maroc, a été portée devant le Congrès des Comités des Études économiques pour y être jugée.

A première vue, deux choses semblent rendre difficile l'application pratique de la motoculture au Maroc. D'abord, le prix élevé des appareils, ensuite la rareté et la cherté des carburants. En ce qui concerne les agriculteurs indigènes, bien qu'ils se soient interressés aux expériences faites, la question ne paraît pas au point pour eux, parce que la mise en train de ce système de culture coûte cher, qu'il boule-

Digitized by Google

Digitized by Google

verse radicalement leurs habitudes culturales et rend obligatoire la présence d'un mécanicien.

Cependant, si la question de la motoculture au Maroc a été envisagée — et son application devient pour ainsi dire impérieuse — c'est que le Maroc doit intensifier ses cultures pour répondre à l'appel de la France et aider à son approvisionnement.

Pour le moment donc, ce n'est pas une question de prix qui doit jouer : le point capital est de produire et surproduire, pour ravitailler la Métropole. La motoculture doit donc aider la traction animale pour obtenir plus de surface ensemencée, dont plus de produits.

D'après les essais faits antérieurement à Ber Rechid, et comparés à ceux de Rabat, le prix de revient des labours par tracteurs dans les circonstances actuelles (prix élevé du carburant, rémunération du personnel spécial), atteint le chiffre de 106 fr l'hectare de labour à 18 cm de profondeur. A cette lourde dépense, que le colon ne peut supporter, le Protectorat participera de façon à encourager la motoculture et obtenir, par conséquent, l'extension des cultures. La traction mécanique était peu employée avant la guerre, époque à laquelle le prix de revient était de 40 à 45 fr l'hectare, avec un rendement de 5 à 6 hectares de labour par jour. La traction animale, qui ne permet qu'un peu plus de 2 hectares par jour, revient à 50 fr, et comme il faut effectuer les labours en deux mois il faudrait, pour arriver au même résultat qu'avec la motoculture, un cheptel de 60 à 70000 fr. Le colon aurait donc, en temps normal, tout intérêt à utiliser la traction industrielle. Pour lui permettre d'attendre la période des cours normaux, le Protectorat s'est engagé à parfaire ces frais exceptionnels en donnant une prime de 50 fr par hectare défoncé et cultivé par traction mécanique.

Cette participation financière du Protectorat sera prélevée sur le budget de ravitaillement de la Métropole.

D'autre part, une prime de 13,50 fr est donnée aux agriculteurs par quintal de blé. En d'autres temps, on pourrait trouver que l'agriculture au Maroc est très avantagée.

Les produits sont achetés par l'Intendance, qui se charge de l'exportation.

Les applications domestiques du chauffage électrique en Suisse. — En raison de la pénurie du charbon, ces applications se sont considérablement développées durant la guerre. Cette situation a donné aux travaux de la Commission pour les Appareils de chauffage et de cuisson de l'Association suisse des Électriciens une impulsion nouvelle qui s'est traduite par divers communiqués dont la « Revue générale de l'Électricité » s'est fait l'écho (voir notamment t. I, p. 640 et 802 et t. II, p. 761).

D'après le dernier compte rendu des travaux de l'Association suisse des Électriciens, les essais entrepris par la Commission sur les appareils à accumulation de chaleur tirent à leur fin et permettront de fixer les éléments nécessaires au calcul de ces appareils, particulièrement le choix de la masse accumulante, la forme la plus appropriée à lui donner, la construction extérieure du fourneau, la disposition des résistances de chauffe ainsi que le choix des matériaux constituant celles-ci.

La Commission a également examiné et discuté un projet des « Principes pour les conditions techniques des appareils de cuisson et des fers à repasser » et un projet des « Normes pour les prises, fiches et interrupteurs des appareils de chauffage et de cuisson », projets élaborés dès avant la guerre et dont l'examen avait été différé en raison des difficultés apportées à la fabrication par la raréfaction des matières premières.

La production du cuivre au Japon. — Le Japon a atteint, en 1917, le deuxième rang des nations pour la production du cuivre avec 111 600 t contre 83 000 t en 1916, 75 000 t en 1915 et 73 000 t en 1913.

BREVETS RÉCENTS

486 167. — Société anonyme Westinghouse : Perfectionnements dans les lampes électriques à arc, 9 juin 1916.

486 173. — Société d'Electricité Nilmelior ; Perfectionnements aux ruptures électriques, 19 janvier 1917.

486 175. — Société dite Société anonyme des Établissements L. Blériot ; Perfectionnements apportés aux systèmes d'allumage pour moteurs à explosion, 2 février 1917.

486 176. — Société d'Electricité Nilmelior ; Dispositif pour l'allumage de départ des moteurs rotatifs à explosion, 2 mars 1917.

486 181. — Bureau (P.-E.) : Bougie d'allumage pour moteur à explosion à haute compression, 22 mai 1917.

486 194. — Longhi (C.) ; Perfectionnements dans les interrupteurs, 4 juillet 1917.

486 197. — Grummon (J. D.) et Bauchelle (W. M.) ; Intensificateur d'étincelle pour bougie d'allumage, 12 juillet 1917.

486 201. — Grammont (A.) : Câble téléphonique à self uniformément répartie, 25 août 1916.

486 211. — Société auxiliaire pour l'Amérique du Nord ; Disposition perfectionnée du parafoudre dans les magnétos, 17 juillet 1917.

486 212. — Dick (H.) ; Disposition de sûreté fonctionnant automatiquement pour empêcher une interruption dans les installations électriques fonctionnant au moyen d'une dynamo ou de batteries d'accumulateurs et destinées à des véhicules, 18 juillet 1917.

486 217. — Société anonyme Westinghouse : Régulateurs électriques, 18 juillet 1917.

205 13/469 995. — Pioche (J. M.) : Machine abatteuse-billonneuse électrique pour le sciage ou l'abatage des bois, 15 juin 1917.

20 509/485 314. — Société anonyme Brown, Boveri et Cie ; Perfectionnements aux machines électriques pour laminoirs à renversement de marche, 7 juin 1917.

205 06/486 181. — Bureau (P. E.) : Bougie d'allumage pour moteur à explosion à haute compression, 24 mai 1917.

OUVRAGES RÉCENTS

La technique pratique des courants alternatifs. Tome I. Exposé élémentaire et pratique des phénomènes du courant alternatif ; par G. Sartori. Trad. de J.-A. Montpellier ; 4e édition. Un vol. Prix : 22,50 fr + 4,50 fr.

Mesures électriques, 1re partie ; par L. Barbillion, L. Jolland et A. Lafont. Un vol. in-8, 208 pages. Prix : 7,50 fr + 1,50 fr.

Matériaux électrotechniques non isolants, 2e volume, par Paul Rudhardt. Ouvrage complet en deux volumes brochés. Prix : le volume, 3,50 fr + 0,70 fr.

Découpage, matriçage, poinçonnage et emboutissage ; par J. Woodworth. Trad. de l'anglais par G. Richard. Un vol. in-8, 331 pages, 685 fig. Prix : 16 fr + 3,20 fr.

Digitized by Google

Digitized by Google

Questions et Réponses

Sous la rubrique Questions, *se trouvent énoncées quelques-unes des demandes de renseignements qui sont adressées à la Rédaction de la* R. G. E. *et pour lesquelles celle-ci fait appel à ses lecteurs en vue d'avoir les éléments nécessaires aux réponses. — Sous la rubrique* Réponses *sont publiées, outre les réponses aux questions posées sous la rubrique précédente, les plus intéressantes de celles que la Rédaction a pu donner également. — Les chiffres qui précèdent les énoncés des questions indiquent les numéros d'ordre; ceux qui précèdent les réponses indiquent les nombres classificateurs de la classification décimale.*

QUESTIONS

I. Questions nouvelles.

Q. 13. — De nombreux procédés ont été préconisés pour « détartrer » les chaudières ; pourriez-vous nous faire connaître ceux qui sont le plus communément employés et donnent de bons résultats?

Q. 14. — Quels sont les charbons convenant le mieux pour les foyers automatiques à tirage et ventilation forcés ? Quelle est la marche la plus économique avec ces foyers?

Q. 15. — Quels sont les appareils nécessaires pour le contrôle efficace d'une chaufferie moderne ?

Q. 16 à Q. 19. — Voir ci-dessous aux « Réponses ».

RÉPONSES

Q. 16. — *Les ouvrages classiques citent généralement l'eau, l'argent, la fonte, etc... comme exemples de substances augmentant de volume en se solidifiant. Quelques essais faits dans un atelier de moulage semblent infirmer cette opinion en ce qui concerne la fonte. Où pourrais-je me documenter sur cette question?*

669.13:536.422. — Nos fiches bibliographiques nous ont permis de communiquer au demandeur la réponse suivante faite par M.-P. Morin, professeur, à une demande du même genre adressée à l'Union des Physiciens et publiée dans le « Bulletin » de cette association, novembre 1909, t. IV, p. 38:

« Dans le « Bulletin technologique de la Société des Anciens élèves des écoles des Arts et Métiers, août et septembre 1886, je trouve une importante étude signée Ed. Deny, intitulée : « Recherches expérimentales sur la résistance et les propriétés diverses de la fonte mécanique, des fontes douces et trempées ». Dans cette étude la question de la surnage de la fonte tient une place assez étendue et paraît définitivement tranchée.

» L'auteur a fait diverses expériences de surnage au moyen d'un bloc cylindro-conique coulé préalablement avec la fonte de la poche sur laquelle on le met à flotter. Il a observé que le métal solide n'est pas mouillé par le métal fondu. Le flotteur est entouré d'un ménisque convexe très prononcé; la quantité dont il dépasse le bain n'a pu être mesurée avec précision à cause du rayonnement insupportable de la fonte en fusion ; mais M. Ed. Deny l'estime à 6 mm pour un flotteur équivalent à un cylindre de 55 mm de haut environ, ces 6 mm étant comptés, d'après le croquis, à partir de la ligne de raccordement du ménisque avec la surface du cylindre.

» M. Ed. Deny tenta de répéter, avec de la fonte, l'expérience du major Edward avec l'eau. Il remplit de fonte en fusion une bombe dont les diamètres, intérieur et extérieur, étaient respectivement 14 et 21 cm et refroidit avec de l'eau la fonte formant masselotte dans le col pour la transformer en bouchon. La bombe ne fut nullement brisée pendant la solidification et même quand on l'eut brisée ultérieurement on vit qu'un certain vide s'était produit à l'intérieur.

» L'auteur cite des moulages de grosses pièces rectangulaires pesant plus de 2300 kg où il fallut reverser de 100 à 120 kg de fonte pour remplacer dans les masselottes le métal qui s'écoulait à l'intérieur par suite du retrait accompagnant la solidification. Pour lui, la perfection avec laquelle la fonte prend l'empreinte des moules tient à sa grande fluidité et à la pression hydrostatique élevée qu'elle exerce sur elle-même à une faible profondeur.

» Enfin M. Ed. Deny fait remarquer que le phénomène de surnage n'est pas particulier à la fonte: l'acier, le cuivre, le zinc, le plomb, le manifestent aussi. Pour ce dernier métal, le fait est facile à vérifier, comme je m'en suis assuré. J'ai fait fondre environ 500 g de plomb dans une capsule et, ayant râclé la surface pour l'avoir bien nette, j'ai déposé dessus successivement, plusieurs morceaux de plomb bien nettoyés ; ils flottent, et l'on voit tout autour un ménisque très prononcé, convexe, de plomb fondu qui disparaît à mesure que le bloc flottant fond lui-même.

» Il me semble donc parfaitement établi que la fonte, loin d'augmenter de volume en se solidifiant, se contracte dans certains cas de près de 5 pour 100, que le phénomène de surnage sur lequel reposait l'opinion contraire est un phénomène de tension superficielle : la fonte solide surnage comme certaines araignées marchent sur l'eau ».

Q. 17. — *La gutta-percha employée autrefois avait paraît-il une résistivité élevée que j'aurais besoin de connaître. Sur quel chiffre peut-on compter? Cette valeur se maintient-elle avec le temps?*

537.311:678.5. — La résistivité de la gutta-percha atteint pour la meilleure qualité; 200.10^{12} ohms-cm; malheureusement c'est un produit de plus en plus rare aujourd'hui, le plus souvent falsifié par de l'huile de lin cuite qui possède de très bonnes qualités isolantes mais qui se résinifie rapidement et se désagrège en tombant en poussière.

Q. 18. — *J'ai des courroies qui patinent, surtout celles qui actionnent les dynamos, mes ouvriers remédient au mal en employant de la résine mais cela ne dure pas, n'y aurait-il pas un autre moyen?*

621.852.1. — Employez un enrouleur; vous diminuerez la largeur de la courroie actionnant votre dynamo et par suite son prix. — L'enrouleur a pour but d'augmenter considérablement l'angle d'enroulement d'une courroie sur une poulie au moyen d'un galet dont la pression est réglée par un contrepoids. On réalise ainsi des enroulements qui peuvent aller à 270° ou même 300° et employer des courroies de largeur très réduites et par suite moins chères.

Q. 19. — *Comment peut-on déterminer pratiquement le nombre de spires d'un électro-aimant à courant alternatif?*

538.332. — On peut admettre que, dans les électro-aimants à courants alternatifs, la résistance est en général négligeable devant la réactance, il en résulte que, pour un calcul approché, on peut admettre que le nombre de spires est : $N = \frac{U.10^8}{\omega.\mathcal{F}}$. Le flux $\mathcal{F}$ doit être choisi tel que l'induction $\mathcal{B}$ ne dépasse pas 4000 à 5000 gauss pour que la formule soit applicable.

Digitized by Google

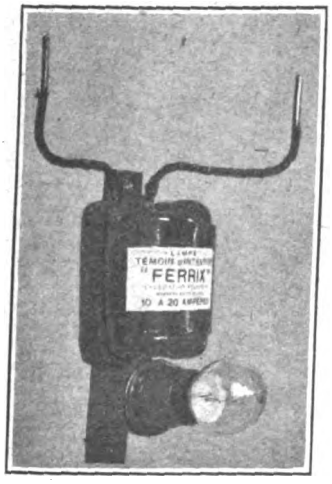
Digitized by Google

BULLETIN R. G. E.

MACHINES et APPAREILS

Le transformateur témoin d'intensité Ferrix. — Aux temps héroïques de l'électricité, lorsque l'éclairage des grands magasins était assuré par une multitude de lampes à arc raccordées chacune par une ligne à un tableau de distribution placé dans le sous-sol, on pouvait voir sur ce tableau, près de l'interrupteur commandant chaque circuit de lampe, un petit indicateur de courant formé d'une aiguille aimantée disposée parallèlement à l'un des conducteurs et que le courant faisait dévier lorsque la lampe correspondante était allumée. On avait ainsi sous les yeux un moyen de contrôle simple permettant d'intervenir en temps voulu lorsque l'une des lampes s'éteignait, par suite de l'usure de ses charbons par exemple.

Aujourd'hui toutes ces installations ont à peu près disparu, mais il n'en existe pas moins dans bien des cas la nécessité de savoir ce qui se passe dans certains circuits. Les courants alternatifs de plus en plus répandus aujourd'hui nous offrent une solution élégante du problème sous la forme du transformateur témoin système Ferrix.



Témoin d'intensité Ferrix.

De dimensions extrêmement réduites, puisqu'il s'agit pour lui d'alimenter une lampe de 8 à 10 v, le transformateur témoin Ferrix se monte sur les canalisations à courant alternatif de la même manière que les transformateurs d'intensité bien connus. Mais tandis que ces derniers doivent posséder des qualités particulières en vue de maintenir une concordance aussi grande que possible entre l'intensité qu'ils indiquent et l'intensité réelle, le transformateur témoin Ferrix sert simplement à alimenter une petite lampe dont l'éclat donne une idée approchée de la valeur du courant qui circule dans la canalisation; cet appareil a pu être construit économiquement, il est donc très bon marché et peut s'employer partout. Par exemple sur des circuits de moteurs dont la charge est très variable, il permet alors à l'ouvrier ou au contremaître de suivre à tout instant la valeur du courant dans ce moteur et d'éviter à temps les surcharges. De même pour les appareils commandés à distance dont il permet de contrôler le fonctionnement. Sur des installations triphasées il renseigne sur l'état de charge des phases. Enfin, dans les hôtels, usines, administrations, écoles, il permet de s'assurer si certaines lampes restent éclairées et s'il n'est pas fait un usage anormal du courant. Appliqué aux canalisations des caves et remises il évitera les oublis d'extinction, etc.

Ajoutons, en terminant, que le primaire du Ferrix est formé de quelques spires et n'absorbe qu'une fraction de volt en moyenne. De plus, en cas de court-circuit sur la ligne, les fuites magnétiques du transformateur entrent en jeu en limitant le courant dans le secondaire, cela évite que la lampe, qui cependant brille d'un vif éclat, ne soit brûlée. La consommation de puissance de ces appareils est très petite, 1 à 5 w suivant la charge.

NOUVELLES et ÉCHOS

Statistique du développement des installations électriques, en Suisse, pour 1917. — Dans son rapport annuel, le secrétariat général de l'Association suisse des Ingénieurs électriciens donne à ce sujet les renseignements qui suivent :

On a soumis à l'inspectorat des installations à fort courant, au total, 2713 projets (contre 2912 en 1916). De ces projets, 2117 (2273) concernaient des conduites et 596 (639) des machines, des transformateurs et des stations de distribution.

Les projets de conduites avaient pour objet 460 (557) installations à haute tension et 1644 (1673) lignes à basse tension. Il y eut 13 (43) projets à examiner pour des supports de construction spéciale. Les conduites à haute tension installées en 1917 ont une longueur totale de 400 (523) km. D'après le matériel employé, cette longueur se répartit comme suit : 189 (162) km de conduites en cuivre, 136 (242) km en fer et 61 (105 km) en aluminium. On pose 14 (14) km de câbles souterrains pour l'exploitation à haute tension.

A la pénurie extraordinaire du cuivre vint s'ajouter un manque très sensible de fil de fer galvanisé, de sorte que l'installation des conduites fut constamment aux prises avec de grandes difficultés. Dans ces conditions, il est surprenant que l'aluminium accuse aussi un recul comme matériel de construction pour conduites à haute tension. Cela s'explique en partie par le fait qu'on a établi surtout des conduites de charge moins élevée pour lesquelles l'aluminium convient moins bien que le fer ou le cuivre à cause de la plus grande section minimum exigée pour des raisons de sûreté. Pour les conduites à basse tension, l'aluminium a été un peu plus employé qu'auparavant et l'on a établi avec ce matériel des réseaux de conduites étendus.

Les projets d'installations de machines se répartissent sur 10 (12) nouvelles stations génératrices et 12 (8) extensions de stations existantes. Il ne fut pas présenté de projet pour des stations génératrices de plus de 200 kw de débit. Parmi des projets d'extension, 8 (5) se rapportaient à des stations centrales de plus de 200 kw de rendement ; 32 (32) projets concernaient des installations de moteurs à haute tension ou de transformateurs et 44 (41) des installations de distribution nouvelles ou modifiées. Les projets embrassent 645 (690) nouveaux transformateurs répartis dans 498 (546) stations. 437 (419) de ces transformateurs alimentent des réseaux locaux et 208 (271) servent à l'exploitation d'entreprises industrielles. Ces dernières comprennent 38 (40) transformateurs installés par les usines électriques pour leurs besoins mêmes.

Digitized by Google

Digitized by Google

Le développement des installations hydro-électriques en Espagne. — Un grand nombre de demandes de concessions de chutes d'eau d'une puissance variant entre 20 ch (Salas de los Infantes, Burgos) à 3600 ch (Alloz, Navarre) ont été récemment présentées ; le matériel des petites installations sera fourni par les constructeurs espagnols ; celui des grandes et moyennes installations proviendra de l'étranger, principalement de Suisse.

— La Chambre de Commerce de Valence vient d'ouvrir une enquête publique en vue de l'utilisation des chutes de la rivière Jucar, province de Albacète, et de la transmission à Valence d'une puissance de 6 400 ch.

— On signale, d'autre part, qu'une compagnie française a acquis d'importantes chutes à Esera et à Cinca, dans la province d'Aragon, dans le but de fabriquer des engrais chimiques.

— La Sociedad Minera y Metalurgica de Penarroya installe plusieurs nouvelles lignes de transmission. L'une d'elles, à 70 000 v, relie la station centrale de Penarroya aux installations hydro-électriques de Linares de la Compagnie Mengamor : elle est actuellement terminée. Une autre, à 30 000 v, relie la même station à Cordoba ; la section s'étendant de l'usine à La Balista est achevée. Trois autres lignes secondaires, destinées à desservir des installations minières, sont en construction.

— L'autorisation d'établir une ligne à haute tension entre Avilès et le port de San Juan de Nieva a été récemment accordée.

— Une compagnie espagnole au capital de 150 millions de francs vient de se former pour l'utilisation des chutes du Douro dans le voisinage de la frontière entre le Portugal et l'Espagne ; la puissance disponible, évaluée à 350 000 ch, sera transmise à Madrid et à Bilbao ; on envisage son emploi à l'électrification des chemins de fer du nord et de l'est de l'Espagne.

Projet d'usine hydro-électrique au Danemark. — Les difficultés d'approvisionnement en charbon ont amené le gouvernement danois à étendre l'utilisation des richesses hydrauliques de ce pays. Récemment, le Parlement a adopté en première lecture un projet de construction d'une usine électrique sur la rivière Guden. Un barrage serait édifié sur cette rivière un peu au-dessous de son confluent avec le Tange ; on obtiendrait ainsi une chute de 9 m ; la quantité d'eau passant annuellement au barrage étant évaluée à 600 millions de mètres cubes, on obtiendrait environ 10 millions de kilowatts-heure par an. Le coût de l'installation est estimé à 5 600 000 fr et la durée probable des travaux à dix-huit mois, pourvu toutefois qu'il soit possible de se procurer dans les délais voulus les matériaux nécessaires.

La normalisation industrielle en Allemagne. — Dans le précédent « Bulletin R. G. E. », nous signalions (p. 6 B) une note dans laquelle M. Daubray demandait, après bien d'autres d'ailleurs, que les études de normalisation entreprises par divers groupements industriels français, particulièrement par les groupements de l'industrie électrique, fussent étendues à toutes les branches de notre industrie nationale. La note suivante, transmise à l'Office national du Commerce extérieur par notre attaché commercial en Suisse, M. Crozier, ministre plénipotentiaire, montre que nos ennemis ont également reconnu la nécessité de l'extension de la normalisation.

« La création de modèles « types » de marchandises, écrit M. Crozier, ainsi que leur fabrication, est considérée en Allemagne comme un des moyens les plus efficaces pour obtenir, après la guerre, des articles à bon marché malgré l'élévation des salaires et les hauts prix des matières premières.

» Ces principes ne sont pas nouveaux. Ce qu'on préconise outre-Rhin, c'est leur généralisation à toutes les branches de l'industrie. Un comité central a été constitué dans ce but à Berlin en mai 1917. Il est chargé d'étudier les mesures à prendre en vue de l'application de ces principes à toute l'industrie allemande et élaborera au besoin un règlement d'État pour imposer ce système de production.

» A ce comité, toutes les régions industrielles de l'Allemagne sont représentées par des délégués, des associations d'ingénieurs et d'industriels.

» On admet, en général, chez nos ennemis que, si la création de types uniques de marchandises offre des avantages réels au point de vue des prix de revient et de la rapidité d'exécution et de livraison, elle ne sera pas toujours bien accueillie par le consommateur dont elle réduira le choix. Mais on estime que la production devra être armée, après la guerre, pour répondre aux énormes besoins qui se manifesteront en marchandises de toute nature et que, par suite de l'épuisement financier qui résultera de la guerre, le facteur prix sera plus que jamais primordial dans les transactions nationales et internationales.

» Les « Dernières Nouvelles » de Munich, du 20 avril 1918, publient à ce sujet un article dont voici ci-dessous quelques extraits :

» Le caractère infiniment varié de la production industrielle d'à présent n'est dû qu'à la recherche de l'originalité par le fabricant et à son désir de séduire le client en lui offrant un très grand choix de modèles.

» En réalité, cette diversité de modèles cause un gaspillage inutile de matières premières et de travail. C'est même une source de dépenses superflues pour l'acheteur qui souvent ne peut trouver à réparer sa marchandise ou à en remplacer une partie détériorée, dans le cas par exemple d'une automobile, d'une machine quelconque.

» La guerre a imposé à l'industrie des principes tout différents. Pour les besoins de l'armée, il a fallu accélérer la fabrication, faciliter les réparations, adapter des fabrications nouvelles ou agrandir des ateliers existants.

» Tous ces besoins commandaient impérieusement le développement de la fabrication en série ».

» Dans la « Revue des Associations d'ingénieurs allemands », la « Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieurs », année 1917, 19e livraison, la question de la fabrication en série est traitée en ce qui concerne spécialement la construction des machines.

» Dans les grands ateliers de construction, il arrive souvent que des pièces détachées de même espèce doivent être fabriquées spécialement. Le constructeur aurait un avantage évident s'il pouvait se procurer ces pièces toutes faites et prêtes à l'usage. Débarrassé de ces questions de détail, il pourrait vouer toutes ses facultés intellectuelles à la recherche de perfectionnements ou d'inventions nouvelles.

» Il y a un inconvénient, c'est l'assujettissement du fabricant au modèle des pièces existantes. Cet inconvénient sera d'autant moindre qu'on aura créé un plus grand choix de pièces détachées.

» L'auteur préconise de former des répertoires de ces pièces détachées et la création d'usines spéciales qui se livreraient uniquement à leur fabrication.

» Une telle organisation permettrait d'accélérer considérablement la production. Elle serait en outre d'un grand

Digitized by Google

Digitized by Google

secours aux petites industries. Enfin, dans ces fabriques de pièces détachées, cette spécialisation du travail permettrait d'améliorer sans cesse l'outillage et, de ce fait, de diminuer le prix de revient. »

La réglementation du commerce des métaux en Suisse. — La pénurie des métaux qu'ont causée en Suisse les circonstances actuelles a amené le gouvernement à réglementer sévèrement la préparation, la transformation et le commerce des métaux. Un arrêté du Conseil fédéral suisse en date du 3 avril dernier donnait à ce sujet tous pouvoirs au Département suisse de l'Economie publique et celui-ci prenait, à la même date, une décision prescrivant à tout détenteur de métaux neufs ou vieux, d'alliages, minerais, objets métalliques mi-fabriqués, d'en faire la déclaration et de n'effectuer la vente de ces matières que sur autorisation. Une autre décision du même Département, prise également le 3 avril, a fixé les prix maxima applicables aux vieux métaux et déchets de métaux; voici, à titre documentaire, quelques-uns de ces prix rapportés au kilogramme de matière: cuivre de 4,60 à 3,40 fr suivant qualité; laiton, 2,90 à 2,30 fr; bronze 4,30 à 2,80 fr; étain, 6,80 à 3,80 fr, etc.

La main-d'œuvre indigène au Maroc. — Le « Bulletin de la Chambre de Commerce d'Alger » donne à ce sujet les renseignements suivants :

Les colons, et surtout les industriels, se sont plaints de la diminution de la main-d'œuvre indigène au moment où le programme national est d'intensifier la production. Cette diminution de la main-d'œuvre a eu pour cause l'envoi dans la Métropole des « travailleurs marocains », qui se sont recrutés, pour une bonne quantité, étant donnés les salaires élevés offerts en France, parmi les ouvriers déjà occupés dans les industries du pays. Au 1er septembre 1917, 22000 travailleurs marocains ont été ainsi dirigés en France; 10000 sont revenus. Cependant, ces départs qui étaient de 1500 en moyenne par mois, ne sont plus actuellement, pour donner satisfaction aux employeurs, que de 500 à 600; par conséquent, la crise aurait une tendance à diminuer. Ces départs ont forcément déterminé une hausse des salaires, et la Direction des Travaux publics, pour poursuivre son programme, a dû augmenter ses prix, ce qui est un moyen d'attirer une main-d'œuvre nouvelle que peuvent fournir les réserves chlouh.

BREVETS RÉCENTS

486 239. — Société Stevens Ld et Smith (P. F.); Dispositifs de commande perfectionnés pour véhicules marchant au pétrole et à l'électricité, 21 juillet 1917.

486 259. — Société anonyme Westinghouse; Systèmes de distribution, 13 mars 1917.

486 263. — Société anonyme Brown, Boveri et Cie; Commutateur par la force centrifuge en particulier pour moteurs d'induction, 24 juillet 1917.

486 273. — Dinin (A.); Dispositif d'étanchéité pour le passage des connexions d'accumulateurs avec bac en celluloïd, 25 juillet 1917.

486 282. — Société La Dauphinoise; Bague protectrice de lampes électriques, 13 septembre 1917.

486 295. — Grand (J. A.); Inflammateur électrique à rupture d'étincelles multiples pour moteurs à explosion, 23 juillet 1917.

486 311. — Société anonyme Westinghouse; Système de commande de moteurs électriques, 28 juillet 1917.

486 318. — Gouin (P.-E.) et Rœsel (E. E. J.); Solution pour soudure électrique, 30 juillet 1917.

486 360. — Société anonyme Westinghouse; Instruments de mesure électriques, 4 août 1917.

486 369. — Buck (A. A.); Commutateur électrique tournant, 6 août 1917.

486 370. — Buck (A. A.); Radiateur électrique, 6 août 1917.

486 371. — Buck (A. A.); Dispositif de chauffage en radiateur électrique, 6 août 1917.

486 394. — Paratore (G.); Dispositif électrique et mécanique de moteurs à courant continu, 7 août 1917.

486 398. — Société dite The Relay Automatic Telephone Co Ld; Perfectionnements dans les systèmes téléphoniques automatiques et semi-automatiques, 8 août 1917.

486 405. — Société anonyme Westinghouse; Dispositif de mise en court-circuit des induits de moteurs asynchrones et servant à soulever les balais, 8 août 1917.

486 415. — Aresk (M.); Dispositif électrique pour actionner tout instrument de musique à touches, particulièrement harmoniums et orgues, 9 août 1917.

486 417. — Assié (E.); Four électrique destiné à la fabrication de produits abrasifs et réfractaires, 9 août 1917.

OUVRAGES RÉCENTS

Méthodes économiques d'organisation dans les usines; par J. Izart. Un volume in-8, 164 pages, 15 figures. Prix : 7,50 fr + 1,50 fr.

La mécanique appliquée, théorique, numérique et graphique; par E. Dorgeot. Un volume in-4, 613 pages, 619 figures. Prix : 32,50 fr + 6,50 fr.

Les moyens de développer les applications agricoles de l'électricité; par P. Lecler. Un volume. Prix : 2,50 fr + 0,50 fr.

Principes d'électroradiologie, par le docteur Foveau de Courmelles. Un volume. Prix : 6 fr + 1,20 fr.

La tourbe. Traité et étude de sa formation, de tous les procédés d'exploitation, de fabrication, d'utilisation rationnelle, industrielle, commerciale, etc., de ce combustible connus à ce jour. Carbonisation et charbons. Sous-produits et dérivés Législation et jurisprudence; par Armand Vibert. Un volume in-8, x-224 pages. Prix : 6 fr net.

NOTICES et CATALOGUES (1)

Notice sur les appareils système Samain annulant les pressions sur les organes de fermeture des conduites de toute nature, de la Société des robinets a obturateur tubulaire, principe Pierre Samain, 15, rue du Treyve, Saint-Etienne.

Notice sur les moteurs asynchrones à cage d'écureuil, de la Société L'Eclairage électrique.

Catalogues concernant les électro-aimants de levage, de manutention, de protection et de triage, les tambours et séparateurs magnétiques, les supports et plateaux-étaux électromagnétiques, les embrayages et accouplements électromagnétiques, de Paul Bachelet, ingénieur constructeur, 60, rue Haxo, Paris (20e).

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

Digitized by Google

Digitized by Google

Questions et Réponses

Sous la rubrique Questions, *se trouvent énoncées quelques-unes des demandes de renseignements qui sont adressées à la Rédaction de la* R. G. E. *et pour lesquelles celle-ci fait appel à ses lecteurs en vue d'avoir les éléments nécessaires aux réponses. — Sous la rubrique* Réponses *sont publiées, outre les réponses aux questions posées sous la rubrique précédente, les plus intéressantes de celles que la Rédaction a pu donner également. — Les chiffres qui précèdent les énoncés des questions indiquent les numéros d'ordre; ceux qui précèdent les réponses indiquent les nombres classificateurs de la classification décimale.*

QUESTIONS

I. Questions nouvelles.

Q. 20. — Certains constructeurs et non des moindres estiment indispensable, pour la mise sous tension des grosses unités : transformateurs, moteurs asynchrones ou réseaux, de procéder en deux ou plus de deux étapes en intercalant dans l'interrupteur avant les contacts principaux de grandes résistances shuntées, ensuite par les contacts principaux. D'autres constructeurs également de tout premier ordre estiment cette complication inutile. A-t-on des relevés oscillographiques, très simples d'ailleurs à prendre, montrant dans les deux cas l'onde de tension ou des indications d'expériences permettant d'élucider cette question?

Q. 21. — Quel est le moyen de filtrer les huiles usagées de transformateurs et de les décolorer avec le minimum de frais pour une petite entreprise?

Q. 22. — Il a été décrit dans les revues techniques divers systèmes d'installation ou de réparation des poteaux en bois ayant pour but d'augmenter la durée de ceux-ci. La plupart de ces systèmes étant en usage depuis plusieurs années il nous semble probable que ceux qui les ont employés doivent être à peu près fixés sur les avantages et les inconvénients de chacun d'eux. Un de nos lecteurs, exploitant d'un grand réseau de distribution désirerait connaître les résultats constatés.

Q. 23. — Comment doivent être réglés les différents relais d'une usine comprenant relais pour machines, relais pour transformateurs, relais pour départs de lignes, etc?

Q. 24 — Voir ci-dessous aux « Réponses ».

II. Questions déjà posées.

Les questions n° 2, 3, 13, 15 publiées dans les numéros du 6 et du 13 juillet sont restées jusqu'ici sans réponses. Nous prions ceux de nos lecteurs qui pourraient nous documenter sur ces sujets de bien vouloir le faire.

RÉPONSES

Q. 1. — *Quels sont les moyens pratiques employés pour mettre à la terre les pylônes de ligne, poteaux en bois ou en béton armé?*

Un de nos lecteurs nous adresse la réponse suivante :

621.315.4. — Le seul moyen réellement efficace de mettre les supports d'une ligne électrique à la terre consiste à les réunir au moyen d'un fil en cuivre ou en acier, que l'on connecte de distance en distance à de bonnes terres placées en terrain convenable. Celles-ci doivent être constituées au moyen d'une plaque métallique, de dimensions convenables, enterrée entre deux couches de coke pulvérisé et damé, à une profondeur suffisante pour atteindre une couche de terrain possédant une humidité permanente.

On réalise ainsi une ligne qui suit les conducteurs d'énergie et qui, grâce à ses multiples points de mise à la terre, conserve sa valeur protectrice même si une ou deux terres consécutives sont simultanément avariées, la section du fil de terre étant prévue suffisante pour qu'en cas de contact d'un point avec un conducteur de tension il ne puisse se former entre ce point et la première terre en bon état une différence de tension dangereuse.

Il est évident que toutes les parties métalliques des supports (ferrures, consoles, cadres entourant les isolateurs, etc...) qui, par défaut d'isolement, pourraient se trouver sous tension, doivent être reliés au fil de terre métalliquement afin d'être garantis contre les dangers résultant de contacts avec les conducteurs sous tension.

Q. 4. — *Quels sont les résultats pratiques du filtrage de l'air dans les turbo-alternateurs? A-t-on employé des filtres refroidisseurs?*

621.311.9. — Nous recevons la réponse suivante à la première partie.

Les filtres en tissu flanelle de coton formés de sacs tendus sur légers châssis de bois sont très employés et donnent généralement satisfaction.

Ils exigent un nettoyage fréquent dont l'époque est indiquée par un déprimomètre branché avant et après le filtre.

Il est cependant bon de nettoyer à fond par l'air comprimé les enroulements et canaux de ventilation de l'alternateur (stator et rotor) tous les quatre ou cinq ans.

Des incendies graves d'alternateurs ont été occasionnés par l'inflammabilité des tissus de filtres et il est recommandé de remplacer les tissus de coton par des tissus de laine beaucoup plus incombustibles.

Dans le cas d'atmosphère particulièrement poussiéreuse ou chargée de vapeurs acides, la ventilation des alternateurs est assurée en circuit fermé, l'air étant refroidi par un aéro-réfrigérant constitué par un faisceau tubulaire à ailettes dans lequel circule de l'eau froide. Des installations exécutées suivant ce système dans une centrale au milieu de vapeurs nitreuses ont donné toute satisfaction. La consommation d'eau à 16° est de 18 m³ à l'heure pour un alternateur de 1800 kw.

Q. 14. — *Quels sont les charbons convenant le mieux pour les foyers automatiques à tirage et ventilation forcés? Quelle est la marche la plus économique avec ces foyers?*

621.184.15. — La Société anonyme des Foyers automatiques, Roubaix (provisoirement 31, place Saint-Ferdinand, Paris, XVII°), nous écrit qu'elle se tient à la disposition des industriels possédant des grilles automatiques à tirage et ventilation forcés, pour leur fournir tous renseignements dont ils pourraient avoir besoin pour l'utilisation rationnelle de ces appareils (choix du charbon, conditions de marche, etc.).

Q. 24. — *Comment se fait-il, étant donnée l'action nocive des rayons ultra-violets, qu'il soit possible d'utiliser pour l'éclairage des lampes en quartz à vapeur de mercure.*

621.327.3. — Lorsqu'on utilise les lampes à vapeur de mercure en quartz pour l'éclairage, il est indispensable de les entourer d'un globe de verre destiné à absorber les radiations ultra-violettes les plus nocives; le plus souvent ces globes sont dépolis afin d'atténuer en même temps l'éclat intrinsèque de la source. Dans quelques modèles de lampes, lorsqu'on enlève le globe, on rend visible une inscription qui invite l'opérateur à protéger ses yeux.

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN R. G. E.

MACHINES et APPAREILS

L'extinction des incendies d'origine électrique. — Le Pyrène. — Qu'un incendie survienne quelque part dont on ne puisse retrouver la cause, et la presse quotidienne s'empresse d'en accuser « le court-circuit » de funeste mémoire. Les courts-circuits sont parfois dangereux certes, mais en tout cas ils sont moins nombreux qu'on veut bien le dire. Avec des installations bien établies et bien surveillées ils sont rares et ne se produisent que dans des circonstances exceptionnelles. Est-ce à dire que l'on ne doive pas les combattre ? Non. — S'il s'en produit un, on doit immédiatement chercher à l'éteindre et à ce sujet nous désirons appeler l'attention sur le danger que font courir les extincteurs ordinaires presque tous à base de carbonates alcalins sur lesquels un acide réagissant au moment de la manœuvre provoque un abondant dégagement de gaz carbonique. Ces appareils qui mettent en jeu des liquides conducteurs ne font qu'activer le court-circuit au lieu de l'étouffer.

Tout autre est l'action du pyrène. Découvert il y a quelques années, le liquide pyrène est un mélange de matières purement organiques ne contenant ni acide, ni sel, ni eau, complètement neutre et inoffensif pour les objets qu'il humecte. Il conserve son efficacité par tous les temps et ne se congèle pas à une température de 50° au-dessous de zéro. Soumis à une température supérieure à 65° le pyrène se transforme en un nuage de gaz lourd, sec, qui enveloppe la matière en combustion et empêche de ce fait tout contact avec l'oxygène de l'air, en sorte que le foyer d'incendie est rapidement étouffé.

Ne contenant ni eau ni substance inorganique, le pyrène n'est pas conducteur du courant électrique, c'est un excellent isolant dont la résistivité atteint 100 000 mégohms-centimètre. Grâce à cette énorme résistance, on a pu éteindre avec le pyrène tous les incendies d'origine électrique sans danger pour l'opérateur. Des essais ont été faits à 130 000 v sans aucun inconvénient et, à cette tension, on a pu couper des arcs avec une seule projection de liquide. De la même manière, des arcs de 2 000 A sous 220 v ont été éteints en deux secondes (essais de la New-York Edison Co).

L'extincteur pyrène est d'une construction ingénieuse, il est constitué par une pompe à double effet se manœuvrant aisément à la main et qui peut lancer un jet continu à une distance de 10 m environ. Une particularité curieuse est la petite quantité de liquide qu'il contient : un litre environ; cela suffit amplement, puisque ce litre de liquide peut donner lieu à 20 000 litres de gaz plus lourd que l'air qui entoure complètement le foyer d'incendie.

Ajoutons que le pyrène est excellent contre les feux d'hydro-carbures liquides tels que l'essence, le pétrole, l'huile, etc., et même le carbure de calcium sur lequel une projection d'eau est plus désastreuse qu'utile.

J. R.

NOUVELLES et ÉCHOS

L'utilisation des forces motrices du gave de Cauterets. — Un de nos lecteurs nous envoie sur ce sujet l'information suivante (1) :

Jusqu'à présent, le gave de Cauterets n'est utilisé qu'à partir de Calypso, à 4 km en aval de Cauterets, c'est-à-dire à mi-chemin de la descente sur Pierrefitte.

L'usine de Calypso est celle qui alimente le tramway électrique Pierrefitte-Cauterets-Luz.

Aussitôt restituée, l'eau du gave est reprise par la grande installation récente de la Compagnie des Chemins de fer du Midi pour être amenée à Soulom à l'usine décrite dans la « R. G. E. » du 27 février 1917 et qui, en ce moment, sert surtout pour la défense nationale, notamment pour alimenter l'usine voisine, celle de la Société norvégienne de l'Azote qui produit des nitrates synthétiques. Cette dernière usine subsistera après la guerre, mais s'alimentera alors par ses propres moyens, grâce à des chutes qu'elle vient d'acheter dans la vallée de Barèges.

D'autre part, il faut savoir que toutes les vallées de Cauterets (montagnes, pâturages, sources thermales) sont la propriété collective du Syndicat des communes de la « vallée de Saint Savin ».

La nouvelle intéressante est que ledit Syndicat vient (le contrat a été signé au début du mois de mai dernier) de concéder en bloc, pour la somme de 1 400 000 fr le droit à l'utilisation de l'eau des gaves de toutes les vallées de la région de Cauterets, depuis leur naissance jusqu'à Calypso, à un entrepreneur de Paris, M. Thévenot,

La puissance estimée est de 25 000 ch. Deux usines sont projetées, dont la première, juste en contrebas des bains de la Raillère (2 km en amont de Cauterets), c'est-à-dire au confluent de la vallée de Lutour et de celle de Jéret, celle-ci formée à Pont d'Espagne de la réunion des eaux de la vallée de Gaube et de celle de Marcadan. L'autre usine sera naturellement à Calypso, immédiatement en amont de l'usine actuelle des tramways.

L'énergie électrique, ainsi produite, est destinée, dit-on, à une usine qui s'installera à Pierrefitte, pour la métallurgie du nickel.

Une autre petite usine, installée à Cauterets même, utilisera à part le gave de Cambasque, et fournira enfin l'éclairage à des conditions moins onéreuses qu'actuellement (Cauterets paie encore en ce moment 1,40 fr le kilowatt-heure l'énergie produite sur place par une petite dérivation prise sur le gave au milieu même de l'agglomération).

Pour respecter l'aspect touristique des vallées deux conditions ont été imposées :

1° Toutes les adductions devront être en tunnel, à flanc de montagne, sans tuyaux apparents;

2° Pendant les trois mois de la saison, on restituera un

(1) A ce propos nous renouvelons à nos lecteurs la demande déjà faite de communiquer à la Réduction de la *R. G. E.*, toute information concernant les installations électriques projetées.

Digitized by Google

Digitized by Google

filet d'eau pour faire jouer maigrement les cascades. On restituera 900 litres par seconde à chacune des cascades de Cerisey et de Lutour, et on assurera 2 000 litres par seconde au gave à la traversée de Cauterets, par souci hygiénique, le gave servant naturellement d'égout collecteur.

Statistique des accidents dus aux installations électriques, en Suisse, pour 1917. — L'Association suisse des Electriciens fournit à ce propos, dans son « Bulletin » de juin, les renseignements suivants :

L'inspectorat des installations à fort courant a eu connaissance en 1917 de 49 accidents (contre 39 en 1916) ayant intéressé au total 55 (contre 39) personnes.

Pour 25 victimes (25), l'accident causé par le fort courant eut une issue fatale.

Dans 13 cas (10), les personnes atteintes appartenaient à l'exploitation même et dans 16 (19) autres au personnel des monteurs ; en outre, 26 (10) victimes étaient des personnes étrangères à l'entreprise. 37 (25) accidents furent causés par le contact des installations à haute tension ; 14 (16) de ces accidents furent mortels. Le contact des installations à basse tension fit 18 (14) victimes dont 11 (9) succombèrent.

La plupart des accidents arrivés au personnel de l'exploitation ont eu de nouveau pour cause un manque d'attention momentané de la victime, joint à un concours de circonstances accessoires défavorables. Il faut attribuer aussi à la même cause la majeure partie des accidents des monteurs et du personnel auxiliaire. Le nombre des accidents de ces deux catégories de personnes est à peu près le même que l'année précédente.

Mais la classe des tierces personnes accuse cependant une augmentation importante des accidents. L'accroissement provient ici en partie d'un accident causé par un ballon enregistreur étranger chassé par le vent sur notre territoire. A la descente, un fil de fer de plusieurs centaines de mètres de longueur, attaché au ballon, vient en contact avec une conduite à haute tension tandis que son extrémité libre est saisie et maintenue par un certain nombre de jeunes gens, à une grande distance du point de contact ; le courant tue 2 de ces personnes et en blesse 5. Un autre accident ayant coûté la vie à 1 personne et produit des blessures à 2 autres présente une certaine analogie avec le précédent, car le lieu de l'accident se trouvait également à une bonne distance du point de passage du courant. Ce dernier cas se produisit pendant qu'on tendait un de ces câbles de fer pour le transport du bois, employés en montagne, au-dessous et en travers d'une conduite à haute tension.

Il convient de vouer une attention plus diligente aux accidents occasionnés fréquemment ces dernières années par les dispositifs de contact à nu d'appareils électriques mobiles, tels que les grues. Ces accidents n'arrivent qu'assez rarement pendant l'exploitation normale, mais plutôt lors des nettoyages, des changements ou réparations. Nous avons à signaler pour l'année dernière 4 cas semblables qui se sont produits sous des tensions de 380 à 500 v. Lorsqu'on emploie ces installations en grand nombre, il faut prendre des mesures spéciales pour prévenir l'accroissement de pareils accidents. En procédant aux enquêtes à ce sujet, nous avons spécialement attiré l'attention sur les précautions dont il faut s'entourer en pareille matière.

Dans 11 cas, on s'est efforcé de rappeler les victimes à la vie ; ces tentatives réussirent pour 3 personnes.

L'application de la soudure électrique par arc à la construction des coques de navires aux États-Unis. — En raison de la nécessité où se trouvent les Alliés de reconstituer rapidement leur flotte commerciale, ceux-ci ont recherché tous les moyens qui permettraient d'abréger la construction des navires, en particulier la substitution de la soudure électrique au rivetage pour l'assemblage des tôles qui constituent la coque.

D'après « Electrical Review », de Londres, du 12 juillet, des essais sur cette application de la soudure ont été faits récemment aux chantiers de construction de Newark, New Jersey, de la Emergency Fleet Corporation, et ces essais ont montré qu'il en résultait non seulement une économie de temps mais encore une économie d'argent.

Le problème que s'est posé la Emergency Fleet Corporation comporte l'assemblage des tôles de la coque en deux opérations. Dans la première, les tôles sont réunies par des points de soudure à l'arc électrique espacés d'environ 25 cm ; on obtient ainsi rapidement une coque entièrement fermée, à l'intérieur de laquelle il est possible de procéder, par tous les temps et aussi bien de nuit que de jour, à la soudure complète des bords de tôles, travail qui constitue la seconde opération. Pour arriver à avoir un assemblage suffisamment résistant par de simples soudures espacées, il a fallu apporter quelques modifications dans la forme et les dimensions des tôles, mais rien n'a été changé aux lignes principales de la coque qui restent celles adoptées par la Emergency Fleet Corporation pour l'ensemble de ses constructions, il a fallu se résigner à faire quelques assemblages par rivets à la manière ordinaire, mais les longueurs de ces assemblages par rivets ne dépasse pas le quart de l'ensemble. D'autre part, il a été reconnu que cette manière d'opérer permet de réduire d'environ 10 pour 100 le poids de l'acier employé dans la construction de la coque, ce qui, en même temps qu'une économie d'argent, procure une augmentation du tonnage utile.

La Emergency Fleet Corporation s'est également préoccupée de la manière dont il conviendra d'essayer les coques ainsi construites. Cet essai s'effectuera en remplissant d'eau la coque et en étudiant les déformations que subiront les tôles sous cette charge ; la comparaison de ces déformations avec celles des tôles rivées fournira les éléments nécessaires à la vérification de la résistance de la coque.

Ajoutons que les premières applications de la soudure électrique à la construction ou plutôt la réparation des coques de navires ont été faites par la Wilson Electric C°, qui a réparé ainsi avec succès un certain nombre de navires allemands et qui, d'ailleurs, a fait appel à toutes les compétences industrielles et scientifiques pour la mise au point du procédé. Le matériel et l'appareillage nécessaires sont aujourd'hui construits par la Universal Electric Welding C°.

Traction. — Etablissement d'une voie ferrée d'intérêt local de Loures a Mauléon-Barousse (Hautes-Pyrénées). — Le « Journal officiel » du 29 juin 1918 promulgue, p. 5599, une loi déclarant d'utilité publique l'établissement, dans le département des Hautes-Pyrénées, d'une voie ferrée d'intérêt local, destinée au transport des voyageurs et des marchandises de Loures à Mauléon-Barousse. Le concessionnaire est la Société des Chemins de fer et Hôtels de Montagne dont le siège est à Paris, 54, boulevard Haussmann.

Le capital de premier établissement est fixé à 718000 fr. Le maximum de travaux complémentaires à exécuter pendant les dix premières années de l'exploitation est fixé à 20000 fr. Le maximum de la charge annuelle pouvant incomber à l'État est de 22452 fr pendant les douze premières années de la concession et de 31629 pour les années suivantes.

Digitized by Google

Digitized by Google

filet d'eau pour faire jouer maigrement les cascades. On restituera 900 litres par seconde à chacune des cascades de Cerisey et de Lutour, et on assurera 2 000 litres par seconde au gave à la traversée de Cauterets, par souci hygiénique, le gave servant naturellement d'égout collecteur.

Statistique des accidents dus aux installations électriques, en Suisse, pour 1917. — L'Association suisse des Electriciens fournit à ce propos, dans son « Bulletin » de juin, les renseignements suivants :

L'inspectorat des installations à fort courant a eu connaissance en 1917 de 49 accidents (contre 39 en 1916) ayant intéressé au total 55 (contre 39) personnes.

Pour 25 victimes (25), l'accident causé par le fort courant eut une issue fatale.

Dans 13 cas (10), les personnes atteintes appartenaient à l'exploitation même et dans 16 (19) autres au personnel des monteurs ; en outre, 26 (10) victimes étaient des personnes étrangères à l'entreprise. 37 (25) accidents furent causés par le contact des installations à haute tension ; 14 (16) de ces accidents furent mortels. Le contact des installations à basse tension fit 18 (14) victimes dont 11 (9) succombèrent.

La plupart des accidents arrivés au personnel de l'exploitation ont eu de nouveau pour cause un manque d'attention momentané de la victime, joint à un concours de circonstances accessoires défavorables. Il faut attribuer aussi à la même cause la majeure partie des accidents des monteurs et du personnel auxiliaire. Le nombre des accidents de ces deux catégories de personnes est à peu près le même que l'année précédente.

Mais la classe des tierces personnes accuse cependant une augmentation importante des accidents. L'accroissement provient ici en partie d'un accident causé par un ballon enregistreur étranger chassé par le vent sur notre territoire. A la descente, un fil de fer de plusieurs centaines de mètres de longueur, attaché au ballon, vient en contact avec une conduite à haute tension tandis que son extrémité libre est saisie et maintenue par un certain nombre de jeunes gens, à une grande distance du point de contact ; le courant tue 2 de ces personnes et en blesse 5. Un autre accident ayant coûté la vie à 1 personne et produit des blessures à 2 autres présente une certaine analogie avec le précédent, car le lieu de l'accident se trouvait également à une bonne distance du point de passage du courant. Ce dernier cas se produisit pendant qu'on tendait un de ces câbles de fer pour le transport du bois, employés en montagne, au-dessous et en travers d'une conduite à haute tension.

Il convient de vouer une attention plus diligente aux accidents occasionnés fréquemment ces dernières années par les dispositifs de contact à nu d'appareils électriques mobiles, tels que les grues. Ces accidents n'arrivent qu'assez rarement pendant l'exploitation normale, mais plutôt lors des nettoyages, des changements ou réparations. Nous avons à signaler pour l'année dernière 4 cas semblables qui se sont produits sous des tensions de 380 à 500 v. Lorsqu'on emploie ces installations en grand nombre, il faut prendre des mesures spéciales pour prévenir l'accroissement de pareils accidents. En procédant aux enquêtes à ce sujet, nous avons spécialement attiré l'attention sur les précautions dont il faut s'entourer en pareille matière.

Dans 11 cas, on s'est efforcé de rappeler les victimes à la vie ; ces tentatives réussirent pour 3 personnes.

L'application de la soudure électrique par arc à la construction des coques de navires aux États-Unis. — En raison de la nécessité où se trouvent les Alliés de reconstituer rapidement leur flotte commerciale, ceux-ci ont recherché tous les moyens qui permettraient d'abréger la construction des navires, en particulier la substitution de la soudure électrique au rivetage pour l'assemblage des tôles qui constituent la coque.

D'après « Electrical Review », de Londres, du 12 juillet, des essais sur cette application de la soudure ont été faits récemment aux chantiers de construction de Newark, New Jersey, de la Emergency Fleet Corporation, et ces essais ont montré qu'il en résultait non seulement une économie de temps mais encore une économie d'argent.

Le problème que s'est posé la Emergency Fleet Corporation comporte l'assemblage des tôles de la coque en deux opérations. Dans la première, les tôles sont réunies par des points de soudure à l'arc électrique espacés d'environ 25 cm ; on obtient ainsi rapidement une coque entièrement fermée, à l'intérieur de laquelle il est possible de procéder, par tous les temps et aussi bien de nuit que de jour, à la soudure complète des bords de tôles, travail qui constitue la seconde opération. Pour arriver à avoir un assemblage suffisamment résistant par de simples soudures espacées, il a fallu apporter quelques modifications dans la forme et les dimensions des tôles, mais rien n'a été changé aux lignes principales de la coque qui restent celles adoptées par la Emergency Fleet Corporation pour l'ensemble de ses constructions, il a fallu se résigner à faire quelques assemblages par rivets à la manière ordinaire, mais les longueurs de ces assemblages par rivets ne dépasse pas le quart de l'ensemble. D'autre part, il a été reconnu que cette manière d'opérer permet de réduire d'environ 10 pour 100 le poids de l'acier employé dans la construction de la coque, ce qui, en même temps qu'une économie d'argent, procure une augmentation du tonnage utile.

La Emergency Fleet Corporation s'est également préoccupée de la manière dont il conviendra d'essayer les coques ainsi construites. Cet essai s'effectuera en remplissant d'eau la coque et en étudiant les déformations que subiront les tôles sous cette charge ; la comparaison de ces déformations avec celles des tôles rivées fournira les éléments nécessaires à la vérification de la résistance de la coque.

Ajoutons que les premières applications de la soudure électrique à la construction ou plutôt la réparation des coques de navires ont été faites par la Wilson Electric C°, qui a réparé ainsi avec succès un certain nombre de navires allemands et qui, d'ailleurs, a fait appel à toutes les compétences industrielles et scientifiques pour la mise au point du procédé. Le matériel et l'appareillage nécessaires sont aujourd'hui construits par la Universal Electric Welding C°.

Traction. — Etablissement d'une voie ferrée d'intérêt local de Loures a Mauléon-Barousse (Hautes-Pyrénées). — Le « Journal officiel » du 29 juin 1918 promulgue, p. 5599, une loi déclarant d'utilité publique l'établissement, dans le département des Hautes-Pyrénées, d'une voie ferrée d'intérêt local, destinée au transport des voyageurs et des marchandises de Loures à Mauléon-Barousse. Le concessionnaire est la Société des Chemins de fer et Hôtels de Montagne dont le siège est à Paris, 54, boulevard Haussmann.

Le capital de premier établissement est fixé à 718000 fr. Le maximum de travaux complémentaires à exécuter pendant les dix premières années de l'exploitation est fixé à 20000 fr. Le maximum de la charge annuelle pouvant incomber à l'État est de 22452 fr pendant les douze premières années de la concession et de 31629 pour les années suivantes.

Digitized by Google

Digitized by Google

La longueur de la ligne est de 10 km ; la largeur de la voie sera de 1 m, le rayon de courbure minimum de la voie sera de 30 m et les déclivités maxima de 70 pour 1 000.

La traction sera électrique, l'alimentation se fera par ligne de contact aérienne.

Le matériel roulant se composera de deux voitures automotrices à deux essieux d'une puissance de 45 ch, de deux voitures de remorque, de trois wagons à marchandises couverts. d'une grue roulante de 5 000 kg et de huit wagons à marchandises découverts.

Télégraphie et téléphonie. — RADIOTÉLÉGRAPHIE. — D'après le « Telegraph and Telephone Age », la Compagnie Marconi a appliqué le principe de la transmission Wheatstone à la radiotélégraphie. Les perforations sont faites dans le ruban ordinaire Wheatstone, comme pour les transmissions dans les lignes terrestres et les câbles; le ruban est alors passé à travers un transmetteur Wheatstone fonctionnant à la vitesse désirée. Le transmetteur, au lieu d'envoyer les signaux directement comme dans les lignes terrestres, actionne un dispositif ouvrant et fermant des valves admettant de l'air comprimé dans des tubes qui conduisent cet air à des appareils pneumatiques commandant les circuits à haute tension. Les mouvements extrêmement rapides des contacts opérés pneumatiquement rendent pratique la transmission des signaux à des vitesses dépassant 100 mots par minute, sans produire d'arcs gênants aux points de contact dans le circuit à haute tension.

Electrochimie et électrométallurgie. — ALUMINIUM. — D'après le rapport présenté à l'assemblée générale qui a eu lieu en juin dernier, les opérations de la Aluminium Corpn, Ltd, ont été particulièrement actives au cours de l'exercice écoulé. Non seulement elle a augmenté ses installations hydrauliques et le matériel de production de ses usines du North Wales, mais encore elle a racheté la totalité des actions de la Aluminium Foil Co et a poursuivi l'exploitation des ateliers de cette Compagnie. En raison de cette prospérité, le rapport envisage la possibilité de proposer sous peu le paiement des dividendes arriérés des trois dernières années.

L'achat en commun des lampes à incandescence en Suisse. — En vue de grouper les commandes des consommateurs et d'obtenir ainsi des fabricants de lampes à incandescence des réductions de prix, les entreprises suisses de distribution d'énergie électrique avaient fondé, il y a quelques années, l'Association pour l'Achat de Lampes à incandescence (l'A. A. L.). Par suite de la légère redevance qu'elle percevait sur les achats faits par son intermédiaire, cette association était devenue très prospère, au point que non seulement elle avait pu constituer un fonds de réserve appréciable mais encore pouvait verser une subvention annuelle d'environ 12 000 fr à l'Union des Centrales suisses (l'U. C. S.) à laquelle appartenaient la plus grande partie de ses adhérents.

Malgré cette prospérité, ou plutôt à cause de cette prospérité. l'A. A. L. a cessé d'exister : dans son assemblée générale extraordinaire du 20 avril, elle a décidé sa dissolution et la mise à la disposition de l'U. C. S. de son actif et de son passif, y compris le fonds de réserve, ce dernier devant être utilisé « en vue de solutionner des questions d'intérêt général pour les centrales d'électricité suisses ».

Cette décision a été ratifiée par l'assemblée générale du même jour de l'U. C. S. qui a en outre décidé la création immédiate d'une « division pour l'achat des lampes à incandescence » chargée de continuer les opérations de l'A. A. L.

Il n'y aura donc rien de changé pour les consommateurs et les entreprises de distribution de petite et moyenne importance continueront à profiter, comme par le passé, des réductions de prix accordées aux grosses commandes. Mais l'U. C. S. aura dorénavant une source de revenus qui lui permettra de consacrer des sommes plus importantes aux études qu'elle poursuit dans l'intérêt général des entreprises d'électricité.

BREVETS RÉCENTS

486 420. — BUGATTI (E.); Bougie d'allumage, 9 août 1917.

486 422. — BOVING (J.-O.); Perfectionnements aux fours électriques, 10 août 1917.

486 427. — Société dite THE RELAY AUTOMATIC TELEPHONE CO, LD; Perfectionnements aux systèmes de téléphone automatiques et semi-automatiques, 10 août 1917.

486 433. — Société dite PITTSFIELD SPARK COÏL CO; Perfectionnements aux dispositifs interrupteurs, 10 août 1917.

486 435. — SOCIÉTÉ ANONYME D'ECLAIRAGE ET D'APPLICATIONS ÉLECTRIQUES; Perfectionnements aux lampes de sûreté électriques, 11 août 1917.

486 444. — MASON (C.-T.); Perfectionnements aux dynamos d'allumage, 13 août 1917.

486 467. — Société anonyme dite INVENTOS ELECTRICOS ESPANA; Procédé pour éviter les inductions dans les réseaux conducteurs d'électricité, 16 août 1917.

486 477. — MANG (G.) et STEMPERT (P.); Système de montage des pièces de contact pour pastille isolante de support de lampe électrique à incandescence, 17 août 1917.

486 544. — PERRENOUD (G.); Limiteur de courant à action intermittente, 22 août 1917.

486 550. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Nouveau mode de bobinage d'induit, 31 juillet 1916.

486 568. — BROC (V.-H.); Fiche de prise de courant indécrochable, 14 mars 1917.

486 588. — LEMERCIER (A.-A.); Gant à chauffage électrique, 26 octobre 1916.

486 599. — SHEPHERD (J.); Perfectionnements aux générateurs et moteurs électriques, 27 août 1917.

486 619. — Société dite SPLITDORF ELECTRICAL CO; Système d'appareils générateurs de courants d'allumage pour moteurs à combustion interne, 29 août 1917.

OUVRAGES RÉCENTS

Trempe, recuit, cémentation et conditions d'emploi des aciers; par L. GRENET, 2e édition, revue et augmentée. Un vol. in-8, contenant 75 figures dans le texte. Prix broché : 20 fr + 4 fr.

La statistique graphique et ses applications aux constructions; par Maurice LÉVY; 3e partie : Arcs métalliques, Ponts suspendus rigides, Coupoles et corps de révolution; 3e édition. Un vol. 418 pages, 81 fig. et 8 pl. Prix : 24 fr + 4,80 fr.

Digitized by Google

Digitized by Google

Questions et Réponses

Sous la rubrique Questions, *se trouvent énoncées quelques-unes des demandes de renseignements qui sont adressées à la Rédaction de la* R. G. E. *et pour lesquelles celle-ci fait appel à ses lecteurs en vue d'avoir les éléments nécessaires aux réponses. — Sous la rubrique* Réponses *sont publiées, outre les réponses aux questions posées sous la rubrique précédente, les plus intéressantes de celles que la Rédaction a pu donner également. — Les chiffres qui précèdent les énoncés des questions indiquent les numéros d'ordre; ceux qui précèdent les réponses indiquent les nombres classificateurs de la classification décimale.*

QUESTIONS

I. Questions nouvelles.

Q. 25. — Quelle est la nature des fils inoxydables qu'il convient d'employer pour la confection de résistances de chauffage par l'électricité? Quelles sont les épissures pratiques pour ces fils? Quels sont les isolants solides préconisés?

Q. 26. — Quelle tension en courant continu peut supporter un isolateur construit pour N volts en courant alternatif? Quels essais ont été effectués en vue de la réponse à cette question?

Q. 27-30. — Voir ci-dessous aux « Réponses ».

II. Questions déjà posées.

Les questions n°s 2, 3, 13, 20, 21, 22, 23 sont restées jusqu'ici sans réponses. Nous prions ceux de nos lecteurs qui pourraient nous documenter sur ces sujets de bien vouloir le faire.

RÉPONSES

Q. 27. — *Où trouve-t-on à un prix abordable des soupapes Soulier?*

621.314.6. — On trouve des soupapes Soulier à un prix abordable et livrables de suite à l'adresse suivante : « Appareils électriques Soulier », 7, rue de la Gare, à Arcueil (Seine).

Q. 28. — *Est-il possible de se servir comme engrais de la chaux contenue dans les résidus des appareils à production d'acétylène? N'y a-t-il pas lieu de craindre que les impuretés que contient cette chaux n'aient une action nuisible sur la croissance des plantes?*

665.86.0048. — Voici la réponse faite à ces questions par un de nos lecteurs, professeur à l'Institut national agronomique :

« La chaux provenant des appareils à production d'acétylène n'a aucune valeur comme engrais azoté et ne peut nullement se substituer aux nitrates. Mais elle peut être employée comme amendement calcaire, comme la chaux ou la marne dans les terres où le chaulage est nécessaire. J'ai bien fait autrefois des analyses de ces résidus, mais je ne les ai pas sous les yeux ; leur valeur agricole est proportionnelle à leur teneur en chaux, laquelle est en relations avec l'humidité du produit. Quant aux impuretés, elles sont constituées surtout par un charbon qui n'a aucune action nuisible. Seul le carbure inattaqué ou le gaz acétylène persistant dans la masse pourraient avoir des inconvénients ; mais il est facile de les éviter en laissant la matière humide exposée à l'air quelque temps avant l'emploi ou mieux étalée sur le sol quelque temps avant l'enfouissage par le labour. »

Q. 29. — *Pour quelles raisons emploie-t-on pour la dorure et l'argenture des cyanures, sels très vénéneux, au lieu de chlorure d'or ou d'azotate d'argent?*

669.218.5 + 669.228.5. — On sait que tout métal plongé dans une dissolution d'un sel d'un métal appartenant à un groupe supérieur déplace chimiquement ce dernier métal, le plus souvent sous forme d'un dépôt pulvérulent et n'adhérant pas au métal plongé. Il s'ensuit qu'un objet en cuivre ou d'un alliage de cuivre plongé dans une solution de chlorure d'or ou d'azotate d'argent se recouvre, dès l'immersion, d'une couche non adhérente d'or ou d'argent qui empêche l'adhérence d'un dépôt électrolytique ultérieur. C'est ce qui se produisit dans les premières tentatives de dorure électrolytique faites par de la Rive, en 1840, avec un bain de chlorure d'or (*Ann. de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXXIII, p. 398). Cet inconvénient capital ne se produit pas quand le bain électrolytique est alcalin, et c'est précisément ce qui a lieu quand on prend pour bain une solution de cyanure d'or ou de cyanure d'argent dans du cyanure de potassium. La découverte de cette propriété des bains aux cyanures est contemporaine des essais de de la Rive et est due à Elkington (27 septembre 1840) et à de Ruolz (1841), d'après une note publiée en 1841, dans les « Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris ».

Q. 30. — *Quels sont les points de congélation ou plutôt les points de fusion des mélanges d'eau et d'alcool, d'eau et de glycérine?*

536.421 : 547.3. — Pour les mélanges d'eau et de glycérine on trouve dans le » Dictionnaire de Chimie » de Wurtz, p. 1592, le tableau suivant :

Proportion de glycérine en centièmes.	Densité.	Point de fusion.
10	0,024	— 1°C
20	1,051	— 2°5
30	1,075	— 6°
40	1,105	— 17°5
50	1,127	— 31 à — 34°
60	1,159	environ — 35°
70	1,179	
80	1,220	
90	1,232	
94	1,241	

D'autre part, nous avons reçu d'un chimiste les indications suivantes, sans indication de la source bibliographique.

Pour les mélanges d'eau et d'alcool éthylique et les mélanges d'eau et de glycérine, les températures de congélation sont données par les tableaux ci-dessous, où les premières colonnes indiquent le nombre de grammes de substance anhydre dissous dans 100 g d'eau :

		Glycérine.	
0,001851	— 0,000670°	0,1841	— 0,0372°
0,02299	— 0,00834	0,9280	— 0,1869
0,04604	— 0,0181	2,042	— 0,4140
0,1332	— 0,04936	4,363	— 0,8927
0,3247	— 0,1307	4,925	— 1,02
0,595	— 0,2367	9,054	— 1,888
0,9319	— 0,3707	13,358	— 2,828
2,418	— 0,9645	22,09	— 4,75
5,014	— 1,9900	48,24	—11,15
8,105	— 3,215		
17,96	— 7,49		
36,43	—16,0		
51,06	—23,6		
86,21	—33,9		

En comparant les deux séries de nombres relatifs à la glycérine, on constate quelques désaccords notables; ainsi le mélange de 48.24 g de glycérine et 100 g d'eau de la seconde série correspond à un mélange à 31 pour 100 dans le premier; or d'après le second tableau le point de congélation est de 11,15° C, et d'après le premier de 6 à 7° C.

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

L'hydraulique agricole et industrielle au Maroc. — D'après un rapport de M. Marc de Mazières, correspondant de la Chambre de Commerce d'Alger, le directeur général des Travaux publics, M. Delure, a reconnu le principe de l'utilisation urgente des forces motrices hydrauliques du Maroc. Le recensement de ces forces hydrauliques est poursuivi et le règlement organique en préparation ; la part sera faite entre l'agriculture et l'industrie. Un projet de concession des chutes d'eau de l'Oum-er-Rebia est à l'étude.

L'électricité dans l'Inde. — La demande en énergie électrique se fait sentir de plus en plus aux Indes particulièrement à Madras, où 2 000 abonnés consomment 5 000 000 kw-h par an. Les installations actuellement à l'étude sont : l'aménagement de la rivière Siruvani pour l'alimentation de la ville de Coinbatore, celui des chutes du Chulakrudi dans l'Etat de Chochin pour alimentation de la ville de Trichur et du chemin de fer Shoramer-Ernakalum. Enfin les Tata Hydroelectric Works vont utiliser les eaux des collines de Nilgiri (Etat de Madras) ; ce plateau de 1800 m d'élévation soumis à des pluies continuelles pendant 6 mois comporte de nombreuses vallées faciles à réunir et dont une seule peut fournir 50 000 kw. (*E. T. Z.*, 28 mars 1918, p. 129) d'après : der neue Orient).

Les paratonnerres en Allemagne. — D'après l' « Elektroindustrie » de Zurich, du 1er mai, on doit, en Allemagne, prochainement remplacer toutes les parties en cuivre des installations de paratonnerres par du fer.

Les nouvelles constructions seront considérées comme définitives. On utilise beaucoup des rubans de fer étamés, ainsi que des câbles en fils de fer étamés de 15 à 17 mm de diamètre. On pense obtenir ainsi environ 5 000 t de cuivre. — F. L.

Nouveau poste central téléphonique à Paris. — On sait qu'un poste central situé rue La Boétie et dénommé « Elysées » a été ouvert au service en janvier dernier.

Le multiple qui y est installé, construit par la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, est d'un système manuel à batterie centrale et peut atteindre une capacité totale de 12 600 lignes d'abonnés.

L'équipement de début réalisé est de 5 000 lignes réparties à raison de 100 sur chacune des 50 positions de départ en service. Il n'existe pas de multiplage général sur ces positions.

27 groupes d'arrivée et intermédiaires permettent d'assurer l'établissement des communications interurbaines, locales ou originaires des autres postes centraux de Paris. Sur ces positions, l'appel de l'abonné demandé est effectué par le simple enfoncement de la fiche du monocorde utilisé dans le jack général correspondant.

Des tables d'essais et de renseignements y sont également installées.

Environ 3 500 abonnés, autrefois desservis par les postes centraux de Wagram et de Gutenberg et domiciliés dans certaines parties des quartiers des Champs-Elysées, du Roule, de l'Europe et de la Madeleine, ont été amenés au bureau « Elysées ».

Nouvelle matière isolante. — Dans leur numéro de juin les « Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones » signalent d'après « Industria e Invenciones », une nouvelle composition isolante qui remplace la porcelaine, le marbre, l'ardoise. Cette matière, dure, incombustible et non absorbante, peut être moulée et travaillée comme les substances vulcanisées. Elle est composée de : amiante pulvérisée, 52 pour 100 ; mica en poudre, 14 ; « caoutchouc minéral », 20 ; solution de caoutchouc, 10 ; soufre, 3 et résine 1. Ces proportions sont approximatives et peuvent être modifiées.

L'Office commercial français de Londres. — Il vient d'être formé à Londres un Office commercial français, placé sous le patronage de la Chambre de Commerce française de Londres et soumis au contrôle des ministères français du Commerce et des Affaires étrangères, représentés par l'attaché commercial à l'embassade française de Londres. Cet Office a pour but d'établir et de développer par tous les moyens les relations commerciales entre les producteurs français et les acquéreurs anglais et d'augmenter la vente des produits français dans le Royaume-Uni.

Suivant le « Board of Trade Journal » l'un des moyens à employer pour atteindre ce but serait de faire au moins quatre fois par an des expositions de produits français. Celles-ci dureraient environ une quinzaine ; elles seraient ouvertes sur invitation aux maisons françaises, anglaises et alliées qu'elles pourraient intéresser et durant les derniers jours de chaque exposition le public serait libre d'entrer. La première de ces expositions ne pourra être tenue avant le commencement d'octobre prochain.

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser à l'Office Commercial français en Angleterre, 153, Queen Victoria Street. E. C. 4.

La carte d'identité des voyageurs de commerce. — Le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes, a déposé sur le bureau du Sénat un projet de loi instituant une carte d'identité professionnelle à l'usage de toute personne française ou étrangère, exerçant en France et dans ses colonies ou pays de protectorat, la profession de voyageur ou de représentant de commerce.

Cette carte sera obligatoire ; elle mentionnera le nom, le domicile et la nationalité originaire et, s'il y a lieu, acquise du titulaire ; elle portera l'indication des établissements représentés par celui-ci, sur production d'attestations visées en France par les Chambres de commerce, et aux colonies ou dans les pays de protectorat par des fonctionnaires spécialement désignés à cet effet ; enfin, à l'étranger, par les agents consulaires.

Cette carte ne saurait faire double emploi avec la carte de légitimation actuellement délivrée aux mêmes personnes

Digitized by Google

Digitized by Google

par les Chambres de commerce ; elle sera distribuée en France par les préfectures et, aux colonies ou dans les pays de protectorat, par les fonctionnaires chargés de les viser.

Elle portera le signalement et la photographie du titulaire.

L'industrie du carbure de calcium au Japon. — C'est en 1901 que fut fondée, à Koriyama, la première société en vue de la fabrication du carbure de calcium au Japon. A cette époque, la consommation japonaise, uniquement utilisée à l'éclairage par l'acétylène, était très faible ; aussi, bien que la production de l'usine de Koriyama ne dépassât pas 50 à 60 t par mois, elle fut suffisante pour arrêter complètement les importations de carbure des Etats-Unis.

Une ou deux années plus tard, la demande ayant augmenté, deux autres usines furent créées, l'une à Sendaï, l'autre à Nagaoka ; les trois compagnies propriétaires de ces usines ne tardèrent pas, d'ailleurs, à se syndiquer et eurent ainsi en main, pendant quelque temps, le monopole de la fabrication et de la vente du carbure.

Plus tard, l'extension des applications du carbure amena la création de nouvelles usines. L'une d'elles fabrique actuellement 25 000 à 30 000 t de carbure par an qu'elle transforme en cyanamide calcique, puis en sulfate d'ammonium ; une autre fabrique annuellement 5000 t pour le même usage.

Avant la guerre, le coût de production du carbure de calcium était évalué à 3 ou 3,5 yen par 100 livres anglaises, soit environ 340 à 400 fr la tonne métrique ; actuellement, il est estimé à 570 fr la tonne métrique.

L'augmentation de la production a conduit l'industrie japonaise à se faire exportatrice ; le début de cette exportation date de 1916 ; les expéditions sont faites en Australie, aux Philippines, à Java et dans quelques ports de l'Inde. En 1917, avant la hausse du prix, le carbure exporté à Sidney était vendu 20 £ par tonne anglaise, soit environ 540 fr la tonne métrique.

BREVETS RÉCENTS

20 526 484 620. — Le Matériel téléphonique ; Perfectionnements apportés aux systèmes de lignes téléphoniques chargées pour circuits fantômes, 30 septembre 1915.

20 528 485 557. — Bethenod ; Dispositif de montage des machines électriques destinées à assurer le démarrage du moteur à explosion d'un véhicule, 25 août 1916.

20 531 485 415. — Gudin ; Appareil repéreur pour la détermination de la position d'un point dont on peut déceler la présence par les rayons X à l'intérieur d'un corps quelconque, 5 octobre 1916.

20 542/484 196. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston ; Commande pneumatique des contrôleurs, 11 juillet 1917.

20 549/485 942. — Coquillard ; Bougie d'allumage, 1er août 1917.

486 638 — Compagnie du Chemin de fer de Paris a Orléans ; Dispositif de commande d'une locomotive en queue par la locomotive de tête dans un train à traction électrique sans l'emploi d'un conducteur intermédiaire porté par le train, 30 août 1917.

486 644. — Société Électro-Métallurgique française ; Perfectionnements dans les fours électriques, 31 août 1917.

486 646. — Fargier (D.) ; Perfectionnement apporté dans les bougies d'allumage des moteurs à explosion, 29 août 1917.

486 660. — Stringham (J.-H.) ; Perfectionnements aux dispositifs d'allumage pour moteurs à explosion, 3 septembre 1917.

486 673. — Irvine (M.-M.) ; Perfectionnements aux électrodes destinées au soudage électrique, 4 septembre 1917.

486 676. — Société anonyme Brown, Boveri et Cie ; Perfectionnements aux dynamos électriques à ventilation intérieure, 4 septembre 1917.

486 694. — Société The American Conduit Manufacturing Co ; Système de moulures et raccords pour canalisations électriques, 6 septembre 1917.

486 705. — Smith (P.-F.) et Robinson (V.-S.) ; Régulateur automatique de voltage pour les moteurs à combustion interne des véhicules automobiles, 7 septembre 1917.

486 706. — Société Tilling Stevens Ld et Smith (P.-F.) ; Appareil électrique commandé par l'appareil de commande d'un véhicule automobile et employé pour souder ou pour la projection de lumière, 7 septembre 1917.

486 708. — Ceffali (A.) ; Bougie pour moteurs à explosion, 7 septembre 1917.

486 709. — Société Bosch Magneto Co ; Magnéto multipolaire, 7 septembre 1917.

486 710. — Société Bosch Magneto Co ; Perfectionnements aux magnétos multipolaires, 7 septembre 1917.

486 711. — Société Bosch Magneto Co ; Mécanisme de distribution pour systèmes d'allumage électrique.

486 722. — Société Splitdorf Electrical Co ; Perfectionnements aux dynamos d'allumage, 8 septembre 1917.

486 738. — Feldkamp ; Perfectionnements aux cartouches fusibles, 11 septembre 1917.

486 742. — Société Labrosse et Estève ; Perfectionnements aux dispositifs de rupture dans les magnétos d'allumage, 6 septembre 1917.

486 743. — Société Labrosse et Estève ; Indicateur de calage pour magnétos d'allumage, 6 septembre 1917.

486 749. — Société Remy Electric Co ; Appareil d'allumage pour moteurs à combustion interne, 12 septembre 1917.

486 752. — Bijur ; Système d'appareil électrique pour moteurs à combustion intérieure, 12 septembre 1917.

486 753. — Crowley ; Disposition de frein électrique, plus particulièrement destinée aux métiers à tisser, 12 septembre 1917.

486 755. — Bardon ; Convertisseur statique de courant bi et triphasé en courant monophasé de même fréquence, 12 septembre 1917.

NOTICES et CATALOGUES (1)

Notice sur les perceuses électriques à main de la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.

Notices sur les sectionneurs : Généralités, Sectionneurs à commande par perche, série base fonte pour tensions jusqu'à 25 000 v, de la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

Digitized by Google

Digitized by Google

Questions et Réponses

Sous la rubrique Questions, *se trouvent énoncées quelques-unes des demandes de renseignements qui sont adressées à la Rédaction de la* R. G. E. *et pour lesquelles celle-ci fait appel à ses lecteurs en vue d'avoir les éléments nécessaires aux réponses. — Sous la rubrique* Réponses *sont publiées, outre les réponses aux questions posées sous la rubrique précédente, les plus intéressantes de celles que la Rédaction a pu donner également. — Les chiffres qui précèdent les énoncés des questions indiquent les numéros d'ordre; ceux qui précèdent les réponses indiquent les nombres classificateurs de la classification décimale.*

QUESTIONS

I. Questions nouvelles.

Q. 31. — On paraît employer de plus en plus des produits désincrustants introduits dans les chaudières en mélange avec l'eau d'alimentation. Quels sont les avis des exploitants de grandes chaufferies utilisant ces produits? La désincrustation a-t-elle été réelle du fait de cet emploi et n'a-t-on pas constaté d'actions corrosives secondaires à la robinetterie, aux chaudières, à la tuyauterie ou aux aubages des turbos? (Cette question est à rapprocher de la question 13 posée dans le numéro du 13 juillet).

Q. 32. — Quel est le moyen le plus simple et le plus économique pour une petite station centrale de cuivrer les fils de fer ou d'acier pour remplacer les fils de ligne? Mode opératoire?

Q. 33. — Existe-t-il un ouvrage traitant de la tarification et de la vente de l'énergie électrique au point de vue spécial des contrats et polices? Y a-t-il des barèmes et séries de prix?

Q. 34. — Voir ci-dessous aux « Réponses ».

II. Questions déjà posées.

Les questions 20, 21, 22, 23 sont restées jusqu'ici sans réponses. Nous insistons tout particulièrement auprès de nos lecteurs pour nous envoyer de nombreuses réponses à ces questions qui intéressent un grand nombre d'exploitants.

RÉPONSES

Q. 2. — *Qu'a-t-on déjà fait pour réaliser l'allumage automatique de l'éclairage public dans les petites communes? Ne pourrait-on pas obtenir qu'une enquête soit faite sur les résultats pratiques obtenus?*

Nous avons reçu trois réponses à cette question : de MM. Breton, Trichard et de la maison Schutz, de Nyon (Suisse).

621.328.2. — L'allumage automatique de l'éclairage public dans les petites communes se réalise facilement par les allumeurs-extincteurs horaires automatiques. Les lampes de l'éclairage public sont toutes branchées entre l'une des phases et un fil spécial, dit d'éclairage public, qui permet l'allumage et l'extinction à distance, par l'allumeur-extincteur, des lampes du circuit.

La Compagnie pour la fabrication des Compteurs construit des allumeurs-extincteurs automatiques à une ou plusieurs directions pour courant continu ou alternatif, qui fonctionnent parfaitement. Ces appareils sont à remontage à main ou à remontage automatique.

Personnellement, j'ai employé ces appareils sur de petits secteurs communaux et j'en ai été satisfait. L'électricien, lors des relevés des compteurs chaque mois, règle les heures d'allumage et d'extinction qui varient suivant les saisons.

621.328.2. — L'allumage automatique s'opère :

1° A l'aide d'une horloge qui coupe ou ferme le courant aux heures voulues.

Inconvénients. — Il faut remonter l'horloge de temps en temps, il faut la régler. Il existe bien des systèmes à remontage électro-automatique, mais ils sont très chers pour une installation de quelques lampes; encore nécessitent-ils le réglage. Enfin, suivant les saisons, il faut les avancer ou les retarder quant aux heures d'éclairage; s'il se présente quelque circonstance spéciale (fête publique, etc.); il faut les régler également.

2° A l'aide de signaux émis par la station centrale et déclanchant les interrupteurs.

On consultera l'historique de mon article du 18 mai 1918 sur l'émission de signaux par les centrales électriques et celui du 4 mai sur les « circuits fantômes » et les systèmes établis par la General Electric Co, Schenectady.

On peut remarquer que c'est là une invention française (1897) qui nous revient d'Amérique vingt ans après.

Avantages. — Le réseau coupe et établit le courant à volonté, à toute heure.

621.328.2. — Nous avons réalisé, dans plusieurs de nos villages en Suisse, l'allumage et l'extinction automatique à une heure convenue de toutes les lumières du village par un agencement très simple adapté sur l'horloge communale. Un système de contact a été adapté sur les rouages qui se déclanchent automatiquement au moment précis voulu; ce système peut être également adopté pour toutes les pendules existantes. Il fonctionne à l'entière satisfaction du public et des autorités, depuis plus d'une année, sans jamais avoir eu aucun accroc.

Q. 3 — *A-t-on réalisé le nettoyage automatique des grilles de prises d'eau des usines hydrauliques? Quelles sont les dispositions déjà réalisées dans ce but?*

La maison Schutz, de Nyon (Suisse) nous adresse la réponse suivante :

621.29. — Le nettoyage automatique des grilles de prises d'eau des usines hydrauliques a été étudié et résolu d'une façon satisfaisante chez nous depuis quelques années déjà. Nous avons deux systèmes de nettoyage, dont il serait trop long d'indiquer ici les détails de fabrication; ces systèmes peuvent fonctionner sur les grillages des plus petits cours d'eau aussi bien que sur les grilles. Nous avons, en particulier, plusieurs nettoyeurs automatiques fonctionnant sur le Rhône, le Rhin et autres cours d'eau importants en Suisse et à l'étranger.

Nous restons à la disposition complète de vos lecteurs pour tous renseignements.

Q. 15. — *Quels sont les appareils nécessaires pour le contrôle efficace d'une chaufferie moderne?*

A cette question, posée dans le numéro du 13 juillet, nous avons reçu de deux de nos lecteurs, M. Conge et M. de Roo, les réponses suivantes,

621.187. — Dans une chaufferie, il est nécessaire de contrôler :

1° L'état de la vapeur produite, par un manomètre et un pyromètre enregistreurs montés sur le collecteur de vapeur allant des chaudières au moteur ;

2° La quantité d'eau vaporisée, par un compteur branché : sur la décharge d'eau condensée dans le cas d'un moteur avec condenseur à surface, sur l'arrivée d'eau à la bâche

Digitized by Google

Digitized by Google

alimentaire ou entre la pompe alimentaire et les chaudières. (Actuellement, les compteurs de vapeur ne paraissent pas suffisamment au point pour qu'on puisse en généraliser l'emploi.) En cas d'installation d'un épurateur d'eau d'alimentation, le titre de l'eau épurée sera vérifié à la liqueur de savon titrée dans une burette hydrotimétrique.

3° Le poids de charbon consommé, par une bascule automatique à l'entrée de la chaufferie ou mieux à chaque trémie de chargement des grilles automatiques dans le cas des grandes chaudières à foyers mécaniques. — La qualité du charbon sera vérifiée par des prises fréquentes d'échantillons et le dosage de l'humidité, des matières volatiles et du carbone, éléments permettant d'obtenir pour les charbons courants, par des abaques ou des formules, le pouvoir calorifique avec une approximation suffisante en pratique. Ce pouvoir calorifique peut être déterminé directement au calorimètre Malher ou Thomson.

4° La combustion, par les appareils suivants :

a) Un déprimomètre différentiel enregistreur donnant la dépression entre le dessous et le dessus de la grille et par conséquent l'allure du feu ;

b) Un analyseur de gaz qui peut être automatique et enregistreur ou plus simplement et généralement plus sûr constitué par un échantillonneur automatique et un analyseur Orsat.

c) Des thermomètres enregistreurs dans les gaz entre la chaudière et l'économiseur et à la sortie de l'économiseur, dans l'eau à l'entrée et à la sortie de l'économiseur;

d) Un pyromètre à 1600° renseignant sur les températures atteintes aux foyers. — Cette question a été récemment traitée plus en détail dans la « R. G. E. », 25 mai 1918, t. III, p. 765.

621.187. — Nous envisagerons ci-dessous uniquement le contrôle au point de vue économique.

Prenons d'abord le cas d'une petite chaufferie de 100 à 200 m² de surface de chauffe. Nous estimons que les seuls appareils indispensables sont : un compteur d'eau d'alimentation et une bascule automatique pour la pesée du combustible. — Les lectures des deux appareils seront faites journellement et leur rapport permettra de juger de la régularité du fonctionnement de la chaufferie. — Nous croyons inutile d'avoir des appareils de contrôle supplémentaires dans la chaufferie d'une petite usine où le prix du combustible n'intervient que pour un faible pourcentage dans le prix de revient de la matière fabriquée. — Il est plus que probable que, si l'industriel a équipé sa petite chaufferie avec des appareils perfectionnés et modernes, ceux-ci seront assez rapidement hors service faute de personnel spécialiste.

Le cas est tout différent pour une centrale thermique de production d'énergie électrique, surtout avec les prix actuels des combustibles. Dans ce cas aucun facteur ne doit être laissé à l'arbitraire. Tout doit être contrôlé par l'ingénieur de l'usine. La dépense du combustible, entrant pour la plus grosse partie dans la dépense du kilowatt-heure fabriqué, la moindre économie réalisée dans la chaufferie se reflète immédiatement sur les résultats financiers de l'entreprise. La combustion doit donc être surveillée constamment et de très près, et pour cela il faut installer des appareils de contrôle. L'idéal serait d'avoir tous les appareils enregistreurs. Il faut cependant convenir que bien peu de ceux-ci ont donné des résultats satisfaisants à l'usage. Cela tient à ce que, en pratique, les appareils de contrôle sont soumis à de grandes variations de température, à l'influence de l'humidité, et sont souvent dans une atmosphère très poussiéreuse. Le mieux est de se contenter souvent de simples indicateurs.

Les appareils de contrôle nécessaires sont, d'après nous, les suivants : 1° compteur d'eau d'alimentation (un par chaudière); 2° bascule automatique pour la pesée du combustible brûlé) une par chaudière) ; 3° bascule pour la pesée des cendres (une pour la chaufferie); 4° manomètre enregistreur (sur la tuyauterie générale); 5° thermomètre à l'entrée de l économiseur ; 6° thermomètre sur la sortie de l'économiseur; 7° pyromètre de surchauffe; 8° millivoltmètre branché sur un couple thermo-électrique, mesurant la température des gaz à la sortie de l'économiseur; 9° appareil analyseur de gaz : cet appareil sera un simple appareil d'Orsat qui mesurera la teneur en anhydride carbonique d'un échantillon moyen ; dans le cas où le tirage est fait par ventilateur aspirant, actionné par moteur à courant continu, l'analyseur de gaz peut être remplacé par un ampèremètre placé sur le circuit du moteur : la puissance absorbée par le moteur est fonction de la teneur en anhydride carbonique; 10° indicateurs de tirage : ces appareils sont ceux rencontrés généralement dans diverses centrales européennes; ils sont cependant insuffisants. Pour des centrales où la charge varie brusquement, le chauffeur se guidant sur son manomètre règle le tirage souvent trop tardivement. C'est pourquoi il est nécessaire d'indiquer dans la chaufferie même un facteur fonction de la charge : wattmètre ou ampèremètre.

Il est également indispensable que, lorsque plusieurs chaudières travaillent en parallèle, chacune d'elles produise la même quantité de vapeur (en supposant qu'on brûle le même combustible dans tous les foyers). C'est pourquoi les diverses unités doivent être équipées avec des indicateurs instantanés de production de vapeur.

Pour illustrer l'utilité de ces appareils, prenons un exemple : supposons une chaufferie devant produire 36 t de vapeur à l'heure avec trois chaudières ayant une production normale de 12 t : h. Le combustible est du Best Cardiff. Si les trois chaudières marchent chacune à l'allure de 12 t : h, le combustible brûlé par heure sera de 4 320 kg. Si deux chaudières marchent à l'allure de 14 t : h et la troisième à 8 t, le combustible brûlé sera de 4 530 kg, soit 4,8 pour 100 en plus pour la même production de vapeur. Cela résulte de ce que le rendement des chaudières, maximum pour l'allure normale, diminue en deçà et au delà de cette allure.

Ces appareils permettent également au personnel de proportionner rapidement le nombre de chaudières en service à la charge de l'usine, facteur important au point de vue économique.

Enfin, pour compléter la liste, j'estime que toute centrale importante devrait posséder un petit laboratoire permettant de déterminer le pouvoir calorifique à la bombe de Mahler, l'humidité, les cendres à l'analyse, les matières volatiles, et, dans certaines circonstances, la teneur en soufre, ainsi que les solutions nécessaires pour la détermination de la dureté de l'eau (vérification du bon fonctionnement de l'épurateur).

Enfin, dans quelques cas spéciaux, il faudra posséder les réactifs nécessaires pour déceler et doser les matières étrangères qui à certains moments peuvent s'introduire dans l'eau d'alimentation (eau de mer dans le cas de condenseurs par surface ayant des tubes crevés, par exemple).

Nous croyons qu'avec l'ensemble des appareils prévus, l'ingénieur, chargé de la conduite d'une usine, pourra conduire sa chaufferie scientifiquement, et étudier rationnellement toute question relative à la combustion.

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

L'avenir des industries électriques après la guerre. — Une Commission a été nommée en Angleterre sur les instigations du Board of Trade en vue d'examiner quelle serait la situation des différentes industries après la guerre et de prendre dès à présent les mesures nécessaires en vue de sauvegarder leur avenir. Le rapport de cette Commission qui vient d'être publié, insiste sur ce point particulièrement intéressant que l'industrie électrique va devenir « la clé » des autres industries ; il montre en effet que le développement des distributions d'énergie électrique peut aider beaucoup à la mise en valeur des produits manufacturés. Il en résulte que la Commission anglaise a exprimé le vœu de voir adopter une nouvelle législation qui favorise au lieu d'entraver l'essor des grands réseaux de distribution d'énergie. La Commission appelle en outre l'attention sur ce que la production de matériel électrique correspondait en Allemagne avant la guerre à 1750 fr par 100 habitants, tandis que le pays n'en absorbait lui-même que 825 fr pour la même quantité d'habitants ; le reste était exporté ; une protection s'impose donc en vue d'éviter une invasion nouvelle de matériel ennemi.

Le rapport en question contient d'autres points intéressants qui méritent de retenir l'attention, il y est dit notamment que les industries électriques ont besoin d'être soutenues par la grande finance, et que rien n'a encore été fait en Angleterre pour faire coopérer d'une façon suivie les milieux financiers avec les entreprises électriques ; le contraste qui existe à ce point de vue avec les organisations ennemies est flagrant et l'on ne saurait trop insister sur ce point d'une importance capitale.

Ce rapport qui vaut la peine d'être médité est très important en ce sens qu'il réunit et met au point une série de faits signalés jusqu'ici isolément et sur lesquels tout le monde s'est mis d'accord.

Le nouveau bassin houiller de Lyon. — Sous ce titre M. Auguste Pawlowski donne dans « La Nature » du 24 août quelques renseignements intéressants sur les résultats des sondages effectués dans la région lyonnaise en vue de la recherche du charbon.

Les débuts de cette recherche remontent à 1853, année pendant laquelle la Société de Communay entreprit un sondage afin de reconnaître si, conformément aux prévisions des géologues, le bassin houiller de Saint-Etienne se prolonge sur la rive gauche du Rhône, au sud de Lyon. Mais cette tentative, pas plus que celles qui furent faites par diverses sociétés de 1879 à 1895, ne donna aucun résultat. C'est seulement en 1905 qu'un consortium de métallurgistes de la Loire, de sociétés minières et de quelques particuliers parvint à recouper, à 365 m de profondeur, un lit de schistes noirs charbonneux de 50 cm d'épaisseur. D'autres sondages, effectués par divers groupements, confirmèrent la présence du charbon, mais c'est seulement en 1914 que la Société de Blanzy parvint à recouper, dans son sondage de Croix-Rouge ou Mions-Sud, des couches de quelque importance : trois couches de 80 cm, 87 cm et 78 cm entre les niveaux 472 m et 477 m, une couche de 160 cm à 555 m, une autre de 309 cm à 357 m. La nouvelle de ce succès provoqua une nouvelle campagne de recherches dont les résultats furent suffisamment satisfaisants pour amener cinq demandes de concession.

Les charbons recueillis sont des houilles grasses convenant à la fabrication du gaz. Malheureusement l'exploitation des gîtes paraît devoir nécessiter des dépenses d'établissement considérables : l'épaisseur des morts-terrains est en effet fort variable ; de plus, il est à prévoir que les venues d'eau seront abondantes, qu'il faudra foncer les puits par congélation et cela à des profondeurs où ce procédé n'a pas encore été employé.

« Le bassin houiller du Lyonnais, conclut M. Pawlowski, ne saurait être regardé comme pouvant améliorer sérieusement notre situation industrielle. Mais sa position à proximité de Lyon et la qualité de ses produits lui donnent un intérêt exceptionnel, et il importerait que l'Etat consentît au plus tôt, par des concessions libérales, la mise en valeur d'un dépôt, qui apporterait certainement à l'industrie lyonnaise des facilités nouvelles de développement. »

Il y a lieu d'ajouter que les sondages anciens ont révélé l'existence incontestable dans le sous-sol lyonnais d'hydrocarbures. A Chavagnieu les grès houillers sont imprégnés d'huile sur plus de 80 m ; le sondage de Vaux (Bugey) a dû être interrompu à la suite d'accidents causés par l'éruption de gaz hydrocarbonés ; on sait aussi qu'on exploite de puissantes formations bitumineuses à Seyssel et Chézery. Il est donc vraisemblable que, comme l'affirmation en a déjà été faite, la région lyonnaise renferme aussi des gisements de pétrole.

L'industrie anglaise des magnétos. — Chacun sait que l'emploi de plus en plus généralisé de la magnéto a considérablement favorisé l'essor des moteurs à explosion. Avant la guerre presque tous les pays étaient tributaires de l'Allemagne pour ce genre d'appareil et l'on n'ignore pas que le gouvernement allemand a fait tout ce qu'il a pu pour favoriser cet état de choses pensant ainsi arriver à provoquer la désorganisation des services de l'automobile et de l'aviation le jour où l'on ne pourrait plus avoir recours à ses usines pour les pièces de rechange.

Il est de fait qu'à l'ouverture des hostilités la situation fut un instant critique, mais chaque pays s'organisa et arriva à établir des modèles rivalisant avec les marques allemandes. L'Angleterre ne devait pas rester étrangère à la lutte et il s'est aussitôt formé dans le pays une société, la British Ignition Apparatus Association, qui a centralisé tout ce qui concerne la fabrication du matériel d'allumage. Il n'y avait en Angleterre au début de la guerre qu'une seule usine construisant des magnétos à raison de 100 machines par semaine ; peu à peu il s'en créa d'autres, et grâce au fonctionnement de l'Association ci-dessus qui donna à ses membres des indications utiles sur la nature des aciers à employer et des isolants à utiliser, l'industrie se développa au point d'arriver à fournir près de 5 000 machines par semaine. Etant donnés les bons résultats déjà obtenus il n'y a aucune hésitation à avoir en ce qui concerne l'avenir de

Digitized by Google

Digitized by Google

cette industrie ; non seulement après la guerre elle sera fermée au matériel ennemi mais bien mieux elle arrivera à le concurrencer sur les marchés étrangers.

La production de l'aluminium aux Etats-Unis. — Dans son « Bulletin » de mars 1918, la Chambre de Commerce française de New-York donne à ce sujet les renseignements suivants.

La production de l'aluminium aux Etats-Unis est passée de 60 000 livres (de 453 g) en 1890, à 7 000 000 en 1900, 48 000 000 en 1910, 100 000 000 en 1915, pour atteindre 130 000 000 livres en 1917 ; sa valeur marchande qui était de 2 millions de dollars en 1900, atteignait 46 millions de dollars en 1917. Les bénéfices ont augmenté également, bien que le prix de vente ait diminué jusqu'en 1914. Entre 1914 et 1917 les exportations ont passé de 1 047 000 dollars à 20 300 000 dollars.

Sur la production mondiale de 1916, évaluée à 140 000 t, la part des Etats-Unis s'est élevée à 62 000 t, celle de la France à 20 000 t, de la Norvège à 16 000 t, du Canada à 8 000 ; la part de la Grande-Bretagne est difficile à évaluer certains renseignements indiquant 4 000 t, d'autres 12 000 t ; il en est de même de la part de la Suisse, dont la production normale de 20 000 t a dû se trouver réduite par les difficultés d'importation des bauxites de France.

Le prix de vente de l'aluminium aux Etats-Unis, qui était de 2 dollars la livre en 1889, a baissé peu à peu à 33 cents (environ 1,70 fr), puis à 22 cents en 1913. La demande de quantités considérables et l'augmentation des salaires et frais de fabrication l'ont ramené à 33 cents ; il a été officiellement fixé à 32 cents pour les premiers mois de 1918.

La bauxite se rencontre en diverses régions des Etats-Unis, mais la plus grande quantité utilisée provient de l'Arkansas. Les plus importantes des usines de fabrication se trouvent près des chutes du Niagara ; quelques-unes se sont installées dans les Etats de New-York, de Pensylvanie, de New-Jersey, de Maryland, du Tennessee et de la Caroline du Nord.

Les Américains cherchent à remplacer l'étain par l'aluminium dans certaines applications ; l'intérêt de cette substitution est démontré par l'importance de l'importation de l'étain aux Etats-Unis qui pendant l'année 1917, s'est élevée à 65 millions de dollars, en provenance de la Péninsule malaise, des Indes néerlandaises et de la Bolivie. Le prix de ce métal, est d'ailleurs, par suite du fret, plus élevé que celui de l'aluminium : 43 cents contre 32 cents la livre.

Méthode phonétique pour l'enseignement du code Morse. — Le « Journal télégraphique » de Berne, du 25 juillet 1918, résume un article de « The Telegraph and Telephone Age » dans lequel est discutée et critiquée la méthode habituellement employée pour la formation des télégraphistes. En conclusion, cette étude expose le principe d'une méthode phonétique soumise avec succès par l'auteur à l'épreuve de la pratique.

Dans ce système, l'élève laisse de côté les éléments constitutifs des lettres : points et traits du code Morse. Il s'applique à reconnaître les groupes de sons caractérisant chaque lettre tels qu'il peut les entendre dans un message transmis à la vitesse normale de vingt mots par minute. On lui répète, par exemple, une série de cinq ou six lettres jusqu'à ce que le rythme de chacune d'elles soit bien gravé dans son oreille. Il apprend ainsi progressivement toutes les lettres, chiffres et signes de ponctuation du code. Longtemps d'ailleurs avant qu'il connaisse entièrement son alphabet, l'élève peut déjà recevoir de petits mots formés des lettres déjà apprises. Il étudie de cette manière jusqu'à ce qu'il soit capable de lire dix-huit à vingt mots par minute, c'est alors seulement qu'il apprend à transmettre. Il en résulte que beaucoup d'élèves commencent par manipuler d'une façon très satisfaisante avant d'avoir la moindre idée des points et traits composant chaque lettre.

Par cette méthode, un jeune homme de disposition moyenne pourrait, d'après l'auteur, devenir un opérateur d'élite après trois ou quatre mois d'exercice.

L'avantage du procédé réside en ce qu'il est direct et supprime une double opération mentale d'analyse et de synthèse. Si, d'autre part, l'élève laisse échapper une lettre, cette omission ne le gêne pas pour l'audition des lettres suivantes (comme c'est le cas lorsque son esprit s'attarde à reconstituer le sens d'un groupe de signaux élémentaires) ; son oreille oublie aussitôt la lettre qu'il a perdue, ce qui lui rend bien moins pénible la lecture des mots compliqués et difficiles.

Les méthodes de production et les formules de salaires. — La guerre a montré la nécessité impérieuse d'augmenter notre production et de nombreuses études ont été faites en vue d'arriver à ce but malgré la diminution de la main-d'œuvre et la hausse des salaires qui sera la conséquence de cette diminution. Dans un discours prononcé au dernier Congrès de la Confédération générale du Travail, M. Léon Jouhaux, secrétaire général de cette Confédération disait à propos des nouvelles méthodes de production qui sont proposées :

« Il convient qu'on les examine ; il convient que l'on prenne position en face d'elles, et sans vouloir les exclure systématiquement, il convient de prendre position en dehors du simple point de vue corporatif, trop étroit pour permettre d'examiner ces problèmes.

» Mais nous devons lier les intérêts des producteurs à ceux des consommateurs, qui sont confondus dans la même personne. Il nous faut aboutir à la réalisation de cette formule : *le maximum de production dans le minimum de temps, pour le maximum de salaires*, avec l'augmentation générale de la capacité de consommation de tous. Voilà la formule qu'il faut réaliser et pour la réaliser, il faut tout de même, quoi qu'on en ait dit, examiner les problèmes économiques. »

Traction : Majoration de tarifs et allocation d'indemnités au personnel. — Le « Journal officiel » publie dans ses numéros d'août, de nombreux décrets du Ministère des Travaux publics et des Transports approuvant la majoration des tarifs et l'allocation d'indemnités au personnel sur : le réseau de la Compagnie des Chemins de fer départementaux d'Indre-et-Loire, le réseau exploité dans le département de la Loire par la Société des Chemins de fer du Centre, le réseau du tramway de Bordeaux à Camarsac (Gironde) de la Compagnie française des Tramways électriques et Omnibus de Bordeaux, le réseau de la Compagnie des Chemins de fer départementaux de Saône-et-Loire, le réseau de tramways de Bordeaux à Léognan, le réseau des tramways de Cette, le réseau de la Compagnie des tramways électriques de Roanne, le réseau départemental de tramways de Lot-et-Garonne, le réseau des tramways de Nice, celui de Nice à Saint-Cimiez, de la société des tramways électriques de Saint-Chamond, etc., etc.

Les présidents et secrétaires des associations professionnelles des Postes, Télégraphes et Téléphones. — Les présidents et secrétaires généraux des

Digitized by Google

Digitized by Google

associations professionnelles de fonctionnaires devaient jusqu'ici prendre le temps nécessaire à l'accomplissement de leurs mandats sur leurs heures de loisir. Aussi la question s'était-elle posée de faire mettre en congé le fonctionnaire appelé par la confiance de ses collègues à la présidence ou au secrétariat, et de faire payer son traitement par la caisse de l'association; mais on se heurtait à cette objection que le fonctionnaire mis ainsi en congé perdait tous ses droits à l'avancement. Un arrêté récent (29 juin) vient de régler la question dans un sens favorable pour les associations des P. T. T. en prescrivant que « les associations professionnelles *légalement constituées* peuvent obtenir, sur leur demande, que l'agent, sous-agent ou ouvrier chargé des fonctions de président ou de secrétaire général du groupement soit détaché à leur siège social et mis entièrement à leur disposition pour y exercer lesdites fonctions, tout *en conservant ses droits en matière d'avancement ou de mutation* ». L'arrêté spécifie, en outre, que le détachement ne pourra durer plus de trois années consécutives, qu'il ne pourra être accordé de nouveau à la même personne qu'après un délai d'au moins un an, qu'il ne sera autorisé qu'autant que l'association se sera engagée à rembourser le montant des émoluments de toute nature servis à l'agent, sous-agent ou ouvrier.

BREVETS RÉCENTS

487 049. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston; Application des redresseurs de courant à la traction, 3 décembre 1914.

487 055. — Neyret (J.); Protection automatique des croisements simples ou doubles à sens quelconque de circulation pour chemins de fer à vapeur ou électriques, 13 janvier 1917.

487 064. — The Relay Automatic Telephone Co. Ld; Perfectionnements aux systèmes de téléphones automatiques, 14 septembre 1917.

487 067. — Compagnie générale des Magnétos; Perfectionnements aux circuits d'allumage, 29 septembre 1917.

487 069. — Blandin (C.); Bougie d'allumage pour moteurs à explosion, 29 septembre 1917.

487 074. — Abric (E.-P.-A.); Système de couverture automatique des trains de chemins de fer au moyen de lampes électriques témoins de l'occupation des cantons, 6 octobre 1917.

487 083. — Société anonyme Westinghouse; Perfectionnements des collecteurs pour machines dynamo-électriques, 8 octobre 1917.

487 087. — Déniel (T.-Y.-M.); Lampe électrique de sûreté, 8 octobre 1917.

487 094. — Ponsolle (L.); Pied amovible imputrescible pour poteaux en bois ou en fer pour lignes électriques et de tous usages, 8 octobre 1917.

487 098. — Morrison (W.); Séparateurs pour plaques d'accumulateurs et procédé pour les fabriquer, 10 octobre 1917.

487 099 — Morrison (W.); Séparateurs pour plaques d'accumulateurs électriques et leur procédé de fabrication, 10 octembre 1917.

487 107. — Société anonyme de la Station électrique de Millery, et MM. Vilgrain (M.) et Chopin (M.); Perfectionnements aux réchauds électriques à accumulation de chaleur.

487 125. — Pons (V.); Douille pour lampe électrique à incandescence, 11 octobre 1917.

487 138. — Rodocanachi (J.); Fourche guide à éclipse automatique pour perche de trolley, 12 octobre 1917.

487 148. — Dehays (E.-J.); Dispositif permettant de transformer un appareil de chauffage quelconque en radiateur à gaz ou à électricité, 13 octobre 1917.

487 150. — Boin (R.); Perfectionnements aux collecteurs de machines à courant continu, 13 octobre 1917.

487 151. — Boin (R.); Machine dynamo-électrique à courant continu, 13 octobre 1917.

487 159. — Fox (G.); Appareil électrique pour chauffer les liquides, 16 octobre 1917.

487 165. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston; Système de commande des sélecteurs et des connecteurs électriques, 11 octobre 1916.

486 166. — Compagnie française pour l'Exploitation des procédés Thomson-Houston; Sélecteurs à dix-neuf rangées, 11 octobre 1916.

487 167. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston; Perfectionnements au façonnage des filaments de lampes à incandescence, 18 octobre 1916.

487 168. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston; Système de téléphonie automatique, 18 octobre 1916.

487 173. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux répétiteurs pour téléphonie automatique, 27 décembre 1916.

487 174. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux systèmes de téléphonie automatique à lignes partagées, 27 décembre 1916.

487 175. — Société U. S. Light and Heat Corporation; Perfectionnements aux dynamos, 30 décembre 1916.

487 176. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston; Perfectionnements au dispositif de préparement dans les systèmes de téléphonie automatique à lignes partagées, 17 janvier 1917.

487 177. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux systèmes de téléphonie semi-automatique, 30 janvier 1917.

487 178. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux systèmes de comptage des communications téléphoniques, 8 février 1917.

487 179. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston; Méthodes de sélection de signaux en téléphonie automatique, 1er mars 1917.

487 180. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux répétiteurs employés en téléphonie automatique ou semi-automatique, 10 mars 1917.

NOTICES et CATALOGUES (1)

Notice de la Compagnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force (Anciens Etablissements Clémançon). — Cette notice donne un extrait de la liste des installations électriques exécutées par cette Compagnie dans les édifices publics, les théâtres, concerts et casinos, les villes, les expositions, les immeubles et appartements, les hôtels particuliers, châteaux, villas, les hôtels, restaurants, les bureaux, magasins, ateliers, usines, etc.

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

Digitized by Google

Digitized by Google

Questions et Réponses

Sous la rubrique Questions, *se trouvent énoncées quelques-unes des demandes de renseignements qui sont adressées à la Rédaction de la* R. G. E. *et pour lesquelles celle-ci fait appel à ses lecteurs en vue d'avoir les éléments nécessaires aux réponses. — Sous la rubrique* Réponses *sont publiées, outre les réponses aux questions posées sous la rubrique précédente, les plus intéressantes de celles que la Rédaction a pu donner également. — Les chiffres qui précèdent les énoncés des questions indiquent les numéros d'ordre; ceux qui précèdent les réponses indiquent les nombres classificateurs de la classification décimale.*

QUESTIONS

I. Questions nouvelles.

Q. 35 à Q. 36. — Voir ci-dessous aux « Réponses ».

II. Questions déjà posées.

Les questions 20, 21, 22, 23, 31, 32 et 33 sont restées jusqu'ici sans réponses. Nous prions ceux de nos lecteurs qui pourraient nous documenter sur ces sujets de bien vouloir le faire.

RÉPONSES

Q. 13. — *De nombreux procédés ont été préconisés pour détartrer les chaudières; pourriez-vous nous faire connaître ceux qui sont le plus communément employés et donnent de bons résultats ?*

Nous recevons à ce sujet la réponse suivante de M. Breton :

621.187.12. — « Plutôt que de rechercher les procédés les plus convenables pour détartrer les chaudières, il est beaucoup plus judicieux de porter ses efforts sur les moyens propres à empêcher les chaudières de s'entartrer.

» L'épuration chimique préalable de l'eau d'alimentation, trop souvent, hélas ! impropre à l'alimentation des générateurs, permet d'abaisser le titre hydrotimétrique aux environs de 5 à 6°. Les épurateurs à la soude et à la chaux fonctionnent bien à condition d'être surveillés et vérifiés journellement.

» Les dépôts, qui malgré cette épuration préalable, se produisent dans la chaudière, peuvent être rendus non adhérents, par l'emploi d'un réactif convenable, introduit chaque jour dans la chaudière. Les réactifs à base de tanin sont à conseiller (réactif Falck). Les dépôts se réunissent à la partie basse et sont évacués lors des extractions qui doivent être effectués régulièrement. »

Q. 18. — *J'ai des courroies qui patinent, surtout celles qui actionnent des dynamos; mes ouvriers remédient au mal en employant de la résine, mais cela ne dure pas; n'y aurait-il pas un autre moyen?*

621.852. — Nous avons déjà publié une réponse à cette question dans le numéro du 13 juillet, p. 8 B, en recommandant l'emploi d'un enrouleur. Un de nos lecteurs du Havre nous signale une autre solution qu'il utilise avec succès : l'imprégnation des courroies par une composition dénommée « cling surface ». D'après l'article qui a été publié sur cette substance par « Le Génie civil » du 17 juillet 1909 et d'après les photographies qui nous ont été communiquées par le représentant de MM. Thomas and Bishop, 27, rue Eugène-Varlin, Paris, les courroies qui en sont imprégnées peuvent fonctionner détendues et avec une perte de puissance moins grande que lorsqu'elles ne le sont pas.

Q. 30. — *Quels sont les points de congélation ou plutôt les points de fusion des mélanges d'eau et d'alcool, d'eau et de glycérine ?*

536.421 : 547.3. — M. G. Charpy, directeur des Usines Saint-Jacques de la Compagnie des Forges de Châtillon-Commentry et Neuves-Maisons, nous adresse à ce sujet les renseignements suivants :

« Je vois dans le numéro du 10 août, p. 16 B, de la « Revue générale de l'Electricité » des réponses à la question 30 dont vous signalez déjà la discordance.

« L'article cité du dictionnaire de Wurtz contient des chiffres exacts pour les faibles concentrations mais très erronés pour les plus fortes. — La glycérine pure, qui fond à + 17° forme avec l'eau une série de mélanges qui suivent la loi générale des dissolutions; la courbe de congélation se compose donc de deux branches partant du point de solidification de l'eau à 0° et de celui de la glycérine à + 17° et se coupent en un point correspondant au mélange eutectique contenant environ 69 pour 100 de glycérine et se solidifiant à — 52°. D'après des déterminations faites directement il y a fort longtemps et que je retrouve dans mes notes, le tableau du dictionnaire de Wurtz devrait être rectifié comme suit :

PROPORTION DE GLYCÉRINE EN CENTIÈMES	DENSITÉ A 0°	TEMPÉRATURE DU COMMENCEMENT DE CONGÉLATION
10 %	1.024	— 1°C
20	1,051	— 2°,5
30	1,075	— 6°
40	1,105	— 16°
50	1,127	— 26°
60	1,159	— 40°
69	eutectique fondant à	— 52°
70	1,179	— 50°
80	1,220	— 35°
90	1,232	— 7°
94	1,241	0°
100	1,260	+ 17°

Q. 35. — *Peut-on obtenir une augmentation notable du pouvoir lumineux des lampes à arc par addition d'oxydes métalliques du genre de ceux employés dans les becs Auer.*

621.325.32. — On a fait des essais de ce genre sur des lampes à arc à magnétite et l'on a constaté que l'addition d'oxydes métalliques ordinaires a pour effet de « diminuer » le pouvoir lumineux. Cependant l'oxyde de zirconium augmente ce pouvoir jusqu'à la proportion de 60 pour 100 de zircone puis diminue (Monash). L'oxyde de titane donne son maximum d'effet avec l'oxyde pur, mais l'arc projette de nombreuses étincelles.

Q. 36. — *Sur quels chiffres de consommation peut-on compter pratiquement pour les véhicules électriques roulant sur rails ?*

321.335. — Cette consommation est très variable et dépend essentiellement du profil de la voie, de l'intensité du trafic, etc. ; on peut prendre comme première approximation :

Tramways.. ...	70 à 80	watt-heures par tonne-km.
Métropolitains ..	50 à 65	Id.
Trains.....	40 à 65	Id.

Ces chiffres correspondent à la consommation moyenne pendant une année.

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN R. G. E.

MACHINES et APPAREILS

Les vêtements chauffés par l'électricité pour aviateurs et automobilistes. — La guerre, en provoquant le développement de l'aviation, a amené une extension de la fabrication de vêtements et sous-vêtements chauffés électriquement, lesquels, avant la guerre n'étaient guère utilisés et encore exceptionnellement que par les rhumatisants. La température très basse des couches supérieures de l'atmosphère rend en effet indispensable ce mode de chauffage pour atténuer les difficultés que l'homme a à vaincre en raison du froid qui le prive en partie de ses moyens physiques ; on a donc confectionné pour les aviateurs et les aéronautes des gants, des chaussons, des genouillères, des casques chauffés par l'électricité.

Fig. 1. — Ensemble de vêtements chauffés électriquement.

Les automobilistes aussi utilisent avantageusement ces accessoires car le chauffage des gants est bien plus pratique que celui du volant, et le chauffage des chaussons est plus économique et plus efficace que celui d'une chaufferette sur laquelle les pieds portent plus ou moins bien et plutôt rarement par suite des manœuvres à exécuter, tout au moins pour celui qui a la conduite de la voiture.

Ces gants, ces chaussons ressemblent à des pièces ordinaires de vêtements ; ils ont toute leur souplesse et laissent par suite à l'homme l'entière liberté des mouvements.

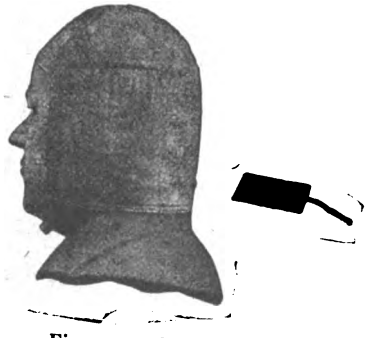


Fig. 2. — Chauffe-nuque.

Genouillères, ceintures, bandes molletières, épaulières, etc., sont utilisables suivant les cas particuliers qui se présentent.

Fig. 3. — Gant.

Les figures ci-jointes montrent quelques modèles construits récemment.

Les prises de courant à bord de l'avion, de l'automobile ont lieu par fils souples et boutons à pression sur des bandes souples de cuir. Il est donc facile de s'en débarrasser sans la moindre précaution en arrachant les fils de leurs contacts.

Un collecteur permet de rassembler les différentes pièces

Fig. 4. — Genouillère.

dont les fils courent le long du corps sous le vêtement (fig. 1). Un seul fil sert ainsi pour l'alimentation extérieure, et la prise correspondante peut être mise dans une poche. Il est facile de cette manière de manœuvrer à bord d'un dirigeable sans autre soin que de raccorder la prise aux différents postes disponibles de la distribution ; on peut tout aussi bien quitter l'avion ou l'automobile sans éprouver la moindre gêne de l'équipement.

Fig. 5. — Chausson.

Fig. 6. — Semelle.

Digitized by Google

Digitized by Google

Les appareils sont prévus pour être alimentés sous la tension de 16 v, qui est la tension fréquemment adoptée sur les avions et les automobiles, mais ils peuvent être établis pour toutes autres tensions ne dépassant pas 25 v.

La source d'électricité sur l'automobile est soit les accumulateurs, soit de préférence une dynamo, celle qui sert à l'éclairage par exemple.

A bord de l'avion la source est soit la dynamo générale, de bord, soit, pour les avions qui n'ont pas une distribution électrique, une dynamo spéciale actionnée par une hélice dont le mouvement est produit par la résistance de l'air pendant le vol. Les dynamos de ce genre, qui sont utilisées pour l'éclairage de certains projecteurs, peuvent sans modification servir à l'alimentation des appareils pendant le temps où elles ne servent pas pour l'éclairage. Au moment de l'atterrissage si l'aviateur a besoin du maximum de lumière, il n'a précisément plus besoin de chauffage.

NOUVELLES et ÉCHOS

L'utilisation de la tourbe comme combustible industriel. — A plusieurs reprises nous avons appelé l'attention de nos lecteurs sur l'utilisation de la tourbe (1). Une note publiée dans le « Bulletin des Usines de guerre » du 16 septembre 1918, sous le titre « l'utilisation de la tourbe comme combustible pour les locomotives » vient ajouter quelques renseignements à ceux que nous avons antérieurement donnés sur ce sujet à propos du chauffage des locomotives de l'État suédois (2).

D'après cette note, la tourbe a été employée, il y a plusieurs années déjà, dans l'exploitation de certaines lignes de chemins de fer. Ainsi, sur les petites lignes de l'Oldenbourg, la plupart des locomotives furent chauffées au moyen de tourbe en mottes ; mais, par suite du faible pouvoir calorifique de cette tourbe qui contenait 25 pour 100 d'eau, il fallut adjoindre aux locomotives un deuxième tender et les munir d'un foyer supplémentaire. Aussi n'envisageait-on pas l'emploi de la tourbe sur les locomotives de grandes lignes.

La question fit un nouveau pas lorsqu'on eut l'idée de se servir de tourbe en poudre sèche ; les essais faits en Norvège et en Suède montrèrent que l'on pouvait ainsi obtenir dans les locomotives les mêmes résultats qu'avec le charbon, le poids de tourbe consommée étant de 1,5 par rapport à celui du charbon. Avec la tourbe en poudre il n'est pas nécessaire de modifier le foyer des locomotives ; il n'y a que les tenders pour lesquels il faut des dispositions spéciales : on les construisit en forme de grands réservoirs hermétiques renfermant la tourbe ; celle-ci est conduite dans le foyer par des tuyaux d'alimentation au moyen de l'air comprimé dont le débit est réglable selon les besoins de la consommation.

Nous ne reviendrons pas sur la manière dont les chemins de fer de l'État suédois préparent la poudre de tourbe ; elle a été décrite dans l'article cité plus haut. Rappelons seulement qu'elle comprend : un séchage à l'air, un broyage, un séchage artificiel de la tourbe granulée par son passage dans des canaux chauffés, enfin une pulvérisation de ces grains.

Il est à peine besoin de faire observer que ce mode d'utilisation de la tourbe devait, techniquement, conduire à de bons résultats. Aux Etats-Unis, on se sert d'un processus analogue pour le chauffage des locomotives au moyen de charbon en poudre ; la seule différence est que la poudre de charbon est amenée au foyer par une vis sans fin au lieu d'être entraînée par l'air comprimé. Mais cette différence disparaît dans la chaudière Bettington (1) qui est chauffée avec de la poudre de charbon en suspension dans un courant d'air.

Un autre mode d'utilisation de la tourbe consiste à préparer par sa distillation, un « charbon de tourbe » : les produits volatils de la distillation sont traités pour la récupération de leurs précieux sous-produits et les gaz restant sont employés à la distillation. Une usine travaillant suivant ces principes fut érigée en 1894 à Oldenbourg. Il y avait cinq fours traitant 10 à 12 t par jour ; on avait un excédent de gaz qui servait au chauffage d'une chaudière ; trois tonnes de tourbe donnaient une tonne d'un charbon qui, ne contenant pas de soufre, était particulièrement recherché par la métallurgie. A Redkino, en Russie, on utilisa le même procédé pour l'obtention d'un charbon utilisé par les locomotives de la région.

Ces résultats, relativement anciens, permettent d'augurer favorablement ceux des essais qui sont faits à l'heure actuelle en vue de l'emploi de la tourbe comme succédané du charbon.

A propos de la cyanamide calcique. — On lit dans le « Journal de la Houille blanche » du 15 août et du 1er septembre 1918, l'information suivante :

A la séance du 4 juillet de l'Académie de médecine M. le professeur Langlois, chargé par le ministre du Travail d'une enquête sur les accidents professionnels qu'entraîne la fabrication de la cyanamide de calcium, a fait connaître les conclusions.

Il résulte des constations qu'il a relevées et des recherches expérimentales effectuées par le professeur Garrelon, que les accidents causés par la cynamide (brûlures, affections de la peau, dermites) sont déclenchés par l'absorption de boissons alcooliques, même en très petites quantités, pendant ou immédiatement après le travail. Il y a donc lieu de recommander aux ouvriers travaillant la cyanamide de pratiquer la tempérance.

Production et distribution. — Projet d'usine hydro-électrique a Saint-Nazaire-en-Royans (Isère). — Une Société au capital de 8 millions, la Société hydro-électrique de l'Isère, est en formation pour la création d'une usine à proximité de Saint-Nazaire-en-Royans sur l'Isère.

Projet d'usine hydro-électrique a la bourélie (Tarn). — La Société pyrénéenne d'Énergie électrique a entrepris d'aménager à la Bourélie, sur le Tarn, une usine hydro-électrique qui utilisera un débit de 75 m³ : sec sous une chute de 6,4 m et fournira 4500 ch.

Projet d'usine hydro-électrique sur le gave d'Azun (Hautes-Pyrénées). — L'autorisation a été donnée à M. Guiter d'établir un barrage permettant d'obtenir une chute de 190 m de hauteur et de 4,2 m³ : sec de débit moyen donnant une puissance moyenne de 7 800 kw.

Projet d'usines hydro-électriques en Lozère. — La Compagnie des Chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée a décidé la construction au Mas-de-la-Camargue, près de Pont-de-Montret (Lozère) d'un barrage qui permettra d'emmagasiner 4 000 000 m³ d'eau et de créer une chute de 490 m de hauteur alimentant deux usines d'une puissance totale de 7 500 kw.

(1) On trouvera les indications bibliographiques dans la note (1) de la page 229 du numéro du 17 août 1918.

(2) *R. G. E.*, 5 janvier 1918, t. III. p. 28.

(1) *La Revue électrique*, 30 octobre 1916, t. XXVI, p. 234.

Digitized by Google

Digitized by Google

Nouvelle usine hydro-électrique en Haute Italie. — D'après la « Rivista tecnica d'Elettricita » du 5 juillet, une usine vient d'être construite sur le torrent le Lys. La prise d'eau est faite un peu au-dessous du village d'Issim au moyen d'un barrage en maçonnerie à parements métalliques ; une canalisation d'environ 10 km amène l'eau à la chambre de charge d'où partent 5 conduites forcées de 1 m de diamètre aboutissant à l'usine située à Grangia, un peu au-dessous de Pont-Saint-Martin. La hauteur de chute est d'environ 500 m. L'usine contient 3 groupes générateurs de 14 000 kw et 3 de 7 000 kw. L'énergie est transmise dans la région de Milan sous la tension de 75 000 v. Les travaux, commencés par 1916, semblent devoir être complètement achevés dans quelques mois.

L'aménagement de la chute de Bar (Corrèze). — Le « Journal officiel » du 21 septembre 1918 publie, p. 8 260, un décret pris en date du 18 septembre 1918 qui déclare d'utilité publique et d'urgence les travaux entrepris par l'Etat pour dériver les eaux de la Corrèze sur les territoires des communes de Corrèze et de Bar (arrondissement de Tulle, Corrèze) afin d'établir une usine hydro-électrique destinée à alimenter en énergie un important établissement militaire.

La fixation des prix du charbon. — Le « Journal officiel » du 20 septembre 1918 publie, p. 8 223, un arrêté pris en date du 19 septembre 1918 par le ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre. Cet arrêté fixe les prix de vente maxima des charbons provenant des différentes mines françaises.

Dans le monde électrique. — Nécrologie. — Nous apprenons la mort de M. N. Eck, ingénieur électricien, décédé récemment à Paris dans sa 70e année.

L'inhumation a eu lieu dans la plus stricte intimité au cimetière du Père-Lachaise.

BREVETS RÉCENTS

486 870. — Lee (A.); Lampe veilleuse électrique, 24 novembre 1916.

486 872. — Société Schneidre et Cie; Dispositif pour la fixation du collecteur sur l'arbre d'une machine dynamo-électrique, 28 novembre 1916.

486 879. — Kimura (K.); Perfectionnements dans les appareils pour l'électrolyse de l'eau, 18 septembre 1917.

486 883. — Société dite Landis et Gyr (Société anonyme); Installations pour la mesure et la mise en compte de la consommation électrique, 19 septembre 1917.

486 887. — Atrer (W.); Perfectionnements aux mandrins magnétiques, 20 septembre 1917.

486 888. — Kruyswijk (J.); Procédé de transmission d'énergie au moyen de courant alternatif, 20 septembre 1917.

486 890. — Société anonyme Brown, Boveri et Cie; Commande sur essieu pour véhicules électriques, 20 septembre 1917.

486 891. — Société Huff Electrostatic Separator Co; Méthode et appareil pour la séparation électrostatique, 20 septembre 1917.

486 893. — De Silva Greaves (A.-M.); Perfectionnements aux conjoncteurs thermostatiques de circuit, 20 septembre 1917.

486 908. — Thomas (G.) et Begaud (M.); Bain galvanique inaltérable à l'air pour l'obtention des dépôts de fer à épaisseur par voie électrolytique, 6 décembre 1916.

486 909. — Thomas (G.) et Begaud (M.); Bain galvanique pour le recouvrement des surfaces métalliques ou métallisées par un dépôt électrolytique de zinc ou de fer de forte épaisseur, 6 décembre 1916.

486 918. — Société Bosch Magnéto Co; Commutateur combiné pour l'allumage et l'éclairage destiné plus particulièrement aux automobiles, canots automobiles et analogues, 24 septembre 1917.

486 920. — Ferraris (M.); Bougie d'allumage pour moteurs à explosion, 25 septembre 1917.

486 921. — Wang (K.-T.); Appareil pour la conversion ou la transformation des courants électriques, 25 septembre 1917.

486 931. — Société anonyme Brown, Boveri et Cie; Commande pour locomotives électriques dont les moteurs sont montés fixes sur le châssis, les engrenages de transmission étant placés extérieurement, 25 septembre 1917.

486 938. — Barthélemy (F.-L.J.), Cazelle (L.) et Dupin (J.-P.-G.); Système de serrure sélectrice applicable aux enclenchements par verrous électriques, 26 septembre 1917.

486 943. — Seimbille (L.-E.); Système d'appareil de chauffage instantané de l'eau par l'électricité, 11 avril 1916.

486 946. — Simpson (W.-S.); Procédé et appareil pour la production et l'utilisation de radiations lumineuses destinées aux usages thérapeutiques, 26 janvier 1916.

486 951. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux appareils de décharge électrique, 15 novembre 1916.

486 953. — Société A. Desmettre, Dusen et Cie; Fiche pour prise de courant, 13 janvier 1917.

486 955. — Symes (H.); Téléphone micro-automatique à commutateur central, 24 janvier 1917.

486 956. — Symes (H.); Perfectionnements à un système de téléphone automatique comprenant des perfectionnements à la machine à pièces de monnaie introduites dans une fente, 24 janvier 1917.

OUVRAGES RÉCENTS

Les Moteurs d'Aviation. Généralités. Entretien des moteurs Pannes. Hélice. Description des types en service : Gnome, Rhône, Clerget-Klin, Salmson, Renault, Dion-Bouton, Peugeot, Panhard-Levassor. Hispano-Suiza. Moteurs A. M. Clément-Bayard et A. M. Lorraine. R. Bardin. Un volume de 200 pages avec 77 figures et 9 planches hors texte. Prix : 10 fr.

Le Moteur à explosion appliqué à l'Aviation. Généralités sur le moteur; 2e édition revue et augmentée. R. Bardin. Un volume avec figures. Prix : 3,50 fr.

Moteurs d'Aviation. Résumé de conférences faites sur le moteur à l'Ecole d'aviation de Chartres; capitaine Villien de Gabiole, instructeur dans une Ecole d'aviation. Une brochure avec figures et planches. Prix : 1,75 fr.

Organisation technique et commerciale des usines, d'après les méthodes américaines (système Taylor); Paul Négrier, préface de Victor Cambon. Un volume in-8, 186 pages, nombreuses figures. Prix : 10 fr + majoration 20 pour 100.

La Photographie des radiations invisibles; A.-M. Chanoz, chef des travaux de Physique médicale à l'Université de Lyon. Un volume in-18, 408 pages, 111 figures. Prix : cartonné, 0,60 fr.

NOTICES et CATALOGUES (1)

Feuille descriptive B-1 311 de la Société anonyme Westinghouse. — Dans cette notice de 6 pages, se trouvent décrits divers types de controllers pour moteurs à courant continu pour services auxiliaires d'aciéries et pour engins de levage.

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

Digitized by Google

Digitized by Google

Questions et Réponses

Sous la rubrique Questions, *se trouvent énoncées quelques-unes des demandes de renseignements qui sont adressées à la Rédaction de la* R. G. E. *et pour lesquelles celle-ci fait appel à ses lecteurs en vue d'avoir les éléments nécessaires aux réponses. — Sous la rubrique* Réponses *sont publiées, outre les réponses aux questions posées sous la rubrique précédente, les plus intéressantes de celles que la Rédaction a pu donner directement. — Les chiffres qui précèdent les énoncés des questions indiquent les numéros d'ordre; ceux qui précèdent les réponses indiquent les nombres classificateurs de la classification décimale.*

QUESTIONS

I. Questions nouvelles.

Q. 37 à Q. 39. — Voir ci-dessous aux « Réponses ».

II. Questions déjà posées.

Les questions 20, 21, 22, 23, 31, 32 et 33 sont restées jusqu'ici sans réponses. Nous prions ceux de nos lecteurs qui pourraient nous documenter sur ces sujets de bien vouloir le faire.

RÉPONSES

Q. 23. — *Comment doivent être réglés les différents relais d'une usine génératrice ?*.

M. Conge, nous adresse la réponse suivante :

621.311.77. — 1° Sur les alternateurs (ou sur le secondaire des transformateurs dans le cas de centrales avec transformateurs élévateurs où le groupe alternateur-transformateur forme une unité), les relais à maximum et retour d'énergie seront à retard constant et réglés pour une puissance maximum d'environ 300 pour 100 de la puissance normale du groupe et un retard de 8 à 10 secondes. Un relais spécial agira en même temps sur le circuit d'excitation de l'excitatrice du groupe pour faire tomber sa tension en cas de surcharge supérieure à 300 pour 100.

2° Sur les départs de lignes, les relais à maximum et retard variable seront réglés pour une surcharge de 200 pour 100 de la charge normale de l'artère et un retard de 6 à 8 secondes. Si les transformateurs élévateurs sont alimentés par des barres omnibus au lieu de former chacun une unité avec l'alternateur correspondant, ils seront protégés comme les départs de feeders.

Tous ces disjoncteurs installés à la station centrale doivent être dimensionnés de manière à pouvoir couper sans danger le courant de court-circuit total de tous les alternateurs en service et cela quelle que soit la puissance normale de l'artère qu'ils doivent desservir.

3° Sur les transformateurs de services intérieurs les relais à maximum et retard variable seront réglés pour un courant d'environ 200 pour 100 du courant normal du transformateur et un retard de 4 à 6 secondes.

Pour éviter d'employer des disjoncteurs trop gros et hors de proportions avec leur puissance normale, on les munira de relais de blocage empêchant l'ouverture de l'appareil en cas de court-circuit si la puissance à couper dépasse la puissance fixée par le dimensionnement du disjoncteur.

4° En cas de réseau bouclé, un seul disjoncteur automatique sera intercalé à l'extrémité de la boucle en plus des deux disjoncteurs de départ à l'usine. Ces trois appareils ont un réglage identique.

5° En tête de chaque dérivation sera placé un disjoncteur à relais à maximum et retard variable réglé pour une surcharge de 200 pour 100 et un retard d'environ 6 secondes. Si ces dérivations sont trop proches de la centrale génératrice pour qu'en cas de court-circuit l'impédance de la ligne ne produise pas un amortissement insuffisant, ces disjoncteurs doivent pouvoir couper ce court-circuit ou être munis de relais de blocage.

6° Dans chaque cabine de transformation un disjoncteur avec relais à maximum et retard variable est réglé pour une surcharge d'environ 200 pour 100 du courant normal du transformateur et un retard de 4 secondes.

Dans certains cas spéciaux les transformateurs pourront être protégés par des relais à manque de tension.

Pour permettre d'obtenir un fonctionnement sélectif de ces différents relais à maximum et retard variable, il est indispensable que ces appareils soient tous de même construction ou aient des caractéristiques identiques.

Q. 37. — *Quel avantage y a-t-il à employer un auto-transformateur ?*

621.314.3. — L'auto-transformateur permet de réaliser une certaine économie de construction par la réunion du primaire et du secondaire en un seul enroulement, toutefois il est bon d'observer dans le montage d'appareils de ce genre, certaines précautions.

Si n est le rapport de transformation nécessaire pour une certaine application, un auto-transformateur peut être employé pour les mêmes poids et prix qu'un transformateur ordinaire pour une puissance $\frac{n}{n-1}$ fois plus élevée. C'est ainsi que pour un rapport de transformation de 2 à 1 un transformateur ordinaire peut être utilisé pour une puissance *double* s'il fonctionne en auto-transformateur. On les emploie pour le démarrage de moteurs asynchrones à cage d'écureuil ou sur certaines locomotives électriques.

Q. 38. — *Quelles sont les valeurs d'isolement kilométrique à exiger des câbles à très haute tension ?*

621.315.4. — Dès les débuts de l'industrie électrique on utilisait comme isolant le caoutchouc vulcanisé avec lequel on a pu réaliser et l'on réalise encore des câbles d'isolement déterminé : 300 mégohms par kilomètre, 600 mégohms par kilomètre, etc., mais le prix élevé de cette matière lui fit bientôt préférer le jute imprégné, quoique cette dernière matière ait des distances explosives faibles (une couche de 1 mm ne supporte pas en général plus de 4000 à 5000 v).

Le papier imprégné employé actuellement dans les câbles à haute tension possède une distance explosive beaucoup plus grande (un millimètre pour 20000 v). A l'origine, on attachait beaucoup d'intérêt à la résistance d'isolement, mais dernièrement les idées ont changé à ce sujet. On s'est aperçu que grande distance disruptive et grand isolement sont généralement incompatibles, car une trop grande résistance d'isolement conduit à un câble dur et fragile, particulièrement aux basses températures. Il en résulte que l'on renonce le plus souvent à imposer une résistance d'isolement pour les câbles à très haute tension.

Q. 39. — *Je possède une installation utilisant trois transformateurs monophasés branchés entre les fils d'un système triphasé; s'il arrive une avarie à l'un d'eux, que dois-je faire n'en ayant aucun autre de rechange ?*

621.311.5. — Vous pourrez marcher tout de même en retirant le transformateur avarié à condition qu'il fasse partie d'un montage triangle; vous aurez un montage en V lequel, s'il n'est pas parfait, vous permettra de marcher pendant la réparation du transformateur hors de service. Il y a lieu de s'attendre avec ce montage à des chutes de tension inégales sur les trois fils, c'est pourquoi ce moyen n'est indiqué que comme dispositif de fortune.

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN R. G. E.

MACHINES et APPAREILS

Compteur de tours et chronomètre combinés, système Otto Biland. — Nous avons montré dans une note parue récemment dans la « R. G. E. » les avantages que présentaient les tachymètres pour connaître immédiatement la vitesse instantanée d'une machine et voir si elle présentait des fluctuations de vitesse. Le tachymètre est donc tout indiqué pour mesurer la vitesse de rotation de machines à vitesse sensiblement constante comme les machines électriques, turbines hydrauliques ou à vapeur. Mais il n'en est plus de même quand on a affaire à des machines dont le couple n'est pas constant comme cela arrive dans les machines à vapeur à pistons et les moteurs à gaz, à explosion ou à combustion interne. Dans ce cas, il faut mesurer la vitesse moyenne de la machine, et employer pour cela un compte-tours et un chronomètre ; ce procédé a l'inconvénient, comme nous l'avons indiqué dans une note précédente, de faire intervenir l'équation personnelle de l'opérateur ; il est en outre assez difficile de déclaucher et d'arrêter simultanément le compte-tours et le chronomètre, ce qui entraîne forcément une certaine erreur sur la mesure.

La maison Otto Biland, de Saint-Imier (Suisse), construit plusieurs sortes d'appareils évitant ces inconvénients. Une première sorte d'appareil (fig. 2 et 3) présente, sur un de ses côtés, un cadran de chronomètre avec une aiguille indiquant le 1/5 de seconde et une petite aiguille indiquant les minutes jusqu'à 30 minutes. Sur l'autre face de l'appareil se trouvent quatre petites fenêtres qui laissent voir des chiffres portés par les tambours d'un compte-tours ; on peut donc enregistrer à l'aide de cet appareil un nombre de tours allant jusqu'à 9 999 en supposant qu'on parte du zéro de la graduation. Quand on applique l'instrument contre l'arbre d'une machine les deux mécanismes déclanchent simultanément, quand on retire l'appareil les deux mécanismes s'arrêtent en même temps ; en divisant le nombre de tours enregistré par le temps, on a la vitesse de rotation en tours par minute ou tours par seconde, suivant qu'on a pris la minute ou la seconde pour unité de temps.

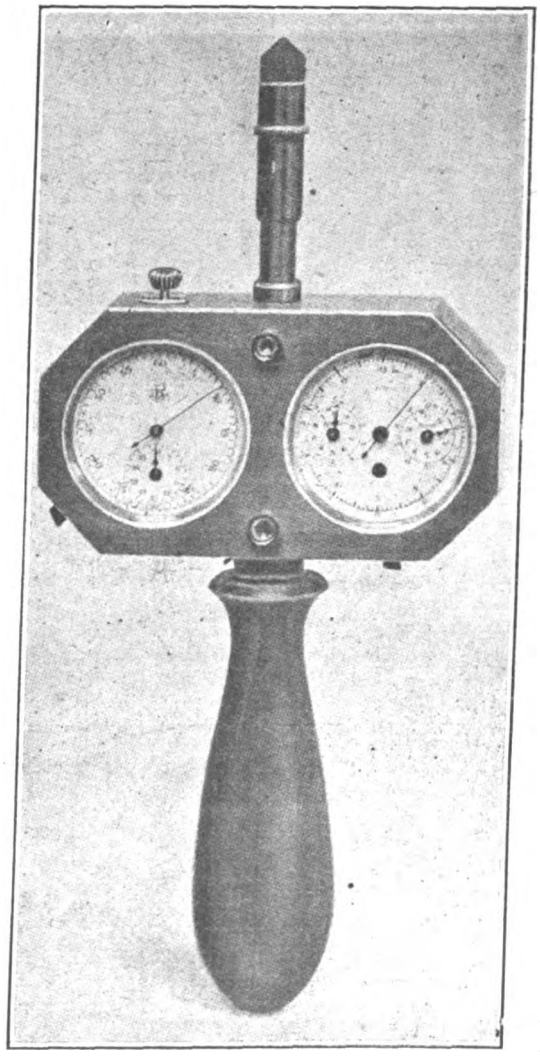


Fig. 1. — Compteur de tours et chronomètre combinés, système Otto Biland.

Le second genre d'appareil (fig. 1) est basé sur le même principe que le premier, mais présente plusieurs perfectionnements importants. Il comporte deux cadrans situés du même côté de l'appareil. Celui de droite est celui d'un compte-tours : une grande aiguille parcourt un grand cadran et indique le nombre de tours de 0 à 100, deux autres petites aiguilles se déplacent sur deux petits cadrans et indiquent respectivement les centaines et les milliers de tours. Le second grand cadran, celui de gauche, est le cadran d'un chronomètre non magnétique. La grande aiguille effectue sa rotation en une minute et indique le 1/5 de seconde, la petite aiguille fait un tour complet en trente minutes. Le tout est placé dans un boîtier en aluminium possédant une poignée détachable en vulcanite.

Le compte-tours présente une particularité intéressante : il indique le sens de rotation de la machine.

Habituellement, les instruments de ce genre destinés à marcher dans les deux sens possèdent deux graduations en sens contraire autour du cadran, ce qui permet une lecture directe dans les deux sens de rotation. Cependant une confusion peut se produire, même pour des personnes expérimentées. Pour l'éviter, la maison Otto Biland a gravé les deux graduations correspondant aux deux sens de rotation en couleurs différentes. La graduation correspondant au sens de rotation des aiguilles d'une montre est imprimée en rouge pour les trois cadrans du compte-tours, et en noir pour le sens de rotation contraire. De plus, immédiatement en dessous du centre du compte-tours se trouve une petite fenêtre qui laisse voir un disque qui, dans la position du repos est moitié rouge, moitié noir. Dès que l'instrument est en usage, ce disque se déplace, et ne laisse voir que sa partie rouge, si c'est la graduation rouge que l'on doit lire, ou que sa partie noire, si le sens de rotation est contraire. Il ne peut donc pas y avoir d'erreur d'échelle.

L'arbre de la machine, dont on veut mesurer la vitesse moyenne, entraîne le bout de caoutchouc qui termine l'axe de l'appareil, mais ce dernier n'est pas entraîné si on n'ap-

Digitized by Google

Digitized by Google

puie pas sur l'appareil ; au contraire, dès qu'on exerce une légère pression sur l'instrument, un petit ressort, qui empêchait l'appareil d'être entraîné, est comprimé et le compte-tours et le chronographe se mettent simultanément en marche ; dès qu'on cesse d'appuyer, ils s'arrêtent tous les deux, toute erreur d'appréciation du nombre de secondes est donc totalement évitée.

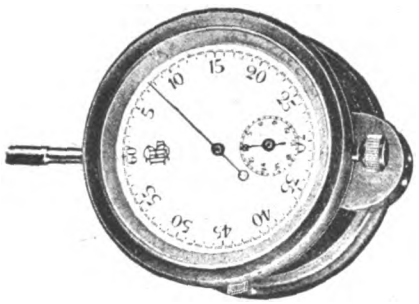
Un mécanisme spécial permet de ramener en arrière au zéro les deux petites aiguilles du compteur et les aiguilles du chronomètre.

La grande aiguille du compte-tours est commandée par un petit bouton spécial.

Les deux petits godets que l'on voit sur la figure servent au graissage de l'appareil.

Cet instrument permet de mesurer les vitesses les plus basses et des vitesses allant jusqu'à 20000 t : min. Son poids très léger, son encombrement faible, permettent de le mettre facilement dans la poche.

H. C.



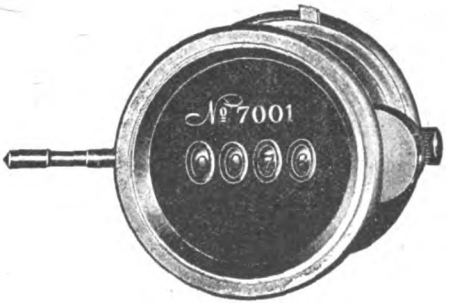


Fig. 2 et 3. — Compteurs de tours de chronomètre combinés, système Otto Biland.

NOUVELLES et ÉCHOS

Production et distribution. — Projet d'usine hydro-électrique en Haute-Loire. — Autorisation est accordée à l'Energie électrique des Cévennes, pour la création d'un barrage à Cussac (arrondissement du Puy).

Projet d'usine hydro-électrique en Ardèche. — La Société des Forces motrices du Vercors a été autorisée à établir un barrage à Mordane sur le Doux.

Projet d'usine hydro-électrique en Savoie. — La Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône est autorisée à établir des barrages à Sainte-Foy et à Villaroger-sur-l'Isère (arrondissement de Moutiers).

La Société des fonderies et aciéries électriques est autorisée à faire une dérivation du torrent de la Roche, à Montsapey (arrondissement de Saint-Jean-de-Maurienne).

Projet d'usine hydro-électrique dans le Doubs. — La Société des forces motrices de la Loire est autorisée à créer un barrage au lieu dit Mouthiers, commune d'Ouhans, sur la Loire (arrondissement de Pontarlier).

Projet d'usine hydro-électrique dans l'Ain. — Autorisation est accordée à la Société des forces hydrauliques du Rhône, d'établir un barrage sur la Valserine, à Bellegarde.

Projet d'usine hydro-électrique dans l'Isère. — La Société des hauts fourneaux d'Allevard est autorisée à établir un barage sur la commune d'Allevard, au lieu dit Pinsot, sur la rivière le Bréda.

Aménagement de la rivière de Laval (Isère). — Par arrêté en date du 1er juillet 1918, le préfet de l'Isère a autorisé la Société hydro-électrique de Laval à établir un barrage sur le territoire de la commune de Laval, au mas de la Boutière (arrondissement de Grenoble) ; ce barrage, formant déversoir, sera placé à 15 m environ en amont du pont établi sur le ruisseau de Laval ; il aura une longueur de 4,60 m. Ce projet situe l'usine au hameau du Ruisseau, en amont des prises d'eau Faure Hugues et Monval. On évalue la puissance disponible à 500 kw à l'étiage et à 3000 kw en eaux moyennes.

Aménagement du gave d'Aspe (Basses-Pyrénées). — Par arrêté en date du 5 juillet 1918, le préfet des Basses-Pyrénées a autorisé MM. Lillaz a établir des dérivations sur les territoires des communes de Borce, Urdos et Etsant ; l'usine sera située dans la commune de Borce, arrondissement d'Oloron. Le barrage du gave d'Aspe sera placé à 1100 m à l'aval de l'usine électrique dite des « Forges d'Abel » établie au confluent du gave d'Aspe et de l'Espélunguère ; il aura une longueur de 11 m. Sur le torrent le Baralet on établira un barrage de 6 m ; et sur le torrent le Sesconé, un barrage de 5 m. Le gave d'Aspe et le Baralet fourniront en étiage une puissance de 2780 kw, et aux moyennes de 4435 kw ; le Sesconé donnera, à l'étiage, une puissance de 500 kw et en eaux moyennes de 1820 kw. On prévoit dans l'usine, trois groupes de 3 500 ch.

Aménagement de l'Allier, barrage de Pontès (Haute-Loire). — Par arrêté en date du 9 juillet 1918, le préfet de la Haute-Loire a autorisé la Compagnie électrique de la Loire et du Centre a établir au lieu dit « Pontès » (communes de Monistrol d'Allier et d'Alleyrac) un barrage destiné a l'alimentation d'une usine à situer à Monistrol d'Allier. Ce barrage sera placé dans l'Allier, à 140 m en amont du viaduc dit « de Pontès » du P.-L.-M., ligne de Clermont à Nimes. Il affectera en plan la forme d'un arc de cercle de 100 m de rayon, dont la convexité sera tournée vers l'amont, et dont la corde, de 65 m de longueur environ, sera normale au lit du fleuve. Il aura une hauteur de 10 m. La chute sera de 52 m avec un débit de 3000 l : sec.

La nouvelle organisation corporative des ouvriers de l'industrie électrique. — On lit à ce propos dans « L'Information ouvrière et sociale » du dimanche 29 septembre :

Nous avons déjà indiqué la transformation qui s'est opérée dans l'organisation syndicale des industries électriques.

Le Syndicat existant avant cette transformation a quitté la Fédération ouvrière des métaux pour rentrer à la Fédération de l'éclairage, où il formera la section fédérale des forces motrices où les électriciens jouiront d'ailleurs de l'autonomie la plus complète pendant la durée de la guerre.

Il y avait lieu de se prononcer sur la nouvelle organisation, et le conseil syndical général des forces motrices et industries électriques s'est réuni dans ce but à la Bourse du travail, le 22 septembre dernier, et les décisions suivantes ont été prises par le conseil :

A la date du 1er octobre 1918, les éléments actuels com-

Digitized by Google

Digitized by Google

posant le syndicat se diviseront entre deux syndicats :

1° Les ouvriers de la C. P. D. E. et des usines d'électricité de la Seine formeront le syndicat des « Producteurs d'électricité de la Seine » ;

2° Les électriciens de la Seine, les industries électriques et parties similaires formeront le syndicat des « Industries électriques et parties similaires de la Seine ».

Ces syndicats formeront la « Section fédérale des Forces motrices et Industries électriques » (complètement autonome) dans la Fédération nationale de l'Eclairage qui prendra pour titre : « Fédération nationale de l'Eclairage et des Forces motrices (gaz et électricité).

Ont été nommés comme secrétaire : pour les industries électriques, Guiraud ; pour les producteurs d'électricité, Passerieu (Roux, secrétaire-adjoint) ; secrétaire fédéral, Passerieu.

Le conseil a déterminé que le but de la Fédération est de faire la propagande la plus intense pour grouper :

1° Les électriciens de la Seine (constituer le placement paritaire et reviser les prix de série) ;

2° Les usines hydro-électriques et thermiques électriques de toute la France (l'énergie électrique du Sud-Ouest dont l'usine est à Thuilière, Dordogne, est déjà groupée et adhérente à la Fédération).

Etudier tous les moyens propres à faire mettre en exécution l'exploitation de la houille blanche au profit de la nation et avec une part de contrôle de la classe ouvrière.

Le conseil a décidé de respecter les décisions prises avec la Fédération des Métaux et de l'Eclairage en ce qui concerne le recrutement syndical et de conserver la plus grande harmonie entre les deux fédérations.

BREVETS RÉCENTS

486 759. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston ; Perfectionnement de la fabrication des lampes à incandescence, 30 novembre 1915.

486 784. — Barrié (E.) et Delamour (A.) ; Plaque d'accumulateur électrique, 8 mai 1917.

486 785. — Société anonyme des Aciéries réunies de Burbach-Eich-Dudelange ; Four oscillant pour la fusion de ferro-manganèse et autres alliages ou métaux, 23 mai 1917.

486 788. — Werner (L.-A.) ; Système de griffe-support pour la suspension d'abat-jour ou de tulipes, 12 juin 1917.

486 794. — Kaverno (B.-C.) ; Perfectionnements aux voûtes amovibles pour fours de fusion électriques, 14 novembre 1916.

486 803. — Vuillemenot (E.-C.) ; Bougie d'allumage pour moteurs à explosion, 8 août 1917.

486 804. — Poissonnier ; Griffes à arracher les poteaux, 16 août 1917.

486 806. — Société anonyme Westinghouse ; Dispositifs de commande de moteurs de chemins de fer électriques et analogues, 27 août 1917.

486 817. — Société anonyme Westinghouse ; Perfectionnements aux induits de machines dynamo-électriques, 13 septembre 1917.

486 821. — Société The La French Power Park Pluc Co ; Perfectionnements aux bougies d'allumage, 13 septembre 1917.

486 823. — Choquet (E.), Volland (L.) et Rivière (F.) ; Soudure pour l'aluminium, 14 septembre 1917.

486 834. — Bore (J.) et Skoglund (A. ; Dispositif de ramonage pour tubes à fumée des chaudières à vapeur, 14 septembre 1917.

486 835. — Bousson (R.-A.) ; Raccord pour câbles et fils, 14 septembre 1917.

486 839. — Société anonyme Westinghouse ; Perfectionnements aux commandes de moteurs électriques, 15 septembre 1917.

486 843. — Société Melunaise de Béton armé ; Construction de poteaux en ciment armé pour lignes électriques, tramways ou autres, 13 septembre 1917.

486 863. — Société dite Bijur Motor Lighting Co ; Perfectionnements dans les systèmes électriques et plus particulièrement dans ceux pour véhicules dont la propulsion s'effectue par un moteur à combustion intérieure, 18 septembre 1917.

486 864. — Pariani (G.-A.) ; Perfectionnements aux bougies d'allumage pour moteurs à combustion ou à explosion, 18 septembre 1917.

486 959. — Société dite The Relay Automatic Telephone Co, Ld ; Perfectionnements aux systèmes de téléphone automatiques ou semi-automatiques, 9 mars 1917.

486 962. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston ; Perfectionnements aux systèmes de téléphonie automatique, 9 mai 1917.

486 964. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston ; Perfectionnements à la taxation des conversations téléphoniques, 29 mai 1917.

486 965. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston ; Perfectionnements aux systèmes de téléphonie automatique à communications taxées et non taxées, 5 juin 1917.

486 968. — Société dite The Relay Automatic Telephone Co, Ld ; Perfectionnements aux systèmes de téléphonie automatique et semi-automatique, 14 août 1917.

486 970. — Stevens (A.-E.) ; Système de téléphone automatique, 13 septembre 1917.

486 971. — Stevens (A.-E.) ; Mécanisme de poste auxiliaire pour téléphone automatique, 13 septembre 1917.

486 972. — Stevens (A.-E.) ; Appareil de poste central pour téléphone automatique, 13 septembre 1917.

486 982. — Lavermicocca (R.) ; Pince métalloscopique à avertissement électrique, 28 septembre 1917.

486 992. — Société anonyme Brown, Boveri et Cie ; Montage du renvoi à engrenages sur des locomotives électriques dont le moteur est installé rigidement sur un châssis suspendu sur ressorts, 29 septembre 1917.

486 994. — Saville (R.) ; Perfectionnements aux électrodes pour batteries d'accumulation, 29 septembre 1917.

486 999. — Gehrig (J.) ; Régulateur rapide automatique pour machines électriques, 1er octobre 1917.

487 001. — Société anonyme Brown, Boveri et Cie ; Commande par engrenage pour locomotives électriques dont les moteurs sont montés sur le châssis, 1er octobre 1917.

OUVRAGES RÉCENTS

Les Industries électriques d'hier et de demain. L'enseignement de l'électricité industrielle, par M. Soubrier. Annexe de A. Blondel. Un volume in-8 de 214 pages avec figures. Prix : 10 fr + 2 fr.

Etude des courants électriques alternatifs. Propriétés générales, applications à l'usage des élèves des écoles nationales d'Arts et Métiers, des instituts et écoles électrotechniques, par H. Pécheux. Un volume in-8 raisin de 142 figures. Prix : broché, 12,50 fr + 2,50 fr.

Les Tubes à vide en radiotélégraphie, par Paul Dapsence. Un volume in-8 de 32 pages avec figures. Prix : 1,50 fr.

Le Contrôle technique à l'usine à l'usage des contremaîtres, contrôleurs et ouvriers. Métaux, par H. Rouet et F. Cotto. Un volume in-8 de 101 pages avec 61 figures. Prix : 4,50 fr + 0,90 fr

Grand barème pratique « Record » pour le calcul des salaires, par R. Kaempf, comptable à la fabrique fédérale de munitions de Thoune (Suisse). Un volume 37 cm × 20 cm. Prix : cartonné, 35 fr + 7 fr.

Digitized by Google

Digitized by Google

Questions et Réponses

Sous la rubrique Questions, *se trouvent énoncées quelques-unes des demandes de renseignements qui sont adressées à la Rédaction de la* R. G. E. *et pour lesquelles celle-ci fait appel à ses lecteurs en vue d'avoir les éléments nécessaires aux réponses. — Sous la rubrique* Réponses *sont publiées, outre les réponses aux questions posées sous la rubrique précédente, les plus intéressantes de celles que la Rédaction a pu donner directement. — Les chiffres qui précèdent les énoncés des questions indiquent les numéros d'ordre; ceux qui précèdent les réponses indiquent les nombres classificateurs de la classification décimale.*

QUESTIONS

I. Questions nouvelles.

Q. 40. — Quels sont : 1° le potentiel explosif (ou la rigidité diélectrique); 2° la constante diélectrique (pouvoir inducteur spécifique); et 3° le coefficient de compressibilité volumique (déterminé par une méthode piézométrique) de l'acétate de cellulose et du celluloïd ?

Q. 41. — Quels sont les mérites relatifs de la commande des auxiliaires d'une centrale par la vapeur ou par l'électricité ?

Q. 42. — Est-il avantageux de lever les balais du collecteur d'une commutatrice compound quand on la démarre du côté alternatif ?

Q. 43. — Pourquoi est-il judicieux de maintenir toujours fermé le secondaire des transformateurs d'intensité ?

Q. 44 à Q. 47. — Voir ci-dessous aux « Réponses ».

RÉPONSES

Q. 25. — *Quelle est la nature des fils inoxydables qu'il convient d'employer pour la confection des résistances de chauffage par l'électricité ? Quelles sont les épissures pratiques pour ces fils ? Quels sont les isolants solides préconisés ?*

M. Conge nous adresse la réponse suivante :

621.364. — On peut se servir du platinoïde, qui est un maillechort à résistivité élevée et inoxydable de composition suivante : Cu:54, Ni:25, Zn:20, Pb:0,5, Mg:0,5. — On emploie beaucoup un alliage nickel-chrome complètement inoxydable même au rouge sombre, le métal R. N. C. I des Aciéries d'Imphy vendu actuellement en fils de 6,10 à 10,10 mm de 35 fr à 40 fr le kilogramme. — Les épissures de ces fils doivent être faites par soudure autogène au chalumeau acétylénique ou électrique, la baguette de métal d'apport étant de composition identique à celle de l'alliage. — Les supports sont constitués par de l'amiante en feuilles ou en bâtons ou mieux par un composé amiante-ciment très comprimé et facile à scier, à percer, et incombustible. On peut aussi employer le mica en plaques mais avec les températures qu'il est possible d'atteindre sans oxydation avec les alliages que nous venons de citer; le mica s'effrite assez rapidement et occasionne de fréquentes réparations aux éléments chauffants. — Le « Bulletin R. G. E. » n° 17 du 28/8 donne la composition d'une nouvelle matière isolante paraissant convenir comme supports des résistances des éléments de chauffage.

Q. 44. — *Peut-on changer une dynamo-série en dynamo shunt sans rebobiner les deux enroulements ? Comment peut-on opérer ce changement ?*

621.312.17. — Il peut arriver qu'il soit nécessaire de changer un moteur série en dynamo shunt pour la charge des batteries. Dans ce cas l'armature n'a pas besoin d'être rebobinée si le débit en ampères doit rester le même. Quant à l'enroulement d'excitation, il doit être enlevé et pesé. Supposons qu'il pèse 22,5 kg; ce poids de cuivre doit être remplacé par du fils d'un calibre à déterminer comme suit pour une machine de 10 kw, 5 pour 100 de la puissance sont généralement suffisantes à l'excitation sous 100 v avec 100 a de débit. Cela signifie qu'il faut employer un fil d'excitation de calibre suffisant pour supporter un courant de 5 a sous 100 v; ou, en d'autres termes, nos 22,5 kg de cuivre doivent présenter une résistance de 20 ohms. L'examen d'une table de calibres indiquera que ce poids d'un fil d'un certain calibre aura une résistance de 23 ohms au lieu de 20 ohms, par exemple; pour ceux-ci on adoptera ce calibre. On pourra employer l'ancien rhéostat.

Q. 45. — *Peut-on réduire le courant de démarrage d'un moteur d'induction à cage d'écureuil par l'emploi d'un condensateur, dans le cas où le compensateur n'est pas suffisamment efficace ? Comment faudrait-il connecter le condensateur; quelles devraient être ses dimensions pour un moteur triphasé de 100 ch, 440 v, 35 p : sec ?*

621.315.64. — Les condensateurs limitent le courant absorbé en réduisant la composante réactive; cette composante, dans un moteur d'induction qui démarre, quoique très importante, est encore une si faible partie du courant de démarrage total, que le condensateur ne ferait pas grand'chose. Il peut se faire que le compensateur soit branché sous une tension trop élevée; si cela est, il serait seulement nécessaire d'employer une prise à tension plus réduite. Il est possible aussi que quelques spires des bobines du compensateur soient court-circuitées. Pour une machine de cette puissance, on recommande généralement l'emploi d'un dispositif de démarrage automatique, avec, par exemple, le compensateur automatique construit par The Electric Controler and Mfg Co, de Cleveland (Etats-Unis).

Q. 46. — *Comment peut-on conserver des plaques d'accumulateurs qui doivent rester longtemps sans être employées ?*

621.355.035.2. — On recommande de conserver des plaques d'accumulateurs qui ne doivent pas être employées soit à l'air sec, soit dans l'eau distillée; dans les deux cas, les négatives se sous-oxydent, les positives se carbonatent légèrement et donnent lieu à la formation de sulfate de plomb quand on les plonge dans l'eau acidulée. Les premières charges employées à désulfater les éléments sont longues et fastidieuses; elles constituent en tous cas une perte de temps et d'énergie. Le remède consiste à laver soigneusement les plaques après la dernière charge, puis à remonter l'accumulateur dans une solution de sulfate de sodium neutre où elles peuvent rester indéfiniment et enfin, avant de s'en servir de nouveau, à effectuer la première charge dans ce sulfate de sodium pour ne mettre le liquide acide qu'après la première charge complète.

Q. 47. — *Quelles sont les portées les plus généralement employées sur les lignes de transmission d'énergie ?*

621.315.14. — Les portées varient entre 40 et 200 m. Exceptionnellement on va à 400, 600 et même 900 m pour la traversée des rivières avec fils spéciaux. Pour les conducteurs industriels il faut compter sur des portées variant entre 30 et 70 m.

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN R. G. E.

MACHINES et APPAREILS

Contrôleurs Westinghouse type collecteur pour moteurs à courant continu et service intensif d'aciéries et d'appareils de levage. — Outre les contrôleurs type tramway ordinaires, la Société anonyme Westinghouse construit des contrôleurs type collecteur basés sur un principe totalement différent et qui permettent d'obtenir de très grandes variations de vitesse du moteur avec un nombre relativement faible de touches et de résistances.

La figure 1 montre ce contrôleur monté dans une cabine de pont roulant et commandé à distance au moyen de leviers de renvoi; la figure 2 représente ce même contrôleur avec commande par poignée; la figure 3 donne le schéma des connexions.

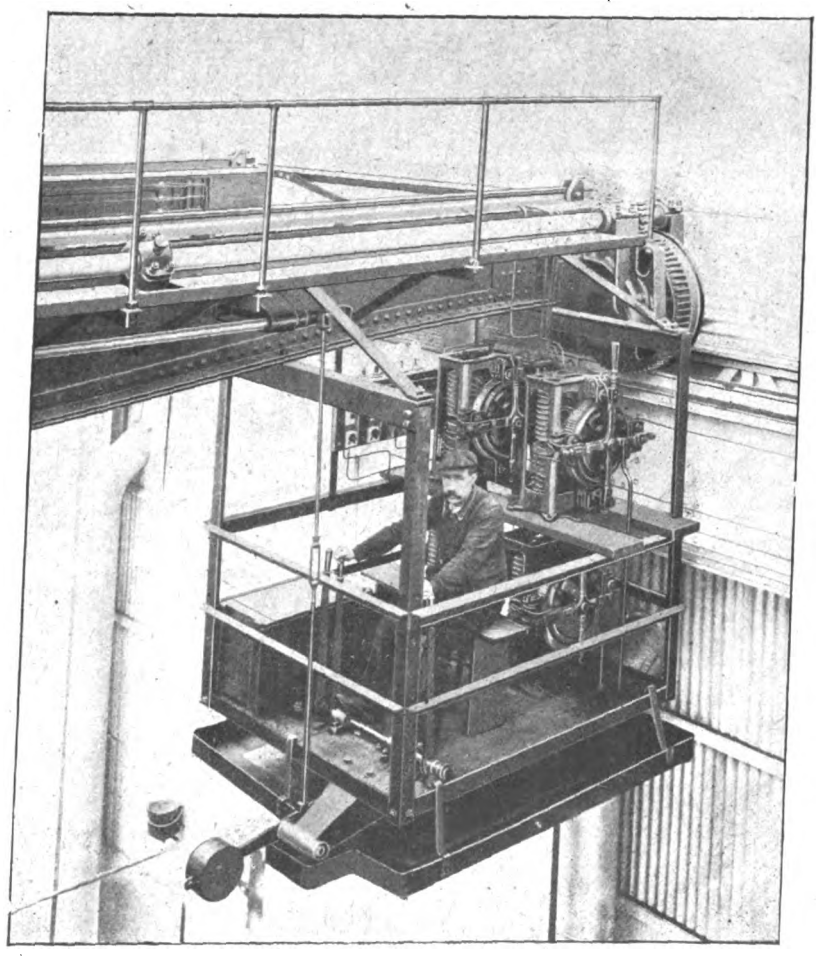


Fig. 1. — Cabine de commande de pont roulant de 30 tonnes avec contrôleurs 151, commandés à distance.

Comme on le voit sur la figure 2, l'appareil comprend essentiellement un bloc cylindrique en marbre sur le pourtour duquel sont fixés de larges plots de contact en cuivre, puis un croisillon très robuste en fonte avec une poignée de manœuvre et quatre bras disposés à 90°. Ces quatre bras sont munis de larges frotteurs en cuivre avec dispositif à pression et de puissantes bobines de soufflage magnétique parcourues par le courant total. Enfin l'appareil dans sa forme la plus générale (fig. 2) comporte aussi une boîte en fonte contenant les résistances et servant en même temps de support pour l'ensemble.

Le mouvement de la manette s'exécute dans un plan vertical de sorte que la manœuvre est moins fatigante qu'avec une manette se déplaçant dans un plan horizontal.

Les touches fixes sont réparties en huit secteurs, quatre pour la marche avant et quatre pour la marche arrière. Les résistances sont également réparties en quatre groupes. Quand on manœuvre le levier dans un sens quelconque, les quatre frotteurs appuient en même temps sur les quatre premières touches de chaque groupe et donnent ainsi une première vitesse du moteur. On remarquera en passant que la fermeture et l'ouverture du courant se font en quatre points différents simultanément. Si, de la première position sur les premières touches, on manœuvre le levier pour diminuer la résistance, on ne supprime pas chaque fois une touche dans les quatre groupes; en effet, pour les touches de variation de vitesse, on a prévu entre elles un léger décalage d'un groupe à l'autre, de sorte qu'en poussant doucement le levier de manœuvre on supprime d'abord la deuxième touche du premier groupe, puis la deuxième touche du deuxième groupe, ensuite la deuxième touche du troisième groupe et enfin la deuxième touche du quatrième groupe; ce qui fait qu'on obtient ainsi avec les deuxièmes touches, non pas une seule variation de vitesse, mais bien quatre. Si on continue à manœuvrer le levier dans le même sens, la même opération se répète pour les troisièmes touches des groupes, ce qui donne encore quatre nouvelles variations de vitesse, et la même opération se renouvelle ensuite également pour les quatrièmes et cinquièmes touches de chaque groupe. On voit ainsi que, pour un contrôleur qui a cinq touches par groupe, on obtient une première vitesse correspondant à la première position sur les premières touches, puis quatre vitesses

Digitized by Google

Digitized by Google

différentes pour chacune des quatre touches qui viennent ensuite, soit donc au total $1 + 4 \times 4 = 17$ vitesses différentes.

Si le contrôleur possède sept

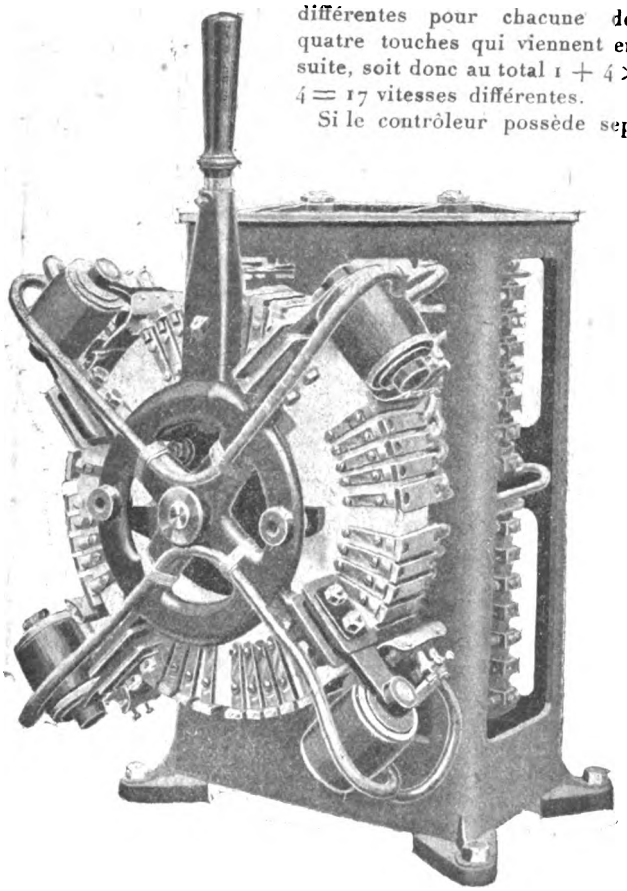


Fig. 2. — Contrôleur type 151, montage normal.

touches dans chaque sens, ce qui est le cas du contrôleur 230, on obtient donc $1 + 6 \times 4 = 25$ vitesses différentes.

Suivant les puissances demandées, les contrôleurs type collecteur se divisent en trois types, le type 152 comme indiqué figure 4, le type 151 comme figure 1 et le type 230 semblable à 151, mais de dimensions un peu supérieures.

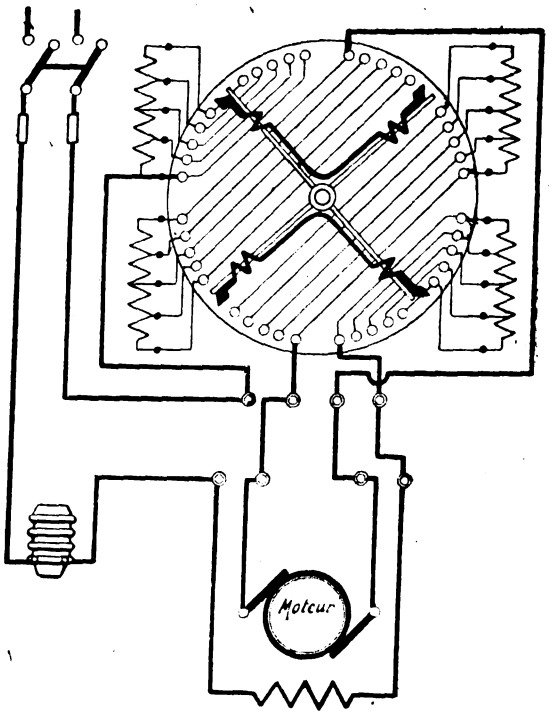
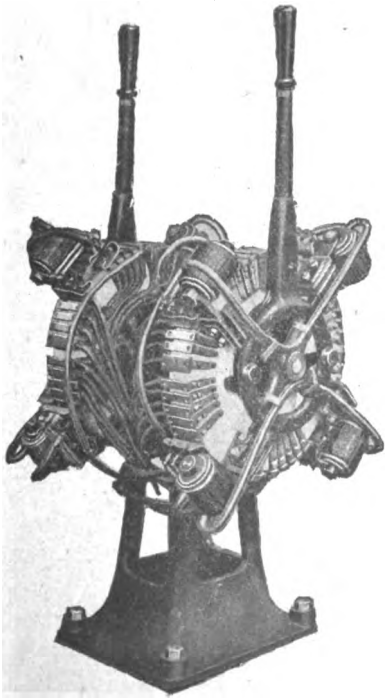
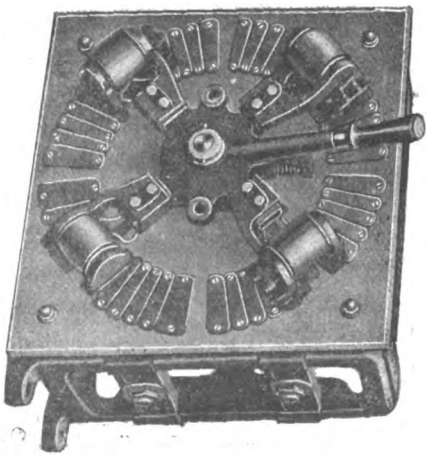


Fig. 3. — Contrôleur 151, schéma de connexion normal pour moteur série et électro-aimant série.

Jusqu'à une puissance de 7,5 chevaux et pour toutes tensions, on emploie le contrôleur 152. Au delà de cette puis-





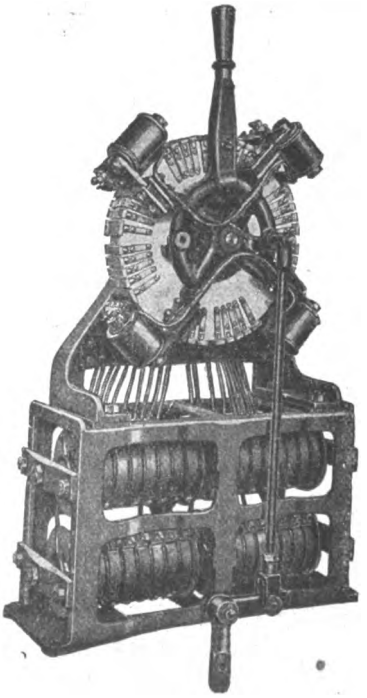


Fig. 4. Controleurs 151, montage en parallèle. — Fig. 5. Controleur 152, montage normal. — Fig. 6. Contrôleur 151, montage au-dessus des résistances avec levier de commande à distance.

Digitized by Google

Digitized by Google

sance, on emploie le contrôleur 151 jusqu'à 40 chevaux à 110 volts, 50 chevaux à 220 volts et 75 chevaux à 500 volts. Pour des puissances supérieures, on emploie le contrôleur 230 jusqu'à 50 chevaux à 110 volts, 100 chevaux à 220 volts et 150 chevaux à 500 volts.

Ces contrôleurs se prêtent à n'importe quel genre de commande, soit commande à la main, soit commande par tirettes, soit commande par leviers de renvoi.

Ils peuvent fonctionner avec des électro-aimants shunt ou série et avec des interrupteurs fin de course à courant total ou à courant dérivé. Des contrôleurs 151 et 230 peuvent assurer le freinage rhéostatique dans un seul sens, ils s'appellent alors 151-F et 230-F.

La figure 4 représente deux contrôleurs accouplés mécaniquement et verrouillés entre eux pour commande simultanée de deux moteurs.

Les résistances employées sur ces contrôleurs sont du type à grille ou du type à ruban d'acier enroulé dans des anneaux en fonte, comme indiqué en figure 2 et figure 6. Suivant la place disponible et pour la commodité de l'installation, les résistances peuvent être accolées au contrôleur comme figures 2 et 5, ou placées en dessous, comme figure 6, ou même complètement indépendantes des contrôleurs.

NOUVELLES et ÉCHOS

Les véhicules électriques en Sud-Afrique. — Le signal fut donné par la Compagnie de chemins de fer de Cape Town lorsqu'elle fit l'acquisition en Amérique de cinquante trucks électriques pour remplacer ses autres tracteurs à vapeur ou à pétrole. Leur succès s'affirma et provoqua l'achat de 10 véhicules par une brasserie, à Johannesbourg, de 12 véhicules par le service des Postes, et d'un certain nombre d'autres par la Central News Agency, importante maison de publicité, etc. Le développement fut si rapide que les compagnies d'électricité locales s'intéressèrent activement à la question et créèrent des garages où les batries sont chargées et entretenues, et les véhicules tenus en constant état de propreté et de bon fonctionnement pour un prix établi à forfait.

Les tracteurs électriques à appareils de levage. — Une maison de constructions de véhicules électriques de Chicago a récemment mis sur le marché, sur la demande de compagnies de transports et d'industriels, un tracteur équipé avec une grue de 1800 kg environ, actionnée électriquement avec le courant des batteries de traction du véhicule. La demande pour ces nouveaux engins fut provoquée par les conditions actuelles exigeant la manutention rapide de lourds matériaux. Ce tracteur électrique à grue, bien que de capacité inférieure à celle des grues de locomotives ou des ponts roulants, a cependant, l'avantage d'être plus flexible dans son rayon d'action. La plate-forme peut tourner de 180° ; on a aussi prévu, à l'arrière du tracteur, une barre d'attelage, de telle sorte que le tracteur peut charger une remorque, la conduire en un endroit déterminé, et la décharger. La charge traînée peut s'élever à 15 t environ.

Les véhicules électriques en Espagne. — La demande de véhicules électriques américains pour l'Europe continue à s'accentuer. L'Espagne vient, elle aussi, de manifester le désir d'utiliser, sur une grande échelle, le transport par véhicules électriques, non seulement pour parer aux conditions spéciales actuelles, mais aussi pour constituer la base d'un système de transport automobile adapté aux besoins de la paix. A cette fin, plusieurs ingénieurs, représentant d'importants intérêts espagnols, sont allés aux États-Unis, se rendre compte des progrès de ce mode de transport. L'Espagne souffre de la crise de l'essence ; son emploi est réservé, avec restriction, aux seuls véhicules industriels ; d'un autre côté, l'énergie électrique, produite en quantité par la force motrice hydraulique, est disponible au prix de 0,055 à 0,10 fr le kilowatt-heure. Si on songe qu'en Amérique, au prix de 0,25 à 0,35 fr le kilowatt-heure le véhicule électrique a pu lutter avec succès contre le véhicule à essence, on voit que l'Espagne peut accueillir en confiance cette utilisation de son énergie hydro-électrique.

La situation présente des appareils de cuisine électrique. — Une importante compagnie de distribution californienne, qui a vendu plus de 3000 cuisines électriques depuis deux ans et demi, a entrepris une enquête dans les vingt-quatre districts sur lesquels s'étend son champ d'action. Du rapport sur les résultats de cette enquête nous extrayons quelques questions avec le résumé des réponses envoyées par les représentants des vingt-quatre districts : Quelles sont, d'après vos observations, les qualités que les clients apprécient le plus dans les appareils de cuisine électrique ? — Les réponses se suivent dans cette ordre d'importance : propreté, facilité de maniement, absence de chaleur en été, sécurité, conservation de l'arome des aliments, fonctionnement automatique, pas de fumée, économie, hygiène, précision dans le degré de cuisson. — Quelles sont les améliorations qui vous ont été suggérées par vos clients ? — Les suggestions furent nombreuses ; en voici quelques-unes : facilité de trouver à remplacer des fusibles ou des éléments de chauffe détériorés, four à cuisson très lente, éléments de chauffe moins sensibles et plus sûrs, issues pour la vapeur. — La compagnie a tiré de son enquête les conclusions suivantes : *a*) les cuisines électriques constituent une charge désirable pour une centrale ; *b*) elles sont appréciées du public ; *c*) elles aident à économiser le charbon. Elle a établi des tarifs spéciaux combinant l'éclairage et le chauffage ; des conditions plus avantageuses encore sont consenties dans le cas, où, en plus d'une cuisine, le client installe un matériel de chauffage d'eau. La compagnie fournit actuellement l'énergie à environ 700 clients qui combinent ainsi la cuisine et le chauffage en grand de l'eau.

Un nouveau problème pour le four électrique. — On assure que les Allemands garnissent leurs gros canons d'un acier à l'uranium qui supporte les effets destructifs des déflagrations beaucoup mieux que tous les autres alliages d'acier connus. L'emploi de ce nouvel acier nécessite d'abord la production de ferro-uranium ; ce composé s'obtient ordinairement à partir de l'oxyde d'uranium qui est un sous-produit de l'extraction du radium de ses minerais. C'est donc là un problème pour le four électrique. La question est à l'étude par le Bureau of Mines (Etats-Unis).

Production et distribution. — PROJET D'USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE EN SAVOIE. — Un barrage va être établi dans la commune de Queige (arrondissement d'Albertville) à 60 m en aval du pont de Queige ; il aura une longueur de 30 m. Les eaux dérivées seront rendues à la rivière au confluent du Doron et de l'Arly. L'usine sera située sur la commune de Queige. — On compte sur 4500 kw de puissance moyenne. Le concessionnaire est la Société électrométallurgique « Procédés Paul Girod », à Ugine (Savoie).

AMÉNAGEMENT DE LA RIVIÈRE DE LA CANCHE, département de Saône-et-Loire. — Par arrêté en date du 6 septembre, M. Chevrier, directeur de la Société électrique de la Grosne, est autorisé à établir un barrage sur la rivière de

Digitized by Google

Digitized by Google

la Canche, au quartier de Glaine, commune de Roussillon, arrondissement d'Autun. L'usine serait située dans la commune de Roussillon; le barrage aura une largeur de 43,50 m et formera déversoir sur une longueur de 12 m. On prévoit une puissance moyenne de 800 kw.

PROJET D'USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DANS L'ISÈRE. — Nous complétons ici une information parue dans le dernier « Bulletin R. G. E. » sur ce projet. La Société des Hauts Fourneaux et Forges d'Allevard est autorisée à emprunter, au torrent de Veyton, au moyen d'un barrage à établir sur les territoires des communes de Pinsot et d'Allevard, et d'une dérivation de ce torrent destinée à la réunion des eaux à celles du torrent du Bréda, la force motrice nécessaire à la mise en jeu d'une usine hydro-électrique projetée à Allevard, au lieudit « Le bout du monde ». Le barrage sera placé à 60 m en aval du confluent du ruisseau de Pré-Maurienne; il aura une longueur de 9 m. On compte sur 468 kw en basses eaux, 920 kw en eaux moyennes et 1 820 kw en hautes eaux. La hauteur de chute est de l'ordre de 150 m.

BREVETS RÉCENTS

487 003. — BOS (E.); Appareil destiné à déterminer la latitude sans le secours de l'observation astronomique, par l'emploi de la force attractive du magnétisme terrestre, 26 septembre 1917.

487 004. — SOCIÉTÉ ATMOSPHERIC NITRATES (Kilburn Scott Patent), LD; Perfectionnements apportés aux fours électriques, 24 février 1916.

487 025. — WHEELER (H.-F.); Dispositif pour fixer les abat-jour aux douilles de lampes électriques, 3 octobre 1917.

487 036. — SOCIÉTÉ ANONYME WESTINGHOUSE; Systèmes de contrôle de vitesse pour moteurs à induction, 5 octobre 1917.

487 041. — GORYN (G.); Procédé de cinématographie stéréoscopique, 2 octobre 1917.

487 181. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux systèmes de téléphonie à longue distance, 17 mars 1917.

487 182. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux crochets commutateurs pour postes téléphoniques automatiques, 17 mars 1917.

487 185. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux systèmes de téléphonie automatique, 27 juin 1917.

487 186. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux indicateurs d'appel pour systèmes téléphoniques automatiques, 7 juillet 1917.

487 187. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux circuits téléphoniques de jonction à longue distance, 9 août 1917.

487 188. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux circuits de postes téléphoniques, 9 août 1917.

487 189. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux modes de sélection des signaux dans les systèmes téléphoniques automatiques à lignes partagées, 16 août 1917.

487 194. — SOCIÉTÉ CLERGET-BLIN ET Cie; Mode de constitution des attaches pour fils électriques, câbles ou autres applications, 7 novembre 1916.

487 195. — PLY (A.-R.); Lampe-torche électrique et son contact, 16 novembre 1916.

487 196. — SOCIÉTÉ DEMETTRE-DUTER ET Cie; Dispositif de sûreté pour connecter une électrode à un câble, 8 décembre 1916.

487 197. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux répétiteurs employés en téléphonie automatique, 12 décembre 1916.

487 204. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON HOUSTON; Perfectionnements aux répétiteurs employés en téléphonie automatique, 16 août 1917.

487 205. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux systèmes sélectifs de signaux en téléphonie automatique, 16 août 1917.

487 207. — BOWLER (H.-S) et FREMMER (F.); Procédé pour enlever et replacer les connecteurs de batteries d'accumulation, 28 août 1917.

486 208. — COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux transmetteurs d'impulsions pour postes téléphoniques automatiques, 6 septembre 1917.

487 210. — SCIMBILLE (L.-E.); Système de chauffage électrique instantané de l'eau, 28 septembre 1917.

487 214. — STEWART (W.); Dispositif de verrouillage pour joints à baïonnette électriques, 16 octobre 1917.

487 220. — ZOELLY; Dispositif pour la production d'une traction magnétique s'exerçant normalement aux axes de cylindres tournants, 16 octobre 1917.

487 221. — GIORSETTI; Dispositif permettant d'appliquer une sonnerie électrique aux pendules, réveils, etc., 10 octobre 1917.

487 232. — INGER (J.); Masse perfectionnée pour la préparation de résistances pour appareils électriques, etc., et mode de fabrication de ces résistances, 17 octobre 1917.

NOTICES et CATALOGUES (1)

Notice du LABORATOIRE INDUSTRIEL D'ELECTRICITÉ, J. GARNIER, Lyon, rue Cavenne, 23. — Brochure de 40 pages relative aux compteurs d'énergie électrique pour courant continu et pour courants alternatifs, aux transformateurs pour compteurs, wattmètres et ampèremètres et aux limiteurs de courant.

Notice sur le fonctionnement de nos tubes à rayons X, par les ETABLISSEMENTS H. PILON, Asnières, Seine. — Dans cette brochure de 16 pages, format 14 cm × 22 cm, se trouvent donnés des conseils pour l'obtention d'un bon fonctionnement du tube à rayons X, des indications sur le réglage des soupapes, des notes sur la recherche des causes de quelques avaries survenant aux tubes.

Notice sur le fonctionnement de notre règle à temps de pose, par les ETABLISSEMENTS H. PILON, à Asnières, Seine. — La règle décrite dans cette notice de 6 pages, format 22 cm × 14 cm, présente l'aspect d'une règle à calcul ordinaire et permet de résoudre rapidement divers problèmes de radiographie tels que : Quel est le temps de pose nécessaire pour faire un thorax de profil à 70 cm avec 10 m-a? Quel est le rayonnement qui a servi à faire une tête de profil d'adulte normal en 15 sec à 50 cm?

Notice sur la pompe à vide, type à palettes, par les ETABLISSEMENTS H. PILON, à Asnières, Seine. — Cette pompe est formée d'un corps de pompe cylindrique dans lequel tourne un cylindre touchant le corps de pompe suivant une génératrice et entraînant deux palettes que des ressorts pressent constamment contre les parois du corps de pompe; celui-ci se trouve ainsi divisé en deux compartiments à volume variable dont l'un sert à l'aspiration du gaz et l'autre à son refoulement. Le degré de vide obtenu convient pour la plupart des travaux industriels et scientifiques; si l'on a besoin d'un degré de vide plus élevé, comme dans la construction des ampoules radiographiques, la pompe rotative est utilisée avec profit pour commencer le vide.

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Production et distribution. — PROJET D'USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DANS L'ISÈRE. — Par arrêté préfectoral en date du 25 septembre 1918, la Société hydro-électrique « Drac-Romanche » est autorisée à emprunter la force motrice au torrent le Drac, au lieudit « Le saut du Moine », pour la mise en jeu d'une usine à situer sur le territoire de la commune de Pont-de-Claix. — Une première partie du barrage mobile sera constituée par une vanne Stoney de 16 m d'ouverture et de 5 m de hauteur formant passe à graviers; à l'amont de cet ouvrage commencera la seconde partie du barrage mobile constituée par six vannes équilibrées de 10 m d'ouverture chacune et de 3 m de hauteur; enfin, l'extrémité gauche de ces vannes mobiles sera réunie avec la rive gauche du Drac par un barrage fixe d'environ 60 m de longueur formant déversoir.

PROJETS D'USINES ÉLECTRIQUES EN ESPAGNE. — Vu la difficulté d'importation du charbon, le gouvernement espagnol a pris des mesures tendant à intensifier la production du courant électrique; des associations de producteurs et de consommateurs vont se former dans les principaux districts, en vue de contrôler la puissance engendrée, de la répartir d'une façon équitable entre les industriels et les autres consommateurs et de limiter les heures d'utilisation. Une nouvelle centrale va être construite à Palma de Maïorca, pour l'alimentation en électricité de l'île de Majorque; l'usine comprendra quatre turbo-générateurs à vapeur de 2000 ch. La Sociedad Productora de Fuerzas Motrices a été constituée à Bilbao, au capital de 6400000 pesetas, pour la construction d'une station génératrice de 20000 ch qui produira annuellement 60000000 kw-h et à situer à Pobla de Segur (Lerida). La Sociedad Fabrica de Meros a sollicité l'autorisation d'utiliser la force motrice de la rivière Quiros, près d'Arroyo, pour la mise en jeu d'une usine électrique.

La production de l'électricité dans l'Est africain anglais. — Le Conseil législatif du protectorat étudie la possibilité d'une production intensive de courant électrique dans la colonie, ainsi qu'une normalisation éventuelle des installations à créer. Les autorités publiques sont décidées à adopter les spécifications du British Engineering Standard Committee; la production se ferait à la fréquence de 50 p:sec, excepté pour des applications spéciales, et les tensions seraient de 415 et 240 v. Toute l'énergie doit être produite exclusivement par l'utilisation de forces hydrauliques, de moteurs à combustion interne, ou par des chaudières à chauffage à huile. D'après l'« Electrical Review», de Londres, du 13 septembre 1918, l'ingénieur électricien du gouvernement, M. James Mc Blain, serait heureux de recevoir tous catalogues et informations concernant le matériel qu'il est susceptible d'utiliser, ainsi que ceux concernant l'équipement électrique des fermes, les automobiles, la soudure, le chauffage et la cuisine domestique, les rayons X, l'électricité médicale, etc., avec les prix des appareils et machines.

Système nouveau d'exploitation des trains de marchandises sur les réseaux à traction électrique. — D'après l'« Electrical Review », de Londres, du 13 septembre 1918, un ingénieur anglais, M. G. Woods, suggère une méthode par laquelle les trains de marchandises pourraient être lancés sur les mêmes voies que les trains de voyageurs, sans pour cela augmenter l'importance des pointes de puissance à l'usine génératrice; les trains de marchandises seraient formés d'après la même échelle de tonnage que les trains de voyageurs et on en augmenterait le nombre; un des résultats les plus appréciables résiderait dans une utilisation maximum de tout le matériel électrique et aussi dans un nivellement relatif des courbes de puissance.

La station radiotélégraphique allemande du Spitzberg. — L'expédition anglaise au Spitzberg est rentrée en Angleterre; l'Allemagne y avait une installation radiotélégraphique, montée par le prince Pless et le comte Zeppelin en 1912, en communication directe avec Berlin. La station a été détruite et les télégrammes recueillis ont été rapportés en Angleterre pour être examinés.

Le carbure de calcium en Allemagne. — D'après l'« Electrical Review », de Londres, du 20 septembre 1918, une centrale de 25000 kw a été construite à Kattowitz (Haute Silésie), pendant la guerre et est actuellement en fonctionnement, pour l'alimentation d'une usine destinée à produire 20000 t de carbure de calcium par an. L'ensemble appartient par moitié au prince Pless et à la Compagnie Beer, Sonderheimer et Cie, de Francfort-sur-le-Main.

La fixation de l'azote au Japon. — D'après une loi votée par la Diète, le gouvernement japonais a décidé la création d'un laboratoire pour l'étude de la fixation de l'azote atmosphérique. Le montant des importations de produits ammoniacaux s'élève chaque année à 20000000 yen (52000000 fr). On espère créer une nouvelle industrie locale dans un avenir prochain.

La production du zinc électrolytique en Australie. — L'« Electrical Review » de Londres, du 18 octobre 1918, signale que la Amalgamated Zinc Co, pour la production de zinc électrolytique à Risden, produit environ 10 t de zinc par jour, utilisant une puissance de 2500 ch. Cette compagnie se propose d'employer bientôt 30000 ch pour la production de zinc et autres travaux métallurgiques qu'elle espère entreprendre.

L'électrisation des graines de graminées. — Nous trouvons relaté brièvement dans l'« Electrical Review », de Londres, du 13 septembre 1918, un nouveau procédé d'augmentation du rendement des graines; l'électrisation consiste à tremper les graines dans une solution à faible teneur de sel ordinaire ou de chlorure de calcium, à faire passer dans cette solution un courant électrique relativement faible pendant quelques heures et à sécher lentement les graines dans une étuve. Le procédé a été appliqué

Digitized by Google

Digitized by Google

par M. H. Dunn, de Salisbury (Angleterre). Il a donné, pour le blé, une augmentation de production de 28 pour 100 en grain et de 40 pour 100 en paille; pour l'avoine, une augmentation de 61 pour 100 en grain.

Statistique de la production mondiale du platine. — Bien que l'industrie électrique ne consomme qu'une faible quantité de platine, cette consommation constitue une fraction relativement importante de la production. Nous croyons donc intéresser quelques-uns de nos lecteurs en mettant sous leurs yeux les résultats de la statistique faite par l'United States Geological Survey pour la production de ce métal en 1917, résultats résumés dans le tableau suivant qui donne, pour comparaison, ceux de l'année 1913.

Pays producteurs.	Production en 1913 kg	Production en 1917 kg
Bornéo et Sumatra	5,70	2,00
Canada	0,70	2,25
Colombie	425,25	907,20
Nouvelle-Galles du Sud et Tasmanie	42,50	
Russie	7 087,50	1 417,50
Etats-Unis	13,70	17,15
	7 575,35	2 346,10

La production de 1917 est donc inférieure au tiers de la production de 1913, ce qui explique les hauts cours atteints pour le platine dans ces derniers mois, jusqu'à 26 000 fr le kilogramme. On remarquera aussi que la production de la Russie qui était de 93 pour 100 de la production mondiale en 1913, est tombée à 45 pour 100 de la production mondiale en 1917, subissant une diminution intrinsèque de 80 pour 100.

Un vœu des Chambres de Commerce concernant les réparations en nature des dégâts faits par les Allemands. — A l'assemblée des présidents des Chambres de commerce françaises, qui vient de se tenir à Paris, des vœux du plus haut intérêt ont été émis, en particulier celui-ci dans lequel est posé le juste principe des réparations en nature.

« Que, sans préjudice des indemnités pécuniaires et notamment de la restitution des dépôts enlevés dans les banques, l'Allemagne soit astreinte à des remplacements en nature, en vue de hâter la reconstitution économique;

» Que l'Allemagne soit tenue de fournir à ses frais la main-d'œuvre nécessaire à la reconstitution de tout ce qui a été détruit ou pillé par elle;

» Que tout l'outillage enlevé ou détruit par elle soit provisoirement remplacé par de l'outillage équivalent réquisitionné dans ses magasins, ateliers, usines, ses installations commerciales, industrielles et agricoles, et ne lui soit rendu que lorsqu'un outillage neuf, construit à ses frais dans nos ateliers ou ceux de nos Alliés, pourra être définitivement livré et installé. »

Un cas spécial au sujet de la taxe sur les paiements. — Dans son numéro du 10 octobre « Les Alpes industrielles » signalent le cas suivant: un client me doit 100 fr; le timbre de 0,20 fr par 100 fr étant, d'après l'esprit de la loi, à la charge du débiteur, je tire sur mon client une traite de 100, 20 fr en y spécifiant « impôt de timbre compris; j'y appose un timbre de 0,20 fr et porte la traite à une banque; celle-ci me réclame un nouveau timbre de 0,20 fr car le montant de la traite dépasse 100 fr; cette réclamation est-elle justifiée ?

La question ayant été posée au directeur de l'Enregistrement, à Grenoble, celui-ci a répondu « qu'en l'absence d'une disposition spéciale de la loi, il paraît nécessaire, conformément à l'interprétation adoptée par les banques, de timbrer à 0,40 fr un effet de commerce de 100, 20 fr, bien que, dans cette somme, il soit compris 0,20 fr destiné à acquitter le montant de la taxe sur les paiements, et quelque rigoureuse que cette solution puisse paraître ».

Création de Chambres de Commerce françaises en Suède, en Colombie et au Chili. — Une Chambre de Commerce vient de se constituer à Stockholm, avec l'approbation officielle. Placée sous le patronage d'honneur de nos représentants, elle groupe les commerçants et industriels des deux pays en vue de favoriser et de développer les relations commerciales, et particulièrement l'exportation de France en Suède.

Une Chambre de Commerce française a été également créée à Bogota (Colombie) et une autre à Concepcion (Chili), cette dernière sous la dénomination de Chambre de Commerce de Concepcion et Talcahuano.

Dans le monde électrique. — D'après le « Journal officiel » du 28 octobre, M. Jacques de Soucy, ancien rédacteur en chef de « La Lumière électrique » et de la « Revue générale de l'Electricité » a été nommé sous-lieutenant interprète.

— M. H. Pécheux, professeur d'électricité à l'Ecole des Arts et Métiers de Lille, en résidence à Dijon durant les hostilités, vient d'être désigné par l'Académie des Sciences comme lauréat du Prix de Parville.

BREVETS RÉCENTS

20 589 478 861. — CITROEN (A.); Premier certificat d'addition au brevet pris, le 31 mai 1915, pour procédé de signalement lumineux pour fabriques ou ateliers, 22 septembre 1917.

20 580 480 966. — SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DES VÉHICULES; Premier certificat d'addition au brevet pris, le 29 décembre 1915, pour dispositif d'avance automatique à l'allumage dans les moteurs à explosion, 4 septembre 1917.

20 562 484 485. — PETIOT (T.-J.-B.); Premier certificat d'addition au brevet pris, le 6 février 1917, pour moteur hydraulique utilisant la force motrice des marées, fleuves, etc., 23 juillet 1917.

20 551 484 620. — LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE; Deuxième certificat d'addition au brevet pris, le 2 septembre 1915, pour perfectionnements apportés aux systèmes de lignes téléphoniques chargées pour circuits fantômes, 27 novembre 1915.

20 552 484 620. — LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE; Troisième certificat d'addition au brevet, pris le 2 septembre 1915, pour perfectionnements apportés aux systèmes de lignes téléphoniques chargées pour circuits fantômes, 30 novembre 1915.

20 593 484 866. — THE BRITISH WESTINGHOUSE ELECTRIC AND MANUFACTURING CO; Premier certificat d'addition pris, le 30 septembre 1916, pour perfectionnements dans les turbines à vapeur, 1er octobre 1917.

20 596 485 159. — THE BRITISH WESTINGHOUSE ELECTRIC AND MANUFACTURING CO; Premier certificat d'addition au brevet pris, le 16 décembre 1916, pour perfectionnements aux turbines à vapeur, 9 octobre 1917.

20 555 485 415. — GUDIN (M.); Deuxième certificat d'addition au brevet pris, le 1er juillet 1916, pour appareil repéreur pour la détermination de la position d'un point dont on peut déceler la présence par les rayons X à l'intérieur d'un corps quelconque, 3 février 1917.

20 560 486 181. — BUREAU (P.-E.); Deuxième certificat d'addi-

Digitized by Google

Digitized by Google

tion au brevet pris, le 22 mai 1917, pour bougie d'allumage pour moteur à explosion à haute compression, 6 juin 1917.

487 334. — The Comparri Wireless Control Syndicate Ld et M. Compare (M.); Perfectionnements apportés aux systèmes de commande à distance sans fil, 18 mars 1916.

487 336. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston; Système de téléphonie automatique, 15 novembre 1916.

487 341. — Jeanson (M.); Dispositif d'avance à l'allumage pour moteurs à explosion, 6 avril 1917.

487 349. — Société générale des Huiles et Fournitures industrielles « L'Oléo »; Perfectionnement apporté aux bougies d'allumage pour moteurs à explosion.

487 356. — Perrot (E.); Bougie de moteur à allumage intérieur, 20 octobre 1917.

20 581/479 755. — Société anonyme Brown, Boveri et Cie; Deuxième certificat d'addition au brevet pris, le 16 septembre 1915, pour relais retardateur à temps maximum, 5 septembre 1917.

487 372. — Papa (N.); Appareil de lumière électrique, 31 octobre 1917.

487 373. — Wilson (F.); Perfectionnements apportés aux supports pour fils chargés d'électricité, 31 octobre 1917.

487 375. — Société des Magnétos R.-B.; Magnéto d'allumage, 31 octobre 1917.

487 380. — Weston (P.-L.); Perfectionnements apportés aux transmissions par courroies électriques, 2 novembre 1917.

487 409. — Ceretti (E.); Phare pour la transmission de signaux optiques au moyen d'éclairs alternant avec des intervalles obscurs, selon le système Morse, avec générateur de gaz acétylène, 7 février 1916.

487 414. — Picou R.-V.); Perfectionnements aux machines dynamo-électriques, 5 novembre 1917.

487 423. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux équipements des postes téléphoniques, 6 novembre 1917.

487 425. — Société anonyme Brown, Boveri et Cie; Procédé pour la régulation de machines en dérivation subissant de fortes variations de vitesse et connectées en parallèle avec une batterie d'accumulateurs, 10 novembre 1917.

487 436. — Wielgolaski (F.-H.-A.); Perfectionnements au procédé de traitement électrique de substances réactionnelles, 15 janvier 1917.

487 448. — Société anonyme des Etablissements Blériot; Perfectionnements apportés aux électro-aimants, 7 novembre 1917.

487 449. — Société anonyme des Etablissements Blériot; Perfectionnements apportés aux moyens de régulation à adjoindre aux installations électriques dont le circuit d'alimentation est à tension non constante pour leur permettre d'alimenter des appareils d'utilisation devant fonctionner à tension constante, 7 novembre 1917.

487 454. — Salmeron (Gomez P.); Dupleix téléphonique, 7 novembre 1917.

487 457. — Société Apex Electric Accumulator Syndicate Ld; Perfectionnements dans les grilles électrodes d'accumulateurs, 7 novembre 1917.

487 463. — Bonnivat (A.-H.); Douille électrique à baïonnette, 6 novembre 1917.

487 464. — Bonnivat (A.-H.); Douille électrique à vis, 6 novembre 1917.

487 465. — Bonnivat (A.-H.); Douille électrique à interrupteur, 6 novembre 1917.

487 468. — Grosjean (P.-C.); Perfectionnements apportés aux bougies d'allumage pour moteurs à explosion, 18 janvier 1917.

487 477. — Société lorraine des Anciens Etablissements de Diétrich et Cie; Dispositif pour l'allumage des moteurs d'aviation, 16 août 1916.

OUVRAGES RÉCENTS

I fenomeni elettro-atomici sotto l'azione del magnetismo, par Augusto Righi. Un volume, format 24 cm × 15 cm, 435 pages, 131 figures. Prix : broché, 21 fr.

NOTICES et CATALOGUES (1)

Radiométallographie, par les Etablissements H. Pilon. — Dans la première partie de cette notice se trouve reproduit l'article publié sur ce sujet dans la « R. G. E. » du 12 mai 1917; dans la seconde sont donnés quelques renseignements pratiques sur l'entretien général de l'appareillage, la protection de l'opérateur, le fonctionnement du tube, la protection de la plaque photographique au cours d'une expérience, le développement et l'examen des clichés.

Tubes à rayons X, par les Etablissements H. Pilon. — Ce catalogue de 20 pages, format 22 cm × 13 cm, se rapporte aux « modèles de guerre ». Deux modèles ont été établis : le modèle R. N, d'un diamètre de 150 mm, pour faire de la radioscopie avec 1 à 2 m A et de la radiographie avec 4 à 5 m A, et le modèle OM qui se fabrique suivant deux types, l'un OM_1 de 200 mm de diamètre, l'autre OM_2 de 150 mm, et qui répond à tous les besoins de la radiologie. Les tubes Coolidge, la soupape intensive modèle CL, la règle Pilon pour le calcul des temps de pose, la lampe Pilon pour l'éclairage des milliampèremètres sont également signalés dans ce catalogue.

Condensateurs, par la Société anonyme Varret et Colot. — Dans ce catalogue de 14 pages, format 21 cm × 14 cm, sont données les constantes caractéristiques de divers types de condensateurs et appareils accessoires construits par cette maison : condensateurs téléphoniques, petits condensateurs pour téléphonie et applications diverses, petits condensateurs à rendement supérieur, condensateurs plats, condensateurs système Boucherot, galette système Boucherot pour tensions de 5 000 à 50 000 V, condensateurs de protection pour réseaux de distribution jusqu'à 50 000 V, batteries de condensateurs, condensateurs de protection contre les courants de haute fréquence, boîtes pour mesures de capacités, condensateurs étalonnés, petits condensateurs téléphoniques, condensateurs en verre.

Connexions de rails pour chemins de fer et tramways électriques, par les Etablissements industriels de E.-C. Grammont et de Alexandre Grammont, 220, route d'Heyrieux, Lyon. — Dans ce catalogue de 28 pages, format 22 cm × 14 cm, sont donnés les vues et schémas de dimensions des divers modèles de connexions de rails que livrent ces Etablissements : connexions souples en lamelles, connexions câblées, connexions rigides. Des notes annexes indiquent comment doivent se calculer les sections des connexions, comment elles se posent, etc. Dans une autre partie du catalogue sont représentés les fils profilés spéciaux pour tramways. Sept tableaux donnent les résistances spécifiques des métaux usuels, les poids et résistances électriques des fils et des câbles nus en cuivre de haute conductibilité, les relations entre les différentes jauges (jauge américaine Brown et Sharpe, jauge de Birmingham, jauge anglaise, jauge carcasse), les sections qu'il convient de prendre pour des chutes de tensions données sur des fils de cuivre traversés par des courants de 1 à 200 A.

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

Digitized by Google

Digitized by Google

Questions et Réponses

Sous la rubrique Questions, *se trouvent énoncées quelques-unes des demandes de renseignements qui sont adressées à la Rédaction de la* R. G. E. *et pour lesquelles celle-ci fait appel à ses lecteurs en vue d'avoir les éléments nécessaires aux réponses. — Sous la rubrique* Réponses *sont publiées, outre les réponses aux questions posées sous la rubrique précédente, les plus intéressantes de celles que la Rédaction a pu donner directement. — Les chiffres qui précèdent les énoncés des questions indiquent les numéros d'ordre; ceux qui précèdent les réponses indiquent les nombres classificateurs de la classification décimale.*

QUESTIONS

I. Questions nouvelles.

Q. 48. — Existe-t-il des essais complets et récents effectués en vue de déterminer la tension critique pour laquelle l'effet « corona » cesse d'être négligeable dans les lignes aériennes de transmission d'énergie, en fonction du diamètre des conducteurs, de l'écartement entre fils, de la température, etc.? Où peut-on trouver ces renseignements?

Q. 49. — Quelle est la composition de la matière isolante employée dans les boites de jonction des câbles souterrains?

RÉPONSES

Q. 42. — *Comment peut-on obtenir du graphite au four électrique?*

549.82. — Pour obtenir du graphite d'après le procédé Acheson, il suffit de mouler la matière première sous la forme qu'elle doit présenter (balais ou électrodes). Cette matière première est généralement constituée par du charbon additionné de 4 pour 100 d'oxyde de fer ou de l'anthracite riche en cendres. Les pièces moulées sont ensuite introduites dans un four électrique et l'intensité du courant est augmentée graduellement avec l'échauffement du four. Les impuretés du charbon employé disparaissent et l'on obtient du graphite pur.

L'élimination des impuretés s'explique par le fait que ces corps passent à l'état de carbures qui se dissocient ensuite; la matière volatilisée agit sur l'élément voisin et ainsi de suite de proche en proche jusqu'à ce qu'elle s'échappe extérieurement. La seule condition de réussite est que les impuretés soient uniformément réparties dans la masse.

Q. 40. — *Quels sont : 1° le potentiel explosif (ou la rigidité diélectrique) ; 2° la constante diélectrique (pouvoir inducteur spécifique) et 3° le coefficient de compressibilité volumique (déterminé par une méthode piézométrique) de l'acétate de cellulose et du celluloïd?*

M. Piquot, de Lyon, nous adresse la réponse partielle suivante :

547.664. — « Je trouve dans mes notes : Potentiel explosif de l'acétate de cellulose pour 1 mm d'épaisseur, 20 000 v, sans pouvoir contrôler malheureusement l'origine de ce renseignement. Si l'on admet la loi approximative $U_{expl} = K\sqrt{e}$, on aura pour ce corps $U_{expl} = 20000\sqrt{e}$, e étant exprimé en millimètres. »

Nous laissons donc cette question dans le « Bulletin ».

Q. 43. — *Pourquoi est-il judicieux de maintenir toujours fermé le secondaire des transformateurs d'intensité?*

M. H. Bouchet nous adresse la réponse suivante :

621.314.2. — « Ces appareils doivent être toujours maintenus fermés sur une résistance de faible valeur ohmique pour deux raisons : 1° par suite du mode de branchement de ces appareils sur les circuits d'utilisation, l'intensité primaire est celle de ces circuits et par suite indépendante de la résistance secondaire du transformateur. Lorsque cette résistance tend à augmenter indéfiniment, la tension aux bornes primaires et secondaires tend à augmenter également et n'est limitée que par la saturation des tôles. Elle peut atteindre une valeur élevée et peut même être mortelle aux bornes du secondaire d'un transformateur dont le primaire est prévu pour une très forte intensité (électrométallurgie par exemple); 2° cette saturation des tôles entraine un échauffement exagéré par hystérésis et courants de Foucault, ce qui amène dans certains modèles la détérioration des isolants. »

Nous avons aussi reçu la réponse ci-dessous :

621.314.2. — « On peut donner trois raisons. La première est que le circuit ouvert d'un secondaire de transformateur d'intensité présente entre ses bornes une différence de potentiel qui peut être assez élevée pour endommager l'isolation. La seconde est que l'effet inductif relativement important d'un tel circuit peut produire une chute de tension assez fâcheuse dans le réseau. La troisième n'est pas très claire : sur les feuilles d'étalonnages d'une Compagnie américaine de transformateurs d'intensité de précision, on lit sous la mention « avis » : « N'ouvrez pas le circuit » secondaire du transformateur tant que celui-ci reste » connecté à la ligne, car vous pourriez, non seulement » vous trouver en présence d'une tension élevée dangereuse, mais aussi altérer d'une façon importante la pré» cision du rapport de transformation. Si pour quelque » raison il devient nécessaire d'ouvrir le circuit secondaire, » *court-circuitez-le d'abord* au moyen de l'interrupteur » prévu à cet usage. Si le circuit secondaire d'un transfor» mateur d'intensité se trouve accidentellement ouvert, la » précision de l'appareil peut être recouvrée par le passage » d'un courant alternatif de deux ou trois ampères (de n'im» porte quelle fréquence commerciale, à travers le secon« daire, ce courant étant amené graduellement jusqu'à zéro. » — Il résulterait de ceci qu'un changement d'état a lieu dans le fer du transformateur.

» Il semble toutefois qu'il ne faille pas attacher beaucoup d'importance à ce phénomène quand il s'agit de transformateurs d'intensité de type courant ; je signale simplement ce fait dans l'espoir qu'il intéressera vos lecteurs. »

Signalons enfin la réponse que nous a envoyé M. P. Torche :

621.314.2. — « L'induction dans le circuit magnétique d'un transformateur d'intensité est maintenue dans des valeurs assez basses (2 000 à 3 000 pour des appareils de précision, 5 000 au maximum pour des appareils industriels), parce que la composante réactive du courant magnétisant est une cause d'erreur qui doit rester dans des limites aussi faibles que possible : lorsque le secondaire d'un transformateur d'intensité est ouvert, tout le courant primaire devient courant magnétisant puisque le transformateur est branché en série ; l'induction dans le circuit magnétique atteint alors les valeurs de saturation du fer et celui-ci chauffe fortement. Cette chaleur peut détruire les isolants; je connais même des cas où des transformateurs montés dans des bacs remplis d'un isolant compound, solide à froid, ont sauté par suite de la pression due à la dilatation de cet isolant. En outre le trop grand échauffement du fer modifie ses qualités magnétiques et le vieillissement prématuré des tôles a, comme corollaire, une modification fâcheuse du rapport de transformation. — Si paradoxal que cela apparaisse, le transformateur d'intensité *marche à vide quand son secondaire est en court-circuit* et au contraire, il est surchargé quand son secondaire est ouvert. »

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Sur le prix de la production de l'acier électrique. — Dans un ouvrage récent, « Les industries électriques d'hier et de demain », M. M. Soubrier écrit sur ce sujet :

« Les pièces moulées obtenues à acier électrique coûtent bien moins cher à qualité égale que les moulages d'acier au creuset. Les moulages obtenus avec les aciers électriques très pauvres en carbone n'ont pas besoin de subir un recuit final au four en fin de fabrication.

» En employant simultanément un convertisseur Thomas et un four électrique de même capacité, 25 à 30 t, on obtient par grandes quantités un acier de qualité très supérieure au métal ordinaire fabriqué sans raffinage et employé couramment.

» Si l'on compare le prix de revient des aciers fabriqués par les procédés métallurgiques ordinaires à ceux préparés au four électrique et notamment à ceux qui, préparés au four Martin sont affinés électriquement, on fait les constatations suivantes : 1° les frais de fabrication des aciers Thomas affinés au four électrique sont si peu élevés quand le four électrique est de grande capacité que le prix de ces aciers ne dépasse pas le prix des aciers Martin ordinaires ; 2° le prix de revient des aciers acides affinés au four électrique sont toujours notablement inférieurs, à capacité de four égale, à ceux des aciers basiques normaux ; 3° le plus souvent la qualité de l'acier électrique acide est supérieure, ou du moins égale, à celle des aciers basiques.

» La consommation de l'énergie électrique pour la fabrication de l'acier dépend de nombreux facteurs. Elle est naturellement plus grande en charge froide qu'en charge liquide ; la consommation par tonne, qui est de 700 kw-h en charge froide, s'abaisse à 200 kw-h en charge liquide pour un acier de même qualité et pour un four d'une capacité de 6 t. Elle est également moindre pour les aciers acides que pour les aciers basiques. Enfin la consommation diminue avec l'augmentation de capacité du four : cette diminution est surtout brusque de 1 à 6 t ; elle est de 180 à 200 kw-h : t ; lorsque la capacité du four passe de 10 à 20 t, la diminution de consommation est seulement de 10 kw-h : t de métal traité. Ceci explique que les fours les plus employés sont ceux de 4 à 6 t et actuellement il n'y a guère tendance à l'augmentation ».

Les avantages économiques relatés en premier lieu font concevoir le développement qu'est appelé à prendre le four électrique à acier. Déjà, avant la guerre, l'Allemagne produisait 89 000 t d'acier électrique avec 32 fours, l'Autriche 20 000 t avec 10 fours, les Etats-Unis 18 000 t avec 19 fours, la France 10 000 t avec 13 fours. Pendant la guerre le nombre des fours installés a considérablement augmenté, surtout aux Etats-Unis où il atteint la centaine, soit environ le tiers de ceux que l'on estime exister dans le monde entier.

Ce développement, qui n'est encore qu'à ses débuts, présente un intérêt considérable pour l'industrie de la construction électrique. Pour traiter l'énorme quantité d'acier qui est fabriquée annuellement et qui était estimée à 70 millions de tonnes pour l'année 1913, il faudrait, dès aujourd'hui, d'après les plus basses consommations d'énergie indiquées plus haut, plus de 2 milliards de kilowatts-heures, soit près de 250 000 kilowatts-an. Il ne faut naturellement pas espérer que tout l'acier sera affiné électriquement, mais il convient aussi de tenir compte que pour certaines qualités on doit partir de charges froides et que le haut fourneau électrique, qui exige 2 500 kw-h : t de fonte produite, est économiquement utilisable dans certains cas. On peut donc prévoir que la métallurgie du fer absorbera une quantité considérable et toujours croissante de matériel électrique. En fait, avant la guerre, notre industrie électrométallurgique trouvait déjà l'utilisation d'une puissance de 220 000 ch, soit le tiers environ de la puissance hydraulique alors aménagée.

Production et distribution. — Projet d'usine hydro-électrique dans la Corrèze. — Par arrêté en date du 16 octobre, le préfet de la Corrèze a autorisé l'aménagement, pour le compte de l'Etat, de la force motrice à emprunter à la rivière de Corrèze, pour la mise en jeu d'une usine hydro-électrique à situer sur le territoire de la commune de Bar (arrondissement de Tulle). Le barrage de retenue sera établi sur le territoire de la commune de Corrèze ; il présentera, en plan, la forme d'un arc de cercle de 100 m de rayon dont la partie convexe sera tournée vers l'amont ; la corde de cet arc sera inclinée vers la rive gauche de manière à former avec l'axe de la rivière un angle de 110°. Il formera déversoir, depuis la rive gauche, sur une longueur développée de 38,20 m. Le barrage réservoir, dans sa plus grande hauteur, aura 5,67 m au-dessus du fond du lit de la Corrèze. On compte sur une puissance de 8000 ch en eaux moyennes, la hauteur de chute étant 166 m et le débit moyen 5200 litres par seconde. A l'étiage le débit est de 843 litres par seconde ; le débit maximum atteint 7 000 litres par seconde.

Projet d'usine hydro-électrique dans l'Isère. — Par arrêté préfectoral en date du 30 octobre, M. Durand, à Paris, est autorisé à établir un barrage sur la Romanche en aval du confluent de ce torrent avec le Ferrand, sur le territoire de la commune de Freney-d'Oisans (arrondissement de Grenoble). L'usine sera installée à l'aval du pont Saint-Guilherme. Le débit moyen est de 5 m³ : sec; par temps de crue il atteint 66 m³ : sec. La chute est de 200 m. On compte sur une puissance de 3 300 kw ; l'usine contiendra une puissance installée de 24 000 ch.

Italie. — Le Conseil supérieur des Eaux s'est prononcé en faveur du projet de la Societa Elettrica della Sicilia Orientale pour l'utilisation des eaux du bassin d'Alcantara pour la production de l'électricité. Ce projet prévoit la construction d'un lac artificiel de 6 000 000 m³ sur le torrent Flaxio, à 1 200 m au-dessus du niveau de la mer; ce lac, au moyen d'une conduite souterraine, amènera ses eaux à un second lac artificiel sur l'Alcantara, à 1 135 m au-dessus du niveau de la mer, et ayant une capacité de 24 000 000 m³. En tout, 30 000 000 m³ emmagasinés. Cette quantité d'eau tombera d'une hauteur de 440 m et produira une puissance continue de 4200 ch. Ce projet

Digitized by Google

Digitized by Google

conduira, on l'espère, au développement de l'industrie dans les régions de Messine et de Catane (Sicile) et à l'électrification du chemin de fer Catane-Palerme, comme aussi à l'utilisation de l'électricité dans l'agriculture.

La télégraphie sans fil en Hollande. — Un accord a été conclu entre le gouvernement hollandais et le représentant de la Telefunken Co pour l'installation d'une station radiotélégraphique en Hollande, pouvant correspondre directement avec l'étranger et particulièrement avec les Indes néerlandaises. On sait déjà que cette station sera du type de celle de Nauen et permettra aussi la correspondance avec les Amériques. On attache, en Hollande, une grande importance à ce projet qui libérera le pays du contrôle télégraphique anglais.

Un nouveau récepteur radiotélégraphique. — La Revista Telegrafica de Buenos-Aires de juillet 1918, rend compte d'essais faits à la station radiotélégraphique de la Darsena Norte, d'un récepteur ultra-sensible qui, appliqué à une antenne quelconque, reçoit, même en plein jour les communications de postes situés à de très grandes distances. Les messages étaient reçus de la station radiotélégraphique de Tuckerton (New-York). Les essais ont été très satisfaisants et le ministre de la Marine a décidé d'employer le nouvel appareil dont la construction est tenue secrète pour le moment.

Institution of Automobile Engineers (Angleterre). — Parmi les conférences annoncées pour la prochaine session de cette Institution, il s'en trouve une sur les véhicules électriques, par M. Carl Oppermann, un des pionniers de l'électromobile en Angleterre.

Institution of Electrical Engineers (Angleterre). — Voici le programme des conférences pour la première moitié de la session 1918-1919 :

7 novembre 1918 ; L.-B. Atkinson : La théorie dynamique des machines électriques.

21 novembre ; J.-H. Shaw : L'emploi des pressions élevées et des hautes températures de vapeur dans les grandes centrales.

5 décembre ; professeur Miles Walker : L'alimentation en monophasé dans les réseaux triphasés.

19 décembre ; P. Hunter-Brown : Les balais en charbon considérés du point de vue du calcul et du fonctionnement des machines électriques.

9 janvier 1919 ; M.-B. Field : Le compas magnétique comme instrument de précision.

23 janvier ; A.-P.-M. Fleming : Plan d'organisation d'un laboratoire de recherches.

Dans le monde électrique. — M. Marcel Blondin, automobiliste au.., régiment d'artillerie lourde, le plus jeune fils de notre directeur, s'est marié la semaine dernière ; en raison des circonstances la cérémonie a eu lieu dans la plus stricte intimité.

— M. Henri Guittard, directeur des usines de la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, est décédé le 11 novembre dernier : une notice nécrologique sera consacrée à sa mémoire.

BREVETS RÉCENTS

487 249. — Hill ; Appareil indicateur perfectionné à avertisseur électrique et coupage de l'allumage pour graisseurs de moteurs, 19 octobre 1917.

487 251. — Compagnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force (Anciens Etablissements Clémançon) : Télérupteur pour circuits d'énergie, 19 octobre 1917.

487 257. — Nascia ; Instruments électriques thermiques de mesures à fils multiples et à échelle amplifiée, 18 octobre 1917.

487 269. — Stieffel ; Dispositif pour assurer la continuité électrique des rails de chemins de fer et tramways, 20 octobre 1917.

487 277. — Caretta ; Fer à souder électrique à arc, 22 octobre 1917.

487 281. — Société dite Nettlefold et Sons, Ltd : Prise de courant et commutateur combinés, 22 octobre 1917.

487 283. — Gianetti ; Opératrice électromécanique pour la soudure autogène de métaux en court-circuit, 23 octobre 1917.

487 287. — Société anonyme Brown, Boveri et Cie ; Magnéto d'allumage à bobine et aimant fixes, 23 octobre 1917.

487 294. — Compagnie Phœbus E. G. ; Lanterne électrique de poche, 25 octobre 1917.

487 297. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston ; Perfectionnements aux lignes de jonction à service spécial employées dans les systèmes téléphoniques automatiques, 25 octobre 1917.

487 303. — Bellaviti ; Electrode de chauffage, 25 octobre 1917.

487 308. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston ; Perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques, 26 octobre 1917.

487 329. — Compagnie Phœbus E. G. ; Lampe électrique de poche, 30 octobre 1917.

487 482. — Nobuhara (K.) ; Dispositif refroidisseur multitubulaire applicable notamment aux transformateurs électriques à bain d'huile, 8 novembre 1917.

487 483. — Société anonyme des Etablissements Blériot ; Perfectionnements apportés aux systèmes de régulation tels, notamment, que ceux à faire comporter aux dynamos ou installations devant fonctionner à tension constante, 8 novembre 1917.

487 486. — Sartori (G.) ; Moteur autosynchrone, 8 novembre 1917.

487 496. — Wild (L.-W.) et Barfield (E.-P.) ; Méthode pour indiquer l'état du fer, de l'acier ou d'autres métaux magnétisables pendant leur traitement par la chaleur, 9 novembre 1917.

487 499. — Séba (F.) ; Chariot à pinçage variable du câble tracteur pour transport aérien bicâbles, 23 janvier 1917.

487 517. — Société anonyme Brown, Boveri et Cie ; Procédé pour la régulation de machines en dérivation subissant de fortes variations de vitesse et connectées en parallèle avec une batterie d'accumulateurs, 10 novembre 1917.

487 527. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston ; Système de lubrification pour perceuses électriques, 12 novembre 1917.

487 528. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston ; Système de lubrification pour perceuses électriques, 12 novembre 1917.

487 532. — Moffat ; Four électrique, 17 octobre 1916.

OUVRAGES RÉCENTS

Précis de Mécanique rationnelle : Introduction à l'étude de la Physique et de la Mécanique appliquée ; à l'usage des candidats aux certificats de licence et des élèves des Ecoles techniques supérieures, par P. Appell, membre de l'Institut, professeur de mécanique rationnelle à la Faculté des Sciences de Paris, et S. Dautheville, professeur de Mécanique rationnelle à la Faculté des Sciences de Montpellier. Deuxième édition, 1918. Un volume, 25 cm × 16 cm, 734 pages, 230 figures. Prix : 30 fr.

L'Industrie du fer, par Louis Férasson. Un volume in-16. Prix : 4.50 fr.

Les Moteurs à explosion dans l'aviation. Tome I Etudes préliminaires, par Masmejean et Béhéhare. Un volume in-8 de 389 pages, 128 figures. Prix : 12.50 fr + 2,50 fr.

Digitized by Google

Digitized by Google

Questions et Réponses

Sous la rubrique Questions, *se trouvent énoncées quelques-unes des demandes de renseignements qui sont adressées à la Rédaction de la* R. G. E. *et pour lesquelles celle-ci fait appel à ses lecteurs en vue d'avoir les éléments nécessaires aux réponses. — Sous la rubrique* Réponses *sont publiées, outre les réponses aux questions posées sous la rubrique précédente, les plus intéressantes de celles que la Rédaction a pu donner directement. — Les chiffres qui précèdent les énoncés des questions indiquent les numéros d'ordre; ceux qui précèdent les réponses indiquent les nombres classificateurs de la classification décimale.*

QUESTIONS

I. Questions nouvelles.

Q. 50. — J'ai fait réparer un câble sous-marin à 3 000 v isolé au papier; ce câble avait été avarié et le cuivre était mis à nu sur une vingtaine de centimètres; il est resté sous l'eau vingt-quatre heures après l'avarie. J'ai fait dénuder le câble sur 2 m; j'ai remplacé le papier huilé et remis une enveloppe de plomb après y avoir coulé une huile assez visqueuse; j'ai refait ensuite l'armature métallique. Y a-t-il des chances pour qu'une telle réparation soit durable ? — N'est-il pas préférable pour des câbles allant sous l'eau de les isoler au caoutchouc ? Une réparation n'est-elle pas plus aisée en cas d'avarie ?

Q. 51. — J'ai lu depuis quelques mois dans la « R. G. E. » plusieurs articles au sujet de la transmission des signaux par les stations centrales. — Existe-t-il des dispositifs vraiment pratiques et pas trop coûteux ? Y a-t-il des constructeurs en France fabriquant l'appareillage nécessaire ?

Q. 52. — Quelle est la proportion à employer, d'eau et de phosphate d'ammoniaque, pour constituer l'électrolyte d'une soupape électrolytique Nodon; le courant maximum est de 10 A et la tension alternative de 140 v ?

Q. 53. — Existe-t-il un type d'accumulateur pour lampes de poche qui soit vraiment pratique et étanche ? chez quel dépositaire de Paris ou de province serait-il facile de s'en procurer par quantités de 50 unités ?

Q. 54. — Un industriel anglais ayant demandé au Ministre des Munitions de son pays l'autorisation d'acheter du chlorure d'ammonium à l'usage de piles Leclanché, il lui fut répondu d'économiser ce produit en lui substituant du sel ordinaire jusqu'à concurrence de 50 pour 100. Un lecteur de la « R. G. E. » aurait-il quelque observation à formuler à ce sujet ?

II. Questions déjà posées.

Les questions 26, 31, 32, 33, 34, 38 et 49 sont restées jusqu'ici sans réponses. Nous prions ceux de nos lecteurs qui pourraient nous documenter sur ces sujets de bien vouloir le faire.

RÉPONSES

Q. 13. — *De nombreux procédés ont été préconisés pour détartrer les chaudières; pourriez-vous nous faire connaître ceux qui sont le plus communément employés et donnent de bons résultats ?*

Comme complément à la réponse déjà parue à cette question (1), M. Conge nous donne la note suivante :

621.187.3. — « J'ai l'avis d'un de nos principaux constructeurs de chaudières, opinion par conséquent très autorisée : on vend dans le commerce une quantité considérable de compositions pour empêcher les dépôts de durcir; sans doute, on peut en employer quelques-unes, mais dans tous les cas on doit proscrire celles qui renferment des matières grasses ou végétales et si on veut agir avec sécurité, il ne faudra utiliser qu'une composition faite par un chimiste et appropriée à l'analyse qu'il aura faite de l'eau d'alimentation. Il faudra proscrire absolument toute composition dont l'analyse est secrète. En général, la soude est le meilleur ingrédient que l'on puisse utiliser. La quantité à employer dans chaque cas particulier doit être indiquée par un chimiste, elle dépendra de l'analyse de l'eau et du taux d'évaporation. Mais le meilleur sera toujours d'enlever les impuretés de l'eau avant de l'introduire dans la chaudière; on y arrive par l'emploi des épurateurs chimiques d'eau d'alimentation ».

(1) *R. G. E.*, 14 septembre 1918, p. 24 B.

Q. 21. — *Quel est le moyen de filtrer les huiles usagées de transformateurs et de les décolorer avec le minimum de frais pour une petite entreprise ?*

621.314:547.21. — « Les huiles usagées de transformateurs peuvent toujours, après un traitement simple, être réutilisées. Ce traitement comprend le filtrage et le séchage.

» Les filtres sont formés d'un tissu filtrant généralement en flanelle que l'huile doit traverser lentement sous une faible pression de quelques décimètres et sur lesquels elle dépose toutes ses impuretés. Dans un semblable appareil, une bonne disposition facilitant le filtrage en réduisant le colmatage du tissu consiste à faire traverser le filtre par l'huile dans un mouvement de cette huile de bas en haut en disposant le filtre proprement dit à côté du réservoir d'huile sale auquel il communique, de manière que l'huile arrive par le dessous de la toile. Ce système a l'inconvénient d'être très lent mais suffit parfaitement dans des petites ou moyennes exploitations; surveillé par un manœuvre consciencieux, il donne d'excellents résultats.

» Dans le filtre-presse, une série de cellules fermées par une feuille de papier filtrant, facilement remplaçable reçoit l'huile d'une pompe à pression et en traversant ces feuilles de papier filtré, elle se débarrasse de toutes ses impuretés. Cet appareil permet un débit important et est à peu près exclusivement employé pour le remplissage des gros transformateurs dans les transports de force à très haute tension.

» On peut aussi séparer l'huile de ses impuretés par une essoreuse centrifuge; les impuretés plus lourdes sont projetées à la périphérie et l'huile pure est recueillie vers le centre.

» Pour enlever toute l'humidité que peut contenir l'huile, on la maintient pendant plusieurs heures aux environs de 105° et jusqu'à ce que des bulles gazeuses ne se forment plus dans la masse. A ce moment, un fil de fer chauffé au rouge et plongé dans l'huile ne produit pas de grésillement. Dans les grandes installations, ce séchage peut être assuré dans des chaudières spéciales chauffées à la vapeur et dans lesquelles on peut faire le vide pour activer l'évaporation.

» Dans les moyennes et petites exploitations, on se contente de chauffer le contenu d'une chaudière en y émergeant une résistance de ferro-nickel traversée par un courant réglable. Un thermostat permet d'agir automatiquement sur ce réglage pour maintenir la température à 105°.

» La coloration brune n'a aucune influence sur la qualité de l'huile de transformation. Si cependant on veut la faire disparaître, on ajoute à l'huile une petite quantité de noir animal, on mélange aussi bien que possible en agitant pendant un temps suffisant et quand l'action de noir animal est complète, on passe sur le filtre à flanelle dont nous avons déjà parlé.

» On peut compléter la surface filtrante en la recouvrant de 4 à 5 cm de kieselguhr finement pulvérisé. Les huiles de

Digitized by Google

Digitized by Google

transformateurs constituées par des huiles minérales pures et exemptes d'huiles animales et végétales ne sont pas susceptibles de s'acidifier par l'usage. Les huiles neuves doivent être suffisamment rectifiées pour que toute trace d'acidité ait disparu. Il est d'ailleurs facile de s'en assurer au laboratoire par titrage à l'aide d'une solution alcaline.

» La neutralisation d'une huile acide présente suffisamment de complications pour qu'on ne doive pas l'entreprendre dans une exploitation électrique, il vaut mieux refuser tout lot ayant des traces d'acidité ou l'utiliser à un autre service que le remplissage des transformateurs, graissage, rhéostat de démarrage, etc. — L. Conge. »

Q. 41. — *Quels sont les mérites relatifs de la commande des auxiliaires d'une centrale par la vapeur ou par l'électricité ?*

M. Conge nous communique la réponse suivante :

621.187.13. — « Dans une station centrale thermique comme dans tout organe de distribution publique d'énergie électrique en général, les conditions principales, devant lesquelles toute autre considération doit s'effacer sont dans leur ordre de priorité : sécurité de service, facilité de manœuvre, économie.

» On doit comparer à ce triple point de vue la commande par moteur électrique ou turbine à vapeur des auxiliaires de la centrale.

» *Groupes de condensation.* — Les pompes de circulation, d'extraction d'eau condensée et à air sec sont actuellement toujours rotatives et à grande vitesse : 500 à 3000 t : min.

Les deux systèmes de commande peuvent donc être utilisés. Pourtant les pompes au-dessus de 1 000 à 1 500 t : min sont encore l'exception dans les installations normales, et les petites turbines pour les puissances envisagées de 50 à 250 kw doivent tourner au moins à 3000 t : min d'où nécessité d'un train d'engrenages. Des usines spécialisées dans la taille des engrenages arrivent à construire ces trains réducteurs avec un rendement excellent, une usure insignifiante et un fonctionnement silencieux. Généralement ces turbines à action à roue unique échappent dans un des étages intermédiaires de la turbine principale pour que la chute de pression au travers de cette turbine auxiliaire soit plus faible, mais cette chute de pression, est du fait de cette disposition, variable avec la charge du groupe principal ; le régulateur de la turbine auxiliaire doit donc permettre de compenser ces variations.

» La consommation de vapeur de ces petites turbines est élevée ainsi que leurs frais de graissage et d'entretien.

» Dans la commande par moteur électrique, l'accouplement est direct, le moteur peut être bobiné pour la tension de l'alternateur et branché directement à ses bornes, son fonctionnement est donc indépendant de toute manœuvre au tableau (sauf d'une manœuvre sur l'excitation de l'alternateur) le rendement est excellent et la consommation de vapeur correspondant est bien inférieure à celle du même groupe actionné par turbine à vapeur. Avec l'appareillage actuel les mises en service et arrêts se font sans aucune difficulté. Sauf au prix de la complication d'un commutateur, on doit démarrer le groupe principal avec échappement à l'air libre et passer à condensation après avoir excité l'alternateur pour mettre en route le moteur électrique des pompes.

» Les avantages d'un système de commande sur l'autre sont donc très peu marqués. Il y a cependant actuellement une tendance à employer de plus en plus la commande par turbine à vapeur qui paraît, toutes réflexions faites, un peu plus sûre et plus souple. Cette tendance s'accentue d'ailleurs au fur et à mesure des progrès réalisés dans la construction des turbines de faible puissance.

» Certains constructeurs préconisent une disposition comportant les deux commandes, la turbine à vapeur n'entrant automatiquement en fonction que lorsque pour une cause quelconque, le groupe normalement commandé par le moteur électrique ne baisse de vitesse. Cette complication peut avoir sa raison d'être pour les groupes très puissants où la question rendement devient importante ; elle permet aussi d'avoir une réserve de l'un ou l'autre des organes moteurs de beaucoup les plus délicats du groupe (la réserve de la pompe à air est d'ailleurs généralement assurée par un éjecteur).

» *Pompes alimentaires.* — Dans les grandes chaufferies modernes ces groupes atteignent des puissances de plusieurs centaines de kilowatts. Les pompes multicellulaires exigeant des vitesses très grandes, l'accouplement avec des turbines à vapeur est indiqué. Ces turbines échappent dans un condenseur barométrique et les groupes ainsi constitués sont très simples, robustes et de rendement excellent. Ils doivent remplacer toutes les pompes à commande électrique trop tributaires de la distribution générale et les pompes à vapeur à mouvement alternatif trop encombrantes et dont la consommation de vapeur est très élevée.

» *Groupes ventilateurs.* — La technique actuelle demandant de desservir chaque chaudière par des ventilateurs soufflants et aspirants indépendants de manière à obtenir un réglage facile du tirage et par conséquent de le combustion, ces ventilateurs seront peu puissants, 10 à 50 ch et leur commande par moteurs électriques à vitesse réglable s'impose. Ces moteurs seront donc à courant continu qui sera produit par un groupe turbo-dynamo pouvant, suivant le cas, utiliser le même condenseur que les turbo-pompes alimentaires.

» *Moteurs de commande des grilles mécaniques.* — Ces moteurs sont aussi de très faible puissance : 5 à 10 ch ; ils seront électriques à courant continu branchés sur le circuit des moteurs de ventilateurs.

» Tous les autres moteurs de la centrale : pompes à eau brute, convoyeurs à charbon et à escarbilles, atelier de réparations, pont roulant, etc., n'ont pas une relation aussi directe avec la production de courant électrique à la centrale ; ils seront traités comme dans une usine quelconque et pourront, suivant les cas, être à courant continu ou à courant triphasé. »

Nous avons reçu aussi la réponse suivante de M. Oettinger.

621.187.13. — « Les avantages de la commande des auxiliaires d'une centrale par vapeur sont : 1° dans le cas de manque de courant (soit à la suite d'un accident, soit lors d'une mise en route) le service d'alimentation des chaudières et le fonctionnement des pompes de condensation ne sont pas interrompus ; 2° la vapeur d'échappement de la machine de commande peut être utilisée soit pour réchauffer l'eau d'alimentation, soit dans les étages de basse pression des turbines principales lorsqu'il y a une installation de turbines à vapeur.

» Il est indiqué de prévoir si possible une réserve pour les auxiliaires, électrique ou à vapeur.

» Dans certains cas, la commande électrique nécessite un peu moins d'entretien ».

Q. 55. — *Où peut-on se procurer des fils et rubans métalliques très fins (jusqu'à 1 100 mm d'épaisseur), pour suspension d'équipages galvanométriques ou électrométriques ?*

537.741. — La maison J. Bocuze et Cie, 20, rue Crillon, à Lyon, fabrique les fils utilisés dans les galvanomètres, électromètres, bolomètres, réticules de lunettes, etc. Le fil le plus fin est en platine et à 0,01 mm de diamètre ; le ruban d'argent peut avoir 0,01 mm d'épaisseur et 0,1 mm de largeur. Cette maison n'a pas de catalogues concernant ces fils et rubans qui lui sont demandés généralement sur des données spéciales ; à titre d'indication, le fil de platine pur ou iridié de 0.01 mm vaut 6 fr le mètre.

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN R. G. E.

MACHINES et APPAREILS

Le raccord soudant Eyquem. — On a souvent besoin dans les installations volantes de faire rapidement des raccords entre fils ou câbles avec un matériel des plus restreints.

La confection des épissures et des ligatures demande toujours un temps assez long et nécessite un fer et une lampe à souder.

La maison Eyquem, 112, rue Cormeille à Levallois (Seine) vient de créer un raccord soudant qui permet de faire les jonctions de fils et câbles de 10/10e à 40/10e de mm avec le minimum d'outillage, on peut même dire sans aucun outil, sauf un briquet ou une bougie.

Le raccord se compose d'un manchon formé par un fil métallique enroulé en hélice, en cuivre rouge étamé, ou laiton étamé, ou même en fer étamé suivant le but qu'on se propose d'atteindre ; à l'intérieur du manchon se trouve une composition décapante et soudante, et à l'extérieur du papier paraffiné capable de dégager une très forte chaleur par combustion.

La soudure s'effectue de la façon suivante (fig. 1).

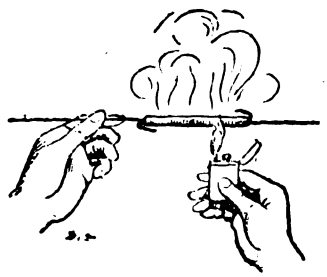


Fig. 1.

On introduit de chaque côté les fils à souder en ayant soin de les faire dépasser d'environ 1 cm l'extrémité opposée du manchon ; on les recourbe alors et on allume l'enduit combustible avec un briquet ou une bougie, deux ou trois allumettes même peuvent suffire pour enflammer l'enduit.

Pendant la combustion, laisser le raccord aussi horizontal que possible pour éviter que la soudure ne coule. Une fois tout l'enduit consumé, on laisse refroidir le tout sans effectuer de traction sur les deux fils qu'on vient de joindre, afin de permettre à la soudure de prendre. Quand le refroidissement est complet, on nettoie extérieurement le manchon et la soudure est faite.

On a ainsi une jonction très solide, très propre, très facile à réaliser dans un temps très court et ne nécessitant pour tout outillage qu'une bougie ou un briquet et un couteau pour le nettoyage.

La seule précaution à prendre est de conserver les raccords dans un endroit pas trop sec, afin d'éviter que la composition décapante et soudante ne se dessèche.

NOUVELLES et ÉCHOS

La puissance hydraulique aux Indes. — Le secrétaire d'Etat pour les Indes a informé récemment la Chambre des Communes que le gouvernement des Indes a décidé de s'adjoindre un ingénieur chargé d'examiner les possibilités d'utilisation de la puissance hydraulique ; cet ingénieur sera aidé d'un ingénieur électricien. En même temps on va réunir toutes informations concernant les possibilités d'un grand développement industriel dans les régions pourvues de disponibilités hydrauliques.

Projet d'une station radiotélégraphique au Japon. — Une grande station radiotélégraphique va être installée dans la Préfecture de Fukushima et coûtera 860 000 yen (2 200 000 fr environ). La station transmettrice sera située à Hibarigahara, près de Hara-Machi et la station réceptrice à Hosoyacho. La distance jusqu'à San-Francisco est de 7 400 km, tandis que celle entre Funabashi et Honolulu n'est que de 5 200 km. Le service de la nouvelle station ne commencera que dans deux ans ; elle communiquera directement avec San-Francisco sans passer par Hawaii.

Extraction électrolytique du sel marin en Norvège. — Une compagnie va entreprendre l'exploitation sur une grande échelle d'une méthode d'extraction électrolytique du sel marin, due au professeur Helland Hansen ; les capitaux engagés se montent à 25 000 000 fr. Le capital relativement considérable est surtout nécessité par l'importance des installations, les stations de pompage, etc., absorbant la presque totalité de la puissance dont on aura à se servir ; la production de sel n'exigera, en soi, qu'une faible énergie. On n'est pas fixé encore sur l'emplacement des usines ; on préconise Stavanger et Glaamfjord.

« Made in U. S. A. ». — Le Comité exécutif de la Merchants' Association de New-York a décidé, le 23 septembre dernier, que la désignation « Made in U. S. A. » devrait être désormais apposée par tous ses membres sur toutes les marchandises manufacturées par eux dans les Etats-Unis d'Amérique, à l'exclusion de toute autre marque d'origine.

Royal Society of Arts. (John-Street, Adelphi, Londres, W. C.) — La séance d'ouverture s'est tenue le 20 novembre 1918, avec une conférence de M. Alan-A. Campbell Swinton sur la science et l'avenir. La première série de conférences en comporte trois : l'une par le Dr James C. Philip, professeur au Collège Impérial des Sciences et de Technologie, sur la chimie physique et sa portée sur les industries chimiques et celles qui s'y rattachent ; une autre par le Dr J.-A. Fleming, sur les problèmes scientifiques de la télégraphie par ondes électriques ; et la troisième par le professeur W.-A. Bone, sur l'économie des combustibles.

Junior Institution of Engineers (39, Victoria Street, Westminster, Londres). — Voici le programme des séances de la nouvelle session :

15 octobre 1918. Discussion du rapport du Comité pour l'économie des combustibles.

29 octobre. Les installations de manutention du charbon et des cendres.

12 novembre. Le calcul des turbines à vapeur à grande vitesse.

Digitized by Google

Digitized by Google

26 novembre. Le chauffage des chaudières au charbon et au gaz.

10 décembre. Pompes, systèmes de condenseurs, etc.

7 janvier 1919. Le calcul des génératrices à grande vitesse.

21 janvier. Le calcul du gros appareillage.

4 février. La construction des grands transformateurs.

18 février. Les lignes de transmission à haute tension, aériennes et souterraines.

4 mars. Les perturbations d'ordre électrique dans les réseaux de distribution.

18 mars. Sujet non encore connu.

1er avril. Les instruments de mesures électriques.

15 avril. La fabrication, l'essai et l'emploi du ciment Portland.

29 avril. Les diagrammes en courant alternatif et leur extension systématique.

6 mai. Le calcul des turbines marines.

Société des Ingénieurs de Liverpool. — La première réunion de cette session a eu lieu le 20 courant ; le programme comprend la liste suivante :

20 novembre. A.-E. Berriman ; L'Education et sa relation avec l'industrie, avec référence spéciale à l'Art de l'ingénieur.

4 décembre. R.-W. Allen; L'alimentation en air des salles de chaudières.

18 décembre. H.-S. Rowe ; Les progrès des installations de chaudières industrielles. (Réunion avec la Société de l'industrie chimique.)

5 février 1919. E.-A. Atkins; La soudure oxyacétylénique et la soudure électrique ; leurs défauts. (Réunion avec la Société de l'industrie chimique.)

19 février. J. Purves; Le montage des chaudières.

16 avril. John-A. Davenport; La production du bien-être.

Le prix Nobel. — Le prix Nobel pour la physique a été décerné pour l'année 1917 au professeur C.-G. Barkla, d'Edimbourg, pour sa découverte de rayons Röntgen caractéristiques dans les éléments.

Les conférences de l'École supérieure d'Electricité. — On sait que des auditeurs libres peuvent être admis à suivre les cours de l'Ecole supérieure d'Electricité moyennant une redevance de 300 francs pour chacun des deux cours principaux (Electrotechnique générale et Mesures électriques) et de 300 fr également pour l'ensemble des conférences. Dans sa dernière séance, la Commission administrative de l'Ecole a estimé que, pour faciliter l'accès de ces conférences aux auditeurs désirant s'inscrire pour un sujet seulement, il y avait lieu de créer des cartes d'admission, au prix de 10 fr par conférence, pour les séries suivantes qui auront lieu le 1er janvier prochain.

Accumulateurs électriques (M. Jumau), 3 conférences ;

Stations centrales (M. Drouin), 10 conférences ;

Canalisations souterraines (M. Delon), 3 conférences ;

Installations mécaniques des usines d'Electricité (M. Bochet), 3 conférences.

Calcul et construction des dynamos à courant continu ; construction des alternateurs (M. G. Petit), 5 conférences ;

Calcul des alternateurs, transformateurs-alternateurs (M. P. Boucherot), 7 conférences ;

Téléphonie (M. Viard), 8 conférences ;

Alternateurs à collecteur (M. Marius Latour), 2 conférences ;

Electrochimie et électrométallurgie (M. H. Chaumat), 3 conférences ;

Eclairage électrique (M. F. Laporte), 3 conférences.

Les conférences sur les applications mécaniques de l'Electricité et la traction (M. Mazen), sur les essais de machines (M. Ch. David) et sur l'appareillage (M. G. Courtois) sont commencées depuis le 4 novembre.

Les nombres de conférences indiqués sont des nombres minima qui sont en général dépassés.

Les conférences ont lieu le matin, soit à 9 h, soit à 10 h 1/4.

Pour tous renseignements, s'adresser à l'Ecole supérieure d'Electricité, 14, rue de Staël. Téléphone : Saxe : 08.68.

Les prix et subventions attribués en 1918 par l'Académie des Sciences. — Parmi les prix et subventions attribués le 2 décembre 1918 par l'Académie des Sciences, nous signalerons les suivants à nos lecteurs.

Mécanique. — Le *prix Montyon* a été attribué à M. Ch. Boileau pour son ouvrage : « Le moteur à essence adapté à l'automobile et à l'aviation ».

Le *prix Boileau* a été décerné à MM. C. Camichel, D. Eydoux et M. Gariel, pour l'ensemble de leurs travaux d'hydraulique.

Navigation. — Le *prix de 6 000 fr* a été partagé entre MM. Ernest Berger, capitaine d'artillerie, membre de la Commission des poudres de guerre de Versailles, répétiteur à l'Ecole Polytechnique ; Emile Guilbert, ingénieur principal de l'artillerie navale au ministère de la Marine ; Georges Walser, lieutenant de vaisseau et André Broca, capitaine d'artillerie de réserve, attaché à la direction des inventions au ministère de l'Armement, pour des travaux d'ordre militaire sur lesquels on ne peut insister.

Le *prix Plumey* a été également partagé entre M. le duc Maurice de Broglie, lieutenant de vaisseau de réserve, attaché à la direction des inventions au ministère de l'Armement et M. C.-J. Tossizza, ingénieur de 1re classe du génie maritime, attaché à la direction des constructions navales à Brest, pour divers travaux intéressant la défense nationale

Physique. — Le *prix L. La Caze* a été attribué à M. Aimé Cotton, professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Paris pour l'ensemble de ses travaux.

Le *prix Hébert* a été décerné à M. Paul Boucherot, ingénieur, pour ses travaux d'électricité.

Le *prix Hugues* a été attribué à M. Anatole Leduc, professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Paris pour l'ensemble de ses travaux.

Les arrérages de la *fondation Danton* ont été attribués à M. Louis Dunoyer, capitaine, inspecteur du matériel d'aviation aux armées, pour ses travaux sur les phénomènes radiants.

La subvention de le *fondation Clément Félix* est accordée à M. Paul Langevin, professeur au Collège de France, pour ses travaux sur les résonances électriques.

Médecine et Chirurgie. — *Prix Montyon* : un prix d'une valeur de deux mille cinq cents francs a été décerné à MM. les docteurs L. Ombredanne, chirurgien des hôpitaux, professeur agrégé de la Faculté de médecine de Paris, et R. Ledoux-Lebard, chef de laboratoire de radiologie des hôpitaux de Paris, pour leur ouvrage intitulé : « Localisation et extraction des projectiles ».

Prix généraux. — Parmi ces prix nous remarquons :

Prix Houllevigue. — Ce prix a été attribué à feu le commandant Camille Tissot pour l'ensemble de ses travaux.

Prix Henri de Parville. — Ce prix a été partagé entre le sous-lieutenant R. Devillers, attaché à la section technique de l'aéronautique militaire pour son ouvrage « La dyna-

Digitized by Google

Digitized by Google

mique de l'avion » et M. Hector Pécheux, sous-directeur de l'Ecole nationale des Arts et Métiers de Lille pour son ouvrage intitulé « Précis de métallurgie ».

Prix Caméré. — Ce prix a été décerné à M. Paul Séjourné, sous-directeur de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée pour les progrès qu'il a apportés dans les projets et les procédés d'exécution des grands ouvrages en maçonnerie.

Prix Victor Raulin. — Ce prix a été attribué à M. le lieutenant de vaisseau Jules Rouch pour l'ensemble de ses travaux

Dans le monde électrique. — Nous apprenons le mariage d'un de nos collaborateurs, M. Pierre Sabe, ingénieur, avec Mlle Marie-Henriette Kraft.

BREVETS RÉCENTS

487 537. — Mueller (R.-J.-J.); Société Universal Oxygen Co; Appareil d'électrolyse, 2 novembre 1916.

487 537. — Mueller (R.-J.-J.); Société Universal Oxygen Co; Appareil d'électrolyse, 2 novembre 1916.

487 547. — Berry (H.-H.); Foyer ou radiateur électrique, 13 novembre 1917.

487 560. — Société Sunbeam Motor Car Co Ltd et M. Coatalen; Dispositif perfectionné de protection de l'appareil d'allumage des moteurs à combustion interne, 24 novembre 1916.

487 577. — Chase (P.-H.); Perfectionnements aux câbles électriques, 14 novembre 1917.

487 580. — Société Brown-Boveri; Dispositif pour la réfrigération des collecteurs frettés de dynamos électriques, 14 novembre 1917.

487 583. — Foreman (J.-S.) et Société Drake et Gorham Ltd; Perfectionnements aux montures ou supports combinés pour appareils d'éclairage électrique ou autres, 14 novembre 1917.

487 589. — Lyon (A.-A.); Perfectionnements relatifs aux projecteurs et aux appareils analogues, 19 mars 1917.

487 594. — Dolce (G.); Dispositifs destinés à remplacer instantanément la magnéto et à permettre la remise en marche immédiate à chaud et à froid des moteurs à explosion, 13 avril 1917.

487 603. — Berry (R.-G.) et Moore (H.-W.); Perfectionnements aux dispositifs indicateurs de route et signalisateurs pour chemins de fer et analogues, 15 novembre 1917.

487 604. — Grammont (E.); Perfectionnements apportés aux fours électriques, 15 novembre 1917.

487 605. — Grammont (E.); Perfectionnements apportés aux fours électriques, 15 novembre 1917.

487 613. — Clavié (P.-L.); Principe de transmission de signaux et dispositif à émission de travail, bridées alternées, ayant principalement pour objet l'exploitation des lignes télégraphiques souterraines, sous-marines, 12 novembre 1917.

487 624. — Naamlooze Vennootschap de Nederlandsche Thermo-Telephoon Maatschappy; Structure de conducteurs de chaleur en forme d'arcs indépendants pour thermo-téléphones, 14 septembre 1917.

487 628. — Luzy (A.); Dispositif de lampe électrique de poche à générateur mécanique d'électricité, 15 octobre 1917.

487 631. — Société Westinghouse; Perfectionnements aux indicateurs de demande maximum, 16 novembre 1917.

487 632. — Zimmerman (B.); Perfectionnements aux connecteurs terminaux pour conducteurs électriques, 16 novembre 1917.

487 638. — Dufaux fils; Appareil d'éclairage électrique direct pour bicyclette, motocyclette, automobile et autres véhicules du même genre, 16 novembre 1917.

487 640. — Westinghouse Electric and Manufacturing Co; Installations de turbines à engrenages, 17 novembre 1917.

487 645. — Heinz (A.); Pile sèche, 17 novembre 1917.

487 658. — Société lyonnaise de Mécanique et d'Electricité; Embrayage électrique à ruban pour la commande dans les deux sens des transmissions, 21 février 1917.

487 661. — Société lyonnaise de Mécanique et d'Electricité; Cabestan électrique à action indirecte, 12 mai 1917.

487 662. — Contet (A.); Perfectionnements apportés aux installations électriques telles notamment que celles pour l'éclairage des véhicules mus par un moteur à explosions, 18 mai 1917.

487 663. — De Faria (O.); Redresseur synchrone des courants alternatifs polymorphiques de tension quelconque en courant continu, 2 juin 1917.

487 684. — Bibby (J.); Dispositif de transformateur électrique spécialement propre à être utilisé avec des fours électriques, 19 novembre 1917.

487 706. — Tua (G.); Interrupteur électrique à déclenchement, 20 novembre 1917.

487 707. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux dispositifs d'appel pour systèmes téléphoniques automatiques, 21 novembre 1917.

487 710. — Pairard (P.-J.); Ferrure-support d'isolateur électrique, 21 novembre 1917.

487 711. — Société Ercole Marelli et Cie; Perfectionnements dans les magnétos d'allumage, 21 novembre 1917.

487 722. — Gerben (F.); Perfectionnements aux bougies d'allumage, 22 novembre 1917.

487 730. — Coquebert de Neuville (R.-A.-J.); Moyen de produire économiquement la puissance hydro-électrique, 19 novembre 1917.

OUVRAGES RÉCENTS

La Mécanique, les idées et les faits, par Léon Lecornu. Un volume in-18. Prix : broché, 4,75 fr.

L'Electricité industrielle, par H.-M. Hobart. Prix : 6 fr.

Les Economies de combustibles dans les stations centrales, par Izart. Prix : 1 fr.

Théorie des enroulements des machines à courant continu, par G. Szarvady. Un volume in-8 de 137 pages avec 36 figures et diagrammes. Prix : 9 fr + 1,80 fr.

Les Hommes qu'il nous faut pour l'organisation du travail, par Pierre Pezeu. Un volume in-4 de 118 pages. Prix : 4 fr + 0,80 fr.

L'Industrie allemande et la guerre, par P. Jauréguy, ingénieur-chimiste. Un volume in-8 de 160 pages. Prix : 6 fr + 1,20 fr.

Cours de mécanique, t. III, hydraulique, par A. Bazard. Un volume in-8 jésus de 600 pages et 370 figures. Prix : broché, 15 fr + 3 fr.

L'Economie du charbon dans les chaudières à l'usage des chauffeurs et des mécaniciens, par E. Serieijk. Un volume in-8 de 105 pages avec figures. Prix : 3,50 fr + 0,70 fr.

Chaudières marines et bouilleurs. Méthode de vaporisation « Le Williams »; 1re partie : Exposé de la méthode et de ses résultats, par P. Bez. Un volume in-8 de 39 pages avec 2 figures. Prix : 2 fr + 0,40 fr.

Comment on peut augmenter le rendement des chaudières de locomotives, par P. Bez. Un volume in-8 de 37 pages et 2 figures.

La Nouvelle industrie du verre. Emplois spéciaux. Fabrication électrothermique. Verres de quartz et quartz fondu, par J. Escard. Un volume in-8 de 119 pages avec 37 figures. Prix : 4,50 fr + 0,90 fr.

Digitized by Google

Digitized by Google

Questions et Réponses

Sous la rubrique Questions, *se trouvent énoncées quelques-unes des demandes de renseignements qui sont adressées à la Rédaction de la* R. G. E. *et pour lesquelles celle-ci fait appel à ses lecteurs en vue d'avoir les éléments nécessaires aux réponses. — Sous la rubrique* Réponses *sont publiées, outre les réponses aux questions posées sous la rubrique précédente, les plus intéressantes de celles que la Rédaction a pu donner directement. — Les chiffres qui précèdent les énoncés des questions indiquent les numéros d'ordre; ceux qui précèdent les réponses indiquent les nombres classificateurs de la classification décimale.*

QUESTIONS

I. Questions nouvelles.

Q. 55. — Connaissez-vous un constructeur électricien fabricant des lampes de poche à magnéto?

Q. 56. — Je lis dans la « R. G. E. » du 23 novembre 1918, p. 167 D, l'analyse d'un article intitulé : méthodes simples de résolution des problèmes d'éclairage par phares. Cette question m'intéresse et je serais heureux de savoir si ce mode d'éclairage a déjà trouvé des applications en Europe et dans quelles conditions on l'a réalisé.

II. Questions déjà posées.

Les questions 20, 26, 31, 33, 34, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54 sont restées jusqu'ici sans réponses. Nous prions ceux de nos lecteurs qui pourraient nous documenter sur ces sujets de bien vouloir le faire.

RÉPONSES

Q. 14. — *Quels sont les charbons convenant le mieux pour les foyers automatiques à tirage et ventilation forcés? Quelle est la marche économique avec ces foyers?*

621.184.1. — « Le charbon le plus convenable pour grilles mécaniques est la braisette lavée avec une teneur de 20 à 25 pour 100 de matières volatiles, mais ce charbon, qui a toujours été très recherché, est cher et rare et, à l'heure actuelle surtout, nous ne devons pas espérer en rencontrer pour alimenter les grilles de nos générateurs. Heureusement, les grilles mécaniques à soufflage ont été pendant ces dernières années suffisamment perfectionnées pour permettre de brûler convenablement des charbons de qualités très diverses et jusqu'à des combustibles pauvres. On est arrivé à brûler sur des grilles à chaîne à soufflage un mélange de 10 pour 100 de charbon à 15 pour 100 de matières volatiles et de 90 pour 100 de tourbe mousseuse, de qualité moyenne à 30 pour 100 d'eau. C'est assez dire que toute la gamme, des charbons peut être brûlée.

» Il suffit par un réglage convenable de proportionner les différentes variables du fonctionnement de la grille : épaisseur de la couche de charbon, vitesse de la grille, dépression au foyer, répartition de l'air sur l'étendue de la grille, etc. Suivant les principes que nous avons déjà eu à étudier ici plus en détail (*R. G. E.*, t. III, p. 765. Le réglage de la combustion dans les chaufferies modernes).

» Avec la braisette dont nous parlons plus haut, une bonne allure à adopter pour des grilles à chaîne est de 90 kg environ par mètre carré et par heure, la dépression au foyer sera d'environ 8 mm, l'épaisseur de la couche de charbon sera de 12 à 15 cm, la vitesse de la grille et la répartition de l'air seront réglées de telle façon que le charbon arrive bien brûlé aux décrasseurs.

» La teneur en CO^2 dans les gaz avec ces conditions de marche ne doit pas tomber au-dessous de 10 pour 100.

» On a mis dernièrement sur le marché un décrasseur formé de rouleaux de fonte reposant sur l'arrière de la grille et roulant avec un très grand jeu autour d'un axe dans lequel on peut injecter un peu d'air complémentaire achevant la combustion des mâchefers s'accumulant sur le décrasseur. — CONGE. »

Q. 25. — *Quelle est la nature des fils inoxydables qu'il convient d'employer pour la confection des résistances de chauffage par l'électricité? Quelles sont les épissures pratiques pour ces fils? Quels sont les isolants solides préconisés?*

621.364. — A propos de la question 25 à laquelle M. Conge avait répondu dans le bulletin « R. G. E. » du 12 octobre dernier et concernant des métaux inoxydables propres à la confection de résistances de chauffage, les aciéries d'Imphy (Société Commentry-Fourchambault et Decazeville) nous communiquent les observations suivantes : « L'expérience nous a montré que les personnes peu expérimentées réussissaient difficilement, d'une façon régulière, les brasures autogènes avec nos fils R. N. C. I. Une soudure extrêmement facile est, par contre, effectuée par l'intermédiaire de l'or; deux milligrammes d'or assurant la connexion parfaite entre deux fils de 5/10 mm. On voit que la dépense d'or est insignifiante et la réalisation de la soudure se trouve ainsi beaucoup facilitée. »

Q. 58. — *Quelle qualité de métal blanc est préférable dans les paliers de moteurs d'induction de 50, 75 et 100 ch tournant à 720 t : min? Quelle est la différence permissible entre le diamètre intérieur d'un palier assemblé et le diamètre extérieur de l'arbre d'un tel moteur?*

621.313.25 + 621.822. — La meilleure qualité de métal blanc pour paliers de moteurs d'induction est le métal dur à haute teneur, qui contient approximativement 87 pour 100 d'étain; bien que ce soit le plus cher à cause de sa haute teneur en étain, c'est le plus économique vu sa longue durée et la sécurité qu'il procure. Le diamètre des paliers de moteurs d'induction de 50 à 100 ch tournant à 720 t : min se tient entre 82,6 mm et 107,8 mm, et pour de paliers de ces dimensions, la différence entre les diamètres de l'arbre et du palier devrait se tenir aux environs de 0,002 cm par centimètre de diamètre; le jeu effectif doit donc être de 0,015 à 0,020 cm de diamètre, auquel cas le jeu doit se tenir entre 0,007 cm et 0,010 cm.

Pour des moteurs de 50, 75 et 100 ch, les paliers sont généralement constitués d'alliages à base de cuivre, appelés bronzes consistant en les types suivants : *a*) cuivre et étain; *b*) cuivre, étain et zinc; *c*) cuivre, étain et plomb; *d*) cuivre, étain, plomb et zinc. On inclut occasionnellement de petites quantités d'autres métaux dans des buts variés. Les paliers au métal blanc ou à métaux à base d'étain sont employés sur les machines à faible vitesse et à grand entrefer. Pour les moteurs d'induction, l'entrefer est si petit que les paliers à métaux doux ne peuvent pas être employés. Il est nécessaire d'employer des métaux plus durs, d'usure plus lente et qui peuvent être travaillés de façon plus précise. La table ci-dessous donne les jeux généralement admis :

Diamètre de l'arbre.	Paliers horizontaux.		Paliers verticaux,	
	min.	max.	min.	max.
cm	mm	mm	mm	mm
0,94	0,05	0,07	0,025	0,05
2,54	0,05	0,07	0,025	0,05
5,08	0,07	0,10	0,05	0,07
7,62	0,10	0,15	0,07	0,12
10,16	0,12	0,17	0,10	0,15
15,24	0,22	0,28	0,12	0,17
20,32	0,30	0,38	0,15	0,22

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Le Centre électrochimique de Shawinigan Falls. — Sous ce titre le « Journal du Four électrique et de l'Electrolyse » du 15 novembre donne, d'après un article de H.-C. Randall publié dans « Chemical and Metallurgical Engineering », les renseignements suivants.

Shawinigan Falls est le Niagara Falls du Canada. Située à mi-chemin de Québec et Montréal sur la rivière de Saint-Maurice, affluent du Saint-Laurent, cette cité qui n'était qu'une bourgade il y a vingt ans est devenue, grâce au four électrique, un important centre industriel de 18 000 habitants, desservi par les grandes voies ferrées du Canada et le port de Trois-Rivières sur le Saint-Laurent. Cette situation lui donne des avantages analogues à ceux des Pays scandinaves pour l'exportation des produits électrochimiques et cette analogie est encore renforcée par le bas prix de l'énergie électrique.

Comme à Niagara et en Suède, les usines électrochimiques de Shawinigan ne possèdent pas de chutes, elles louent le courant à Shawinigan Water and Power Cy, qui a aménagé 360 000 ch, en dérivant l'eau des belles chutes du Saint-Maurice qui ont 45 m de hauteur. Au-dessus et au-dessous de Shawinigan se trouvent 135 000 ch de réserve à aménager.

Courant à bon marché, situation avantageuse au point de vue des transports et de l'exportation par la belle voie fluviale du Saint-Laurent, Shawinigan est encore favorisé par la proximité de toutes les matières premières, entrant dans la fabrication des produits électrochimiques. La chaux, le charbon, le coke, le goudron, les riches minerais abondent au Canada et à ce point de vue des matières premières Shawinigan est beaucoup mieux placé que les Pays scandinaves, au point de vue de la lutte économique internationale.

Jusqu'en 1914, il n'existait dans ce centre que la Northern Aluminium Cy, la Canada Carbide Cy et la Belgo-Canadian Pulp and Paper Cy. La Société des forces vendait du courant sur une large échelle dans la province de Québec. En 1915, elle augmenta largement ses moyens et les nouvelles usines électrochimiques dérivées des besoins de la guerre s'édifièrent comme par enchantement.

La Northern Aluminium Cy utilise à la fois l'énergie hydraulique et l'énergie électrique de la Société concessionnaire des chutes. On y fabrique du métal (environ 10 000 t par an) qui est en partie traité sur place dans des laminoirs et une câblerie.

La Canada Carbide Cy utilise 50 000 ch pour la fabrication du carbure de calcium et emploie 500 ouvriers dans ses usines.

La Shawinigan Electro Metal Cy prend 2 500 ch pour la fabrication du magnésium sous diverses formes.

La Canadian Electrode qui fabrique des électrodes n'a fait que s'agrandir depuis son installation en 1915. Elle produit actuellement 30 t par jour de grosses électrodes de fours électriques dont une partie est exportée.

La Canadian Electro Products Cy fabrique de l'acide acétique, de l'acétone et autres produits dérivés de l'acétylène obtenu avec le carbure de la Canada Carbide Cy.

Frazer Brace et Cy construisirent en 1917 un four électrique de 10 000 ch, pour la fabrication de la fonte à faible teneur en phosphore et cette installation s'est depuis beaucoup agrandie.

La Canadian Aloxite Cy, filiale de la Carbide Cy, emploie 20 000 ch pour la production au four électrique de l'aloxite (alumine cristallisée), du carborundum et du ferro-silicium.

Au printemps de 1918, les besoins des États-Unis en acide acétique furent tels qu'un accord intervint avec l'Electro-Products pour doubler cette usine par l'adjonction d'une autre appartenant à l'American Electro Products Cy.

La dernière installation électrochimique de Shawinigan est l'usine de ferro-silicium de la Canadian Ferro-Alloys Ltd, qui utilise 10 000 ch.

Nous assisterons certainement dans l'avenir à une lutte très vive entre le centre américain de Niagara et le camp canadien de Shawinigan pour la fabrication et la vente des produits électrochimiques. Il semble déjà qu'en général le prix de revient de ces produits soit moins élevé au Canada qu'aux États-Unis.

Exportations suisses de carbure de calcium. — D'après les statistiques du commerce de la Suisse, il a été exporté de ce pays, pendant le deuxième trimestre 1918, les quantités de carbure indiquées, avec les valeurs correspondantes, dans le tableau suivant :

Pays d'importation.	Poids.	Valeur.
Allemagne.....	11 013,2 t	4 635 067 fr.
France.....	7 500,6	3 095 725
Bulgarie.....	85,5	64 140
Totaux.....	18 619,3	7 784 932 fr.

Les bauxites de la Guyane. — Les gisements récemment découverts dans la Guyane anglaise paraissent avoir une importance considérable, et s'étendre sur les trois Guyanes. Leur exploitation est commencée à l'heure actuelle. Les premiers chargements sont partis, il y a peu de temps, de Georgetown pour Baltimore, où l'Aluminium Company of America a fait construire une fabrique d'aluminium; les bateaux viennent charger au quai même des mines, en remontant la rivière Demerara.

Le ferro-aluminium et la fixation de l'azote de l'air. — On sait que l'azote de l'air peut être fixé sous forme d'ammoniaque par l'intermédiaire du nitrure d'aluminium. D'après le « Journal du Four électrique et de l'Electrolyse » du 15 novembre, l'emploi du ferro-aluminium pour la fabrication du nitrure d'aluminium a été envisagé, et la technique du procédé aurait été mise complètement au point dans des essais effectués pendant plusieurs mois, dans une usine des Pyrénées.

L'usine électrosidérurgique Ansaldo (Italie). — Le « Journal du Four électrique et des Industries électrochimiques » du 1er décembre donne, p. 211, les renseignements suivants :

« On sait que la puissante firme Ansaldo fait construire actuellement au-dessous d'Aoste (Italie) une grande usine électrométallurgique, devant traiter les minerais de fer de

Digitized by Google

ACCUMULATEURS

FULMEN

18, Quai de Clichy, CLICHY (Seine) Téléph. : WAGRAM 11-86.

SIÈGE SOCIAL
26, Rue Lafitte,
PARIS

Téléphone
Gutenberg { 16.28 / 16.27

SOCIÉTÉ ANONYME

POUR LE

TRAVAIL ÉLECTRIQUE DES MÉTAUX

CAPITAL : 1.000.000 DE FRANCS

ACCUMULATEURS
TEM & SIRIUS

POUR TOUTES APPLICATIONS

DÉTARTREURS ÉLECTRIQUES

USINES :
SAINT-OUEN (Seine) : 4, QUAI DE SEINE.
PETROGRAD : DEREVNIA VOLYNKINO.

FOURS MÉKER

pour

Traitement d'Outillages

et tous

Travaux Industriels

G. MÉKER & Cie

105-107, boulevard de Verdun

COURBEVOIE (Seine)

Téléph. : WAGRAM 97-08

LEATHEROID

Isolant de premier ordre pour cannelures d'induits, etc...

se livre en rouleaux ou en feuilles de 1/10 à 5/10 et au-dessus.

MICANITE-FIBRE

MARCEL CADIOT Fils et Successeur de E.-H. CADIOT et Cie,
31, rue de Maubeuge — PARIS (IXe).
Télégr. : FRIGOR-PARIS. Téléph. : GUTENBERG 32-26.

Digitized by Google

Cogne qui seront transformés en fonte, puis en acier. Un premier échelon de 50000 ch pris sur la Lye sera suivi d'autres pour réaliser une puissance de 200 000 ch.

» Le minerai de fer de Cogne sera traité dans 8 fours électriques à Aoste, 6 autres fours de 5 tonnes de capacité chacun affineront la fonte obtenue et les lingots d'acier seront laminés dans une usine adjacente pour obtenir des tôles.

» Le minerai de Cogne est une magnétite sans phosphore contenant 50 à 66 pour 100 de fer; on estime les réserves à 10 millions de tonnes.

» Deux des usines sont presque terminées, celle d'Aymeville de 10 000 ch et celle de Cogne de 3 000 ch, un laminoir est installé ainsi que des usines pour la fabrication des moulages d'acier, des électrodes, des ferro-chrome, ferro-vanadium, ferro-tungstène, etc. En outre, la maison Ansaldo a racheté les établissements de la Société des forces hydro-électriques de Villeneuve, celle-ci devant transporter son usine d'aluminium à Nera-Montoro. »

Sur les moyens d'augmenter nos importations en Suisse. — Le « Bulletin de la Chambre de commerce française de Genève » du 20 novembre publie, sous la signature de Gaston Valran, un article intitulé « Notre campagne économique en Suisse » où l'auteur relate les efforts faits par les Allemands avant et pendant la guerre pour augmenter leurs importations en Suisse et examine ensuite ceux qu'il convient que nous fassions pour contrecarrer leurs projets.

« Le conflit, écrit-il, n'a pas empêché l'Allemagne de continuer ses transactions: elle a même redoublé d'activité, non seulement pour conserver sa position, mais pour l'élargir et la fortifier: elle a compté sur les circonstances, sur la ruine de l'industrie et du commerce de sa rivale. La guerre, pense-t-elle, a détruit les usines françaises sur une étendue de plus de 12 départements où les bombes ont éventré ou renversé établissements de métallurgie, filatures, raffineries, distilleries, papeteries; dans la zone préservée de l'invasion, le chômage déterminé par la démobilisation générale a ralenti et, par endroits, arrêté la production. De longtemps, a-t-elle espéré, la France ne se relèvera pas du coup qui lui est porté. Sachons en profiter, tel a été le raisonnement de l'Allemagne. »

Pour se ménager une position importante sur le marché suisse, il y a trois conditions à observer : correspondre aux besoins de la population en denrées alimentaires et en matières premières, harmoniser les voies de pénétration avec les artères de ce carrefour international et organiser une propagande rationnelle. L'Allemagne a eu l'intuition de ces trois conditions, elle les a acceptées comme les principes de sa méthode de travail. Elle s'est attachée à être le fournisseur de la Suisse non seulement pour toutes les denrées et matières premières dont elle était productrice, mais aussi pour celles qui lui viennent de l'étranger; elle a aménagé le Rhin pour permettre aux chalands de remonter jusqu'à Bâle, et elle a combiné ses tarifs de manière à ce que les frais de transit fussent réduits au minimum; elle a inondé la Suisse de ses voyageurs. Elle est ainsi parvenue à établir avec la Suisse des échanges dont le montant est trois fois supérieur à celui de nos propres échanges avec ce pays.

Et cependant la France est un meilleur porteur que l'Allemagne. Elle possède tout ce que l'Allemagne offre à la Suisse, elle n'a pas à l'acheter à d'autres pays pour le lui livrer. Nous avons des chemins naturels vers la Suisse, il en a été créé d'artificiels et, comme on sait, on se propose d'améliorer les uns, d'augmenter les autres. Il reste néanmoins beaucoup à faire. Pouvons-nous le tenter? M. Gaston Valran répond affirmativement :

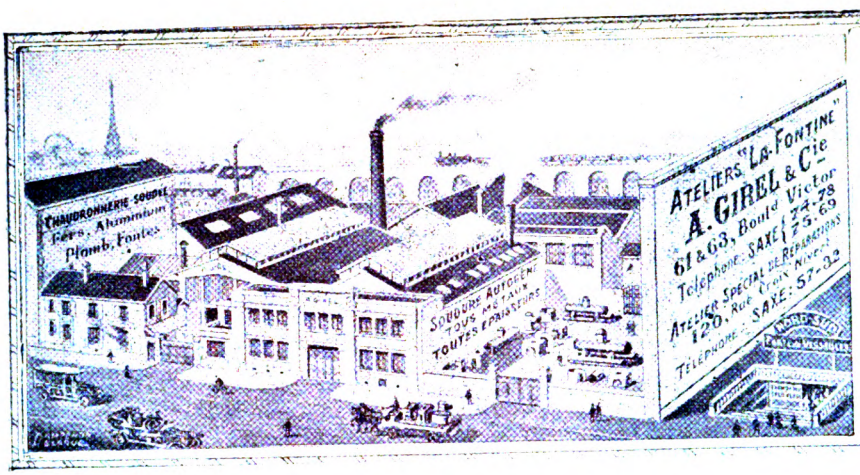
« Il y a des faits que nous ne devons pas négliger d'enregistrer; ils ont une signification claire et persuasive; ils sont du meilleur augure. Notons une évolution de la clientèle suisse; plus d'une maison qui représentaient des articles d'origine allemande sollicitent des marques françaises: elles se sont adressées à la Chambre. Frappée autant que réconfortée par cette attestation de sympathie pour notre pays, elle a aussitôt entrepris une campagne de propagande auprès des industriels et des commerçants français. Un rapport a été remis par ses soins à l'Office national du Commerce extérieur. Dans ce document, elle signalait à l'attention des pouvoirs publics les démarches actives du commerce allemand, elle recommandait quelques initiatives à prendre, présentait une liste dont le débouché serait assuré. Ces informations ont été portées à la connaissance des intéressés au moyen de dossiers spéciaux. En réponse à ces sollicitations, des demandes de renseignements ont afflué à la Chambre. L'attention est ramenée sur le débouché suisse et le courant des affaires peut reprendre sa direction un instant entravée par les nécessités immédiates.

» La propagande doit être soutenue par l'action. Quel que soit le ralentissement dans la production résultant du chômage, il y a encore des stocks qui sont disponibles pour un écoulement à l'étranger; si la main-d'œuvre fait défaut, c'est une crise momentanée; dès la fin des hostilités, elle reprendra sa place dans les usines et les générations nouvelles, au lieu de se presser dans les bureaux du fonctionnarisme, s'empresseront vers les ateliers et les entrepôts, où leur activité trouvera plus de carrière. Ne faut-il pas se tenir prêt pour cette ère de renaissance? Préparons-la.

» Ce n'est pas assez d'envoyer des prospectus et des prix-courants; si l'on s'en tient à ce procédé, on court de grands risques. Le prospectus, le catalogue peut n'être même pas consulté, ni même regardé; c'est là un moindre mal : un véritable préjudice est à craindre, c'est que ce document ne tombe dans les mains du concurrent lui-même et ne lui serve pour nous combattre. Soyons bien certains qu'il y cherchera et y trouvera toujours un argument pour nous combattre et peut-être un moyen artificieux pour nous battre. Le document avisant de l'offre doit être accompagné de son avocat indiqué, ce n'est pas seulement le représentant, c'est le voyageur lui-même chargé d'affaires par la maison mère. Le représentant tient le dépôt; il doit veiller à son achalandage régulier et toujours à la convenance du client. Il se sentira très fort pour repousser les sollicitations de maisons étrangères, si sa maison propre conserve avec lui un fil ininterrompu; si, grâce à cette continuité de correspondance et à cette collaboration au jour le jour, il peut présenter à l'acheteur l'article préféré. Cette coopération et cette organisation contre la concurrence seront d'autant plus solides et fructueuses que le voyageur sera plus assidu auprès de ses déposants et que, cas échéant, il les accompagnera auprès de leur clientèle. On ne voit pas assez de *Français*, voilà ce qu'on nous répète combien de fois à l'étranger. Puisque l'on désire nous voir, combien aurions-nous mauvaise grâce et combien irions-nous contre nos intérêts à ne pas nous montrer. Il faut donc qu'on nous voie. Voyageons donc, et préparons donc nos fils à voyager. S'il y avait un pas de fait déjà, l'heure est venue d'en faire deux, puis trois. Dans l'arène économique, notre devise doit être la même que sur les champs de bataille : *En avant!* »

Dans le monde électrique. — On annonce la mort de M. Jacques Belot, ingénieur civil des Mines et de l'École supérieure d'électricité de Paris, manipulateur de radiographie à l'hôpital central militaire de Bar-le-Duc,

Digitized by Google



RÉPARATIONS
DE TOUTES PIÈCES
DE MACHINES
EN
FONTES
ACIERS
BRONZE
ALUMINIUM

SOCIÉTÉ DES TÉLÉGRAPHES MULTIPLEX
(Système E. MERCADIER, H. MAGUNNA)
CAPITAL : 500.000 FRANCS.
SIÈGE SOCIAL : 57, rue de Vanves, PARIS (XIVe)
Adr. télég. : MULTIPLEX *Téléphone* : SAXE 58-82

— RADIOTÉLÉGRAPHIE —

Postes " MAGUNNA " à émission musicale pure de 0,05 à 1 KW
Stations de bord pour navires de guerre et de commerce.
Postes mobiles, postes d'avions.
Condensateurs, Diapasons entretenus mécaniquement, etc.

ATELIERS : ARSENAL. Téléph. 0.87 } ROCHEFORT
BUREAUX : 31, rue MARTROU. Téléph. 189 } S/MER

FIBRE VULCANISÉE AMÉRICAINE
IMPORTATION DIRECTE de PRODUITS ANGLAIS & AMÉRICAINS
Ebonite. — Amiante. — Papiers, Soies et Toiles huilés. — Mica. — Micanite. — Presspann. — Leatheroid. — Bakelite et tous isolants.
Fournisseur de MATIÈRES pour la DÉFENSE NATIONALE
HENRI LASKI 130, avenue Parmentier, PARIS (11e)
Téléph. ROQUETTE 79-00.

R. DE VALBREUZE
Notions sommaires d'Électrotechnique
PRIX : 6 fr. En vente : 12, Place de Laborde, PARIS.

SOCIÉTÉ ANONYME DES
Appareils de manutention et Fours STEIN
CAPITAL : 1.500.000 FRANCS
3, rue d'Édimbourg, PARIS (8e)
47, Victoria Street, Londres (Angl.) — 16-4, Via Milano, Gênes (Italie)
Usines à Brousseval (Hte Marne) et à Hesdigneul (Pas-de-Calais).
Téléphone : WAGRAM 99-31 Adr. télégr. : FOURSTEN-PARIS

FOURS - GAZOGÈNES
Fours à huiles lourdes " Ferguson "
Plus de 1.700 fours en marche dont 1 mélangeur, 23 fours Martin fixes ou oscillants, 150 fours de laminoirs et 500 fours de forges.

ÉQUIPEMENT COMPLET DES FOURS
Appareils de Manutention
Installations complètes d'Aciéries, d'Usines à gaz et de Verreries
Concessionnaire exclusif des Procédés Ansaldo pour la cémentation
CATALOGUE SUR DEMANDE

ÉTABLISSEMENTS GEORGES HARTOG
PARIS
VERNIS GRAS ISOLANTS
VERNIS GRAS ET PEINTURES LAQUÉES
POUR TOUTES INDUSTRIES
Fournisseurs des divers Services de l'Armée, de la Marine Nationale, des Grandes Compagnies de Chemins de Fer, etc.
BUREAUX : 105, rue Lafayette, PARIS — *USINE* à Aubervilliers (Seine).

Digitized by Google

décédé à Bar-le-Duc, le 8 décembre, à l'âge de 33 ans, d'une maladie contractée dans son service.

BREVETS RÉCENTS

487 749. — The Mac Kenzie Holland and Westinghouse Power Signal Co Ltd; Perfectionnements aux signalisateurs de chemins de fer et au dispositif de sélection des courants de haute fréquence employé en connexion avec les premiers, 24 novembre 1917.

487 783. — Varret (K.) et Collot (C.-G.); Condensateur électrique multiple, 23 décembre 1916.

487 788. — Société Brown-Boveri et Cie; Magnéto d'allumage pour moteur à combustion interne, 12 mai 1917.

487 789. — Société Brown-Boveri et Cie; Procédé et couplage pour l'utilisation de la courbe de tension dans les soupapes électriques à vapeurs métalliques alimentées par des courants polyphasés, 12 mai 1917.

487 797. — Suter (E.-F.); Perfectionnements dans les appareils de chauffage électriques pour l'ondulation permanente des cheveux, 28 novembre 1917.

487 804. — Letord (E.); Dispositif pour la commande électrique des phonographes, 23 novembre 1917.

487 855. — Bayeux (R.-R.) et Richard (J.); Ozoniseur dosimétrique, 5 février 1917.

487 856. — Troty-Latouche (G.-E.) et Société Anonyme Fonderies de Suresnes; Dispositif auto-régulateur pour fours électriques à arc fonctionnant sur courant alternatif, 5 février 1917.

487 861. — Société Submersible et J.-L. Motors; Perfectionnements aux moteurs électriques, 3 décembre 1917.

487 862. — Société Submersible et J.-L. Motors; Perfectionnements aux pompes et moteurs électriques combinés, 3 décembre 1917.

487 863. — Société Submersible et J.-L. Motors; Perfectionnements aux moteurs électriques, 3 décembre 1917.

487 872. — Van Viersen et Co; Procédé destiné à joindre des fils métalliques, en particulier ceux des conduits électriques, 4 décembre 1917.

487 881. — Cave (A.-M.); Accumulateur électrique, 28 novembre 1917.

487 887. — Smith (R.-L.); Accumulateur électrique et procédé pour le fabriquer, 7 décembre 1917.

487 889. — Société anonyme Westinghouse; Perfectionnements à la commande de moteurs électriques, 7 décembre 1917.

487 898. — Bianchi (C.); Nouvel électrolyseur pour usages industriels, 8 décembre 1917.

487 902. — D. and W. Frise Co; Coupe-circuit à huile, 8 décembre 1917.

487 941. — Syndicat Graamans Patent; Elément galvanique, 7 septembre 1917.

487 942. — Société Ollard Trolley, Wheel Co; Roulette de trolley, 12 septembre 1917.

487 944. — Société anonyme Westinghouse; Compensateurs de phases pour systèmes de distribution électrique polyphasés, 27 septembre 1917.

487 956. — Vallot (E.-E.-E.-A.); Bougie d'allumage pour moteur à explosion, 22 novembre 1917.

487 961. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux systèmes téléphoniques à service taxé, 12 décembre 1917.

487 962. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques, 12 décembre 1917.

487 994. — Société British Automobile Equipment Co Ltd; Perfectionnements aux interrupteurs électriques, 14 décembre 1917.

20 618 481 440. — Mme Lemullois, née M. Bisson; Cinquième certificat d'addition au brevet pris, le 4 octobre 1915, pour transformation d'une lampe d'éclairage en un réchaud de chauffage, 25 octobre 1917.

20 614 483 457. — Compagnie générale d'Electricité; Premier certificat d'addition au brevet pris, le 14 novembre 1916, pour dispositif de protection contre les corrosions pour turbines à vapeur, 20 octobre 1917.

OUVRAGES RÉCENTS (1)

Vocabulaire technique, industriel et commercial en anglais, français, allemand, à l'usage des aviateurs, chimistes, constructeurs, électriciens, industriels, interprètes, ingénieurs, marins, militaires, mécaniciens, métallurgistes, techniciens des armées de terre et de mer, traducteurs, etc., en usage dans les armées françaises, anglaises et américaines, 1918. Prix : cartonné, 10 fr.

Cours élémentaire de mécanique industrielle à l'usage des écoles pratiques de commerce et d'industrie, par E. Gouard, professeur à l'Ecole des mécaniciens de la marine, et G. Hiernaux, licencié ès sciences mathématiques. Préface de M. Farjon, inspecteur de l'enseignement technique.

Tome I : Principes généraux, applications, exercices pratiques. Deuxième édition, revue, corrigée, 1918. In 8 de 386 pages avec 367 figures. Prix : cartonné, 6 fr.

Tome II : Compléments de cinématique, résistance des matériaux, moteurs hydrauliques et machines à vapeur. In-8 de 359 pages avec 327 figures. Prix : cartonné, 6 fr.

Tome III : Moteurs à explosion, automobile, aéronautique. In-8 de 182 pages avec 127 figures. Prix : cartonné, 3 fr 50.

Majoration de 20 pour 100.

La Télégraphie sans fil. La télémécanique et la téléphonie sans fil à la portée de tout le monde, par E. Monier, ingénieur des Arts et Manufactures. Préface du docteur E. Branly, membre de l'Institut. Dixième édition, revue et augmentée, 1918, 246 pages avec figures. Prix : 3 fr 50.

La Tourbe et son utilisation, par Pierre de Montgolfier, industriel, 1918. In-8 de 185 pages avec figures. Prix : 7 fr 50.

Organisation technique et commerciale des usines, d'après les méthodes américaines (système Taylor), par Paul Négrier, ingénieur des Arts et Manufactures. Préface de Victor Cambon, ingénieur des Arts et Manufactures. In-8 de 186 pages avec figures. Prix : 10 fr.

Service central de radiographie et électrothérapie militaire, 3, rue Jean-Burguet (annexe de la Faculté de médecine), Bordeaux, 18e région. Quarante-cinquième rapport sur le fonctionnement technique de ce service. Circulaire ministérielle 20 005 C (7). Mois d'août 1918. Professeur J. Bergonié, médecin principal de première classe, médecin chef du service. In-4 de 8 pages.

Le Contrôle technique à l'usine à l'usage des contremaîtres, contrôleurs et ouvriers. Métaux, par H. Rouet et F. Cotto, ingénieurs. In-8 de 105 pages avec figures. Prix : 4 fr 50.

(1) Le service de librairie de la *Revue générale de l'Electricité* se met à la disposition des abonnés pour leur procurer les ouvrages mentionnés ci-dessus ou tous autres qui pourraient leur être utiles. Il leur suffira de joindre un chèque ou mandat, de la valeur des ouvrages, pour les recevoir franco.

Digitized by Google

TRUB, TAUBER & C°

Instruments de mesures électriques et appareils scientifiques.

A HOMBRECHTIKON ET ZURICH — SUISSE

BUREAUX et ATELIERS de FABRICATION

36, boulevard de la Bastille, PARIS

Téléph. : Roq. 14-90.

Appareils de mesures électriques pour haute et basse tension.

Instruments de précision pour contrôles et laboratoires.

Appareils pour la mesure des températures.

. Enregistreurs.

Tranaformateurs de mesure.

Instruments Scientifiques.

Installations d'Essais de tôles. Hystérésimètres.
Résistances pour Laboratoires et pour Réglages.

Réparations d'Appareils de toutes marques.

MOTEURS - DYNAMOS

Ateliers Gaston Heiser

Ingénieur-Constructeur.

29bis et 34, rue Carnot, SURESNES (Seine). Téléph. : 249

Téléphone : CENTRAL 32-38

MATÉRIEL POUR TRAMWAYS & CHEMINS DE FER

APPAREILLAGE COMPLET POUR LIGNES AÉRIENNES

CONNEXIONS DE RAILS

ACCESSOIRES DE VOITURES. — ROUES D'ENGRENAGES ET PIGNONS

RATTRAPE-PERCHE DE TROLLEY " KEYSTONE ", ETC.

ISOLANTS ; *Mica. — Micanite. — Toiles et rubans huilés. — Leatheroid.*

Carton comprimé lustré. — Vernis isolants, etc.

Ernest DÉMOLY, 43, rue de Trévise, PARIS

ACCUMULATEURS HEINZ

Pour éclairage et démarrage des Automobiles.

TYPES FIXES pour Stations centrales et Éclairages privés.

BATTERIES TRANSPORTABLES

PLAQUES DE RECHANGE POUR TOUS SYSTÈMES

PILES ÉLECTRIQUES

SAN FRANCISCO 1915 : *Hors Concours.* — CASABLANCA 1915 : *Grand Prix.*

Fournisseurs des Armées Françaises, Russes, Anglaises et Belges.

Bureaux : 2, rue Tronchet, PARIS (8e). — Usine à Saint-Ouen (Seine).

Digitized by Google

Questions et Réponses

Sous la rubrique Questions, *se trouvent énoncées quelques-unes des demandes de renseignements qui sont adressées à la Rédaction de la* R. G. E. *et pour lesquelles celle-ci fait appel à ses lecteurs en vue d'avoir les éléments nécessaires aux réponses. — Sous la rubrique* Réponses *sont publiées, outre les réponses aux questions posées sous la rubrique précédente, les plus intéressantes de celles que la Rédaction a pu donner directement. — Les chiffres qui précèdent les énoncés des questions indiquent les numéros d'ordre; ceux qui précèdent les réponses indiquent les nombres classificateurs de la classification décimale.*

QUESTIONS

I. Questions nouvelles.

Q. 57. — Je trouve assez souvent, dans la partie *Documentation* de la « R. G. E. », des analyses d'articles étrangers traitant de la production artificielle de la lumière solaire. Y a-t-il des lecteurs de la « R. G. E. » familiarisés avec cette question ou ayant vu des ateliers éclairés de cette façon, pouvant donner leur appréciation (influence sur le rendement du personnel, sur la qualité des produits manufacturés s'il s'agit d'industries où l'on traite des objets colorés, etc.)? Y a-t-il des constructeurs français s'occupant de la fabrication des lampes nécessaires à ce genre d'éclairage?

Q. 59. — A quel constructeur peut-on s'adresser, pour faire une commande d'automobiles électriques à trolley sans rails?

Q. 60. — On a employé, pour la fixation des isolateurs sur leurs tiges, un mélange de filasse et de goudron. Pourrait-on obtenir une documentation sur ce sujet: composition exacte de la matière de scellement, mode d'emploi, essais de traction effectués, durée, etc.?

Q. 61. — La fixation des isolateurs de lignes sur les ferrures peut se faire au moyen de manchons de papier. Ce système donne-t-il de bons résultats? Où peut-on se procurer ces manchons de papier?

Q. 62. — Les constructeurs électriciens éprouvent, en ce moment, une certaine difficulté pour le vernissage des tôles de dynamos, le vernis employé ne séchant pas assez rapidement. En Angleterre particulièrement, ce vernissage est remplacé par une oxydation des tôles, oxydation produisant à la surface de celles-ci une pellicule non conductrice. Quel est le moyen pratique utilisé pour obtenir cette oxydation?

II. Questions déjà posées.

Les questions 20, 26, 31, 32, 34, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56 sont restées jusqu'ici sans réponses. Nous prions ceux de nos lecteurs qui pourraient nous documenter sur ces sujets de bien vouloir le faire.

RÉPONSES

Q. 48. — *Existe-t-il des essais complets et récents effectués en vue de déterminer la tension critique pour laquelle l'effet couronne cesse d'être négligeable dans les lignes aériennes de transmission d'énergie, en fonction du diamètre des conducteurs, de l'écartement entre fils, de la température, etc.? Où peut-on trouver ces renseignements?*

621.315.1:537.52. — Les résultats d'expérience sur la tension critique au delà de laquelle la perte par effet corona ne serait plus négligeable permettent d'établir les lois suivantes:

1° La tension critique augmente avec le diamètre et l'écartement des conducteurs.

2° Elle est la même pour un conducteur câblé que pour un fil de même diamètre que le diamètre extérieur du câble.

3° La nature du conducteur est sans effet sur la perte par effet corona. Toutes autres choses égales d'ailleurs, elle sera par exemple la même pour des fils de cuivre et d'aluminium.

4° La perte par effet corona augmente très rapidement avec la tension dès que la tension critique est dépassée.

5° La tension critique et la perte par effet corona sont affectés par les conditions atmosphériques, elles varient avec l'emplacement et les saisons: une tension qui est normalement au-dessous de la tension critique peut lui devenir supérieure avec un changement de temps.

6° Certains éléments comme la fumée, le brouillard, l'humidité, la poussière, la neige augmentent la perte; la pluie est sans effet appréciable. Il en résulte qu'il faut, lors de l'établissement d'une ligne, examiner très attentivement les conditions atmosphériques des localités traversées.

7° C'est la tension maximum qui détermine l'effet corona; très souvent, la forme de la courbe de tension d'un courant alternatif varie avec la puissance transmise et par conséquent l'effet corona peut se manifester dans certaines conditions de charge et non dans d'autres.

Le tableau ci-dessous donne les valeurs des tensions efficaces pour l'effet corona en fonction des diamètres et écartement interaxial des conducteurs et pour des conditions normales et moyennes d'installation.

Ecartement en cm.	Diamètre des conducteurs en millimètres.				
	2,5	5	12	25	50
25	23 000	39 000	65 000	115 000	161 000
50	26 000	46 000	78 000	150 000	230 000
2,00	30 000	53 000	92 000	184 000	300 000
3,50	34 000	12 000	110 000	230 000	390 000
5,00	39 000	69 000	125 000	264 000	410 000
10,00	46 000	85 000	158 000	145 000	620 000

L. Conge,
ingénieur de la Poudrerie de Saint-Médard.

Signalons aussi un important article paru dans « La Revue électrique » du 19 février 1915, p. 153-186, 26 fig., intitulé: « Les pertes par effluves sur les lignes aériennes à très haute tension » et une analyse des PAIEE donnée dans la « Revue générale de l'Electricité » du 5 octobre 1918, t. IV, p. 491, intitulé « Essais d'effet couronne à haute altitude ».

Digitized by Google

" LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE "

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE UN MILLION

Ancienne Maison G. ABOILARD et Cie

Téléphones { SAXE 07-14 — 07-03

PARIS, 46, Avenue de Breteuil, PARIS (15e)

Adresse télég. : MICROPHONE - PARIS

FOURNISSEURS DE L'ÉTAT

CABLES ET FILS ÉLECTRIQUES

APPAREILS TÉLÉPHONIQUES pour réseaux de l'État, pour réseaux privés et pour toutes applications spéciales

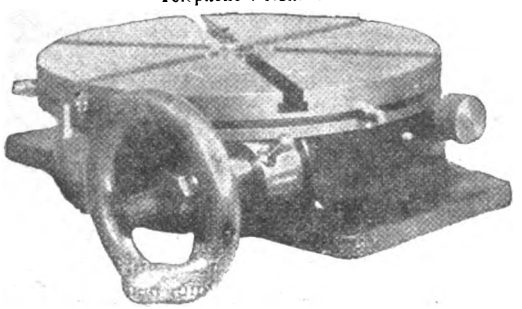
SIGNAUX & AVERTISSEURS, APPAREILLAGE DE CHAUFFAGE, ÉCLAIRAGE & VENTILATION

MOTEURS ET MACHINES DOMESTIQUES

J.-M. THÉVENIN

122-124, faubourg Saint-Martin, PARIS (Xe)

Téléphone : NORD 70-00.



NOTEZ !

que le PLATEAU circulaire "IDÉAL" "à bloquage instantané" est le seul que les nécessités des

Ateliers Modernes

permettent d'utiliser, parce qu'il assure dans un minimum de TEMPS un maximum de PRÉCISION d'où un rendement inconnu jusqu'à ce jour.

Livraison rapide — Notice sur demande.

TÉLÉPHONE : Gutenberg 35-38

SOLEIL

SIÈGE SOCIAL : 23, rue Mogador PARIS (9e)

SÉCURITÉ GÉNÉRALE ET RESPONSABILITÉ CIVILE RÉUNIES

CAPITAL : 2.500.000 FRANCS ENTIÈREMENT VERSÉS

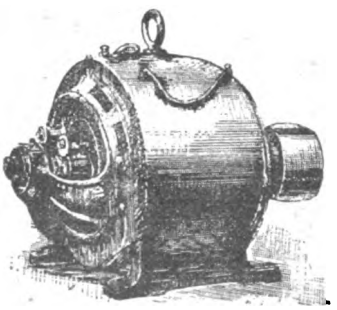
ASSURANCES CONTRE LES

ACCIDENTS ET RESPONSABILITÉS CIVILES DE TOUTE NATURE

Directeur : BŒTZEL, Ancien Élève de l'École Polytechnique.

Sous-Directeur : RICHARD, Ancien Élève de l'École Polytechnique.

La Compagnie possède 600 AGENCES PRINCIPALES EN PROVINCE



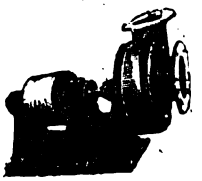
ACHAT - VENTE - LOCATION

MOTEURS — DYNAMOS — MOTOS-POMPES

GROUPES ÉLECTROGÈNES à vapeur, à essence, à gaz.

Machines à vapeur, ½ fixes. Locomobiles et fixes.

plus de 1500 machines neuves et d'occasion en magasin prêtes à livrer.



P. BOUILLET

156, 158, Rue de Vanves, PARIS (XIVe)

Téléph. SAXE 35-65, 24-05.

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

535.21. — Absorption de la radiation émise par une anticathode de palladium dans le rhodium, le palladium et l'argent. *Revue générale des Sciences*, 30 avril 1918, t. XXIX, p. 255. Communication de E.-A. Owen à la Royal Society de Londres le 7 février 1918. — L'auteur a obtenu, sur un intervalle limité de longueurs d'onde, le spectre des rayons émis par une anticathode de Pd, par réflexion sur la face (III) d'un cristal de carborundum. Le spectre montre que le tube émet une bande continue à laquelle se superposent les rayons caractéristiques du métal de l'anticathode. La radiation terminale du tube est très homogène. Le spectre présente un minimum d'intensité pour $\lambda = 0{,}493 \times 10^{-8}$ cm. Si ce minimum est dû à l'absorption sélective de cette onde par le cristal, cette valeur de λ peut être assignée à la ligne β de la série J du silicium. Des expériences de Barkla et White sur la série J des éléments Al, C et O, on déduit pour les lignes β des séries J de O et C les valeurs $0{,}519$ et $0{,}559 \times 10^{-8}$ cm. De la valeur de Bragg pour la ligne α du palladium $0{,}586 \times 10^{-8}$ cm, on déduit les valeurs suivantes pour les lignes β et γ : $0{,}520$ et 509×10^{-8} cm. L'auteur a mesuré les coefficients d'absorption des rayons du tube dans Rh, Pd et Ag. Les résultats permettent d'établir entre la longueur et le coefficient d'absorption la relation : $\tau/\rho = K\lambda^3$, où τ/ρ est le coefficient de fluorescence et K une constante pour une substance donnée dans l'intervalle de longueurs d'onde entre les bandes d'absorption de la substance. La longueur d'onde critique nécessaire pour exciter les rayons caractéristiques de la substance se trouve au voisinage du rayon β de cette substance ; le rayon α n'est pas excité jusqu'à ce que le rayon β le soit. La pureté des lignes caractéristiques émises par un tube et isolées par réflexion sur une face cristalline dépend, en grande partie, de l'état de fonctionnement du tube.

535.215 : 537.531. — L'action photo-électrique des rayons X ; O.-W. Richardson. Communication à la Royal Society de Londres le 7 février 1918. *Revue générale des Sciences*, 30 avril 1918, t. XXIX, p. 255. — L'auteur arrive aux conclusions suivantes : le rapport E_K/E_A de l'énergie E_K émise sous forme de radiation K secondaire K à l'énergie E_A de la radiation primaire (de longueur d'onde λ absorbée s'exprime, dans le cas du brome, par la formule

$$\frac{E_K}{E_A} = \frac{\lambda}{(1+p)\lambda_K} \quad \text{où} \quad p = e^{\frac{-0{,}46\,\lambda_{K\gamma} - \lambda}{\lambda}},$$

où λ_K est la longueur d'onde moyenne de la radiation K et $\lambda_{K\gamma}$ la longueur d'onde de la radiation K la plus courte. Cette formule implique l'émission d'un électron pour chaque quantum ($h\nu$) de radiation primaire absorbée, et pour l'émission de chaque quantum de radiation K l'absorption d'un quantum de radiation primaire quand $\nu = \infty$, de deux quanta de radiation primaire, quand $\nu = \nu_{K\gamma}$, fréquence limite pour l'excitation, et de quantités d'énergie primaire variant entre 1 et 2 quanta pour des radiations excitantes de fréquence intermédiaire.

MESURES ET ESSAIS

531.7 + 621.317. — Appareils et instruments de précision. *R. G. E.*, 13 avril 1918, t. III, p. 568, 800 mots. Analyse du rapport de L. Angel à la section III « Mécanique, machines-outils » du Congrès du Génie civil.

536.532. — Un thermomètre enregistreur électrique ; C.-V. Boys. *Revue générale des Sciences*, 30 avril 1918, t. XXIX, p. 356. Communication à la Physical Society de Londres du 8 février 1918. — Cet instrument a été conçu et exécuté pour être placé dans la boîte d'une horloge régulatrice. L'élément thermo-électrique consiste en une tige d'ébonite dans un tube de verre. La dilatation différentielle est déterminée par une paire de leviers ayant un déplacement de 25 mm pour 10° F. Un tambour porte un graphique barométrique ordinaire ; il est mû à une vitesse constante au moyen d'un dispositif actionné par le poids de l'horloge dans sa descente.

536.72. — Valeur de l'équivalent mécanique de la petite calorie ; T. Carlton Sutton. *Philosophical Magazine*, janvier 1918, 6e série, t. XXXV, p. 27-29, 2 fig. — Après avoir rappelé que les différentes valeurs proposées pour le joule sont comprises entre 4,173 et 4,189 cal-g-d, l'auteur en déduit une autre qu'il calcule d'après une détermination de la chaleur latente de vaporisation de l'eau à 100° C, soit $538{,}7 \pm 0{,}1$ cal. La valeur correspondante de J serait alors $4{,}185 \pm 0{,}002$.

537.26. — Mesure des pertes diélectriques des isolants. *R. G. E.*, 2 mars 1918, t. III, p. 319-327, 7500 mots, 18 fig. Analyse d'un article de C.-E. Skinner publié dans *Journal of the Franklin Institute*, juin 1917, t. CLXXXIII, p. 667-714.

537.731. — Instruments de mesure du courant à loi de déviation parabolique. *R. G. E.*, 12 janvier 1918, t. III, p. 59, 800 mots. Analyse d'un article de Wertheim Salomonson, publié dans *Electrician*, 7 septembre 1917, t. LXXIX, p. 901, 1000 mots.

537.734. — Nouvelle méthode pour la mesure des capacités. *Elettricista*, 1er février 1918, t. VII, p. 22-23, 450 mots.

621.315.4. — Mesure de la résistance des terres. *R. G. E.*, 22 décembre 1917, t. II, p. 968-969, 1500 mots. Analyse d'un article de *Electrical Review*, Chicago, 16 juin 1917, t. LXX, p. 1007-1010, 4800 mots.

621.387. — Une méthode nouvelle d'inscription graphique en physiologie. *R. G. E.*, 24 novembre 1917, t. II,

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

p. 814, 160 mots. Analyse d'une communication de L.-C. Soula, publiée dans *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1er octobre 1917, p. 431-432, 450 mots.

621.317.1. — L'emploi des synchronoscopes; Otto von Dannenberg. *Electrical World*, 26 janvier 1918, t. LXXI, p. 205, 600 mots, 1 fig. — Dans cet article l'auteur appelle l'attention sur certaines précautions à prendre dans l'emploi des synchronoscopes.

621.317.7. — Nouvelles formes d'appareils à prépaiement; Biermann. *Electrician*, 12 avril 1918, t. LXXX, p. 849, 370 mots.

538.32. — Calcul de la force maximum qui s'exerce entre deux courants circulaires concentriques; H. Nagaoka. *Philosophical Magazine*, janvier 1918, 6e série, t. XXXV, p. 13-21. — Développements mathématiques qui sont le complément de travaux antérieurs sur le même sujet publiés dans *Journal Coll. Sc.* Tokyo, 1903, t. XVI, et *Philosophical Magazine*, 1903, t. VI, p. 19. L'auteur montre l'importance de cette force maximum dans la construction des électrodynamomètres-balances et le rôle qu'elle peut jouer dans les théories modernes sur la constitution de l'atome.

654.25. — Mesures faites sur l'extincteur d'étincelles d'émission de Sayville. *Jahrb. der drahtl. Telegr.* t. II, p. 233; *E. T. Z.*, 15 novembre 1917, t. XXXVIII, p. 548, 600 mots.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.17. — Discussion sur la quantité de charbon nécessaire pour obtenir 1 kw-h. *Electric Railway Journal*, 16 mars 1918, t. LI, p. 525-526, 1 500 mots.

621.311. — Procédés pour accroître la capacité de surcharge du matériel électrique; Montgomery. *Electrical Review*, Chicago, 19 janvier 1918, t. LXXII, p. 122-123, 1 250 mots, 1 tab.

621.313.21. — La commutation dans les machines à courant alternatif; Marius C.-A. Latour. *Proceedings of the A. I. E. E.*, février 1918, t. XXXVII, p. 169-194, 9 000 mots, 23 fig. — On sait que l'effet de réaction inductive d'un enroulement à collecteur dans un champ magnétique tournant décroît proportionnellement à l'accroissement de vitesse depuis l'immobilité jusqu'au synchronisme, point où il s'annule. Comme l'auteur l'a le premier montré, il y a plusieurs années, il devient négatif aux vitesses supérieures au synchronisme, et dans ce cas le rotor d'un moteur agit comme une capacité. L'auteur introduit, dans la discussion des caractéristiques de commutation des alterno-moteurs à collecteur, sa théorie d'après laquelle une commutation parfaite dans le moteur à courant continu dépend surtout de la production d'un champ résultant moyen neutre dans la région où se fait la commutation et montre que la production d'un champ tournant parfait dans un moteur polyphasé à collecteur aide à assurer une commutation parfaite au synchronisme exact. Dans un moteur à collecteur monophasé, on peut produire au synchronisme un champ tournant « polyphasé » en employant des balais supplémentaires, mis en court-circuit sur eux-mêmes et décalés sur le collecteur de 90° électriques par rapport aux balais monophasés principaux. Comme dans le cas des moteurs polyphasés, la difficulté d'assurer une commutation parfaite au synchronisme devient celle de produire un champ tournant parfait. L'auteur montre que l'emploi d'enroulements à pas raccourci dans le rotor et une répartition sinusoïdale des conducteurs du stator sont très efficaces à ce point de vue. Dans un moteur construit selon les principes exposés ici, les difficultés de commutation ne sont pas sérieuses, l'aptitude à la surcharge est plus grande que celle d'un moteur asynchrone et la machine peut fonctionner comme un condensateur branché sur le réseau. — P. L.

621.316.4. — Etude pour l'unification des fréquences; U. Del Buono, *Elettrotecnica*, 5 et 15 février 1918, t. V, p. 38-45 et 56-63, 12 000 mots, 10 fig. — Le problème de l'unification des fréquences est particulièrement important en Italie où les réseaux ont des périodicités, différentes (surtout 42 et 50 p : sec). Pour l'étudier l'Associazione Elettrotecnica Italiana a nommé une Commission spéciale, présidée par l'auteur. La présente communication a pour but de faciliter les travaux de la Commission ; dans sa discussion, l'Assemblée examine les effets d'un changement de fréquence sur les installations existantes, c'est-à-dire sur les motrices thermiques et hydrauliques, sur les générateurs, les canalisations, les transformateurs, les moteurs, etc. — L'auteur étudie les différents moyens pour transporter l'énergie d'un réseau à un autre par des convertisseurs de fréquence, il examine aussi la possibilité d'un changement de fréquence de certains réseaux et envisage enfin l'adoption d'une fréquence unique de 46 p : sec.

STATIONS ET RÉSEAUX

621.311 (44). — L'électricité dans la région de Saint-Nazaire; Jacques de Soucy. *R. G. E.*, 9 mars 1918, t. III, p. 357-372, 7 000 mots, 13 fig., 2 plans. — L'article décrit l'usine génératrice de la Société « l'Energie électrique de la Basse-Loire » ainsi que les installations du port et de la ville qui utilisent l'énergie électrique comme force motrice.

621.311.21 : 35.571.6 (44 : 73). — Aidons la France à s'organiser; Alexander Clogher et V. Hammel. *Electrical World*, 19 janvier 1918, t. LXXI, p. 148-145, 3 000 mots, 4 fig. — Les auteurs montrent le rôle que l'électricité est appelée à jouer dans les installations fixes de l'arrière et en particulier dans les camps américains ; ils proposent d'utiliser dans ce but des centrales hydro-électriques que le génie américain se chargerait d'installer rapidement.

621.311.21. — Usine hydro-électrique de Corfino; Angelo Omodeo. *L'Industria*, 15 janvier 1918, t. XXXII, p. 14-24, 2 500 mots, 33 fig. — Description du barrage de l'usine avec nombreuses photographies prises pendant sa construction.

627.1 (42). — Puissance hydraulique en Grande-Bretagne; Alexander Newlands. *Electrical Review*, 8 février 1918, t. LXXXII, p. 125-128, 3 200 mots. Extrait d'un travail présenté à la Royal Society of Arts. — Dans ce travail, l'auteur a rassemblé un grand nombre de données relatives aux chutes de pluie, aux débits des cours d'eau, à la puissance hydraulique disponible, etc., pour la Grande-Bretagne. — AB.

621.311.21. — Une station hydro-électrique automatique. *Revue générale des Sciences*, 15 février 1918, t. XXIX, p. 68. D'après *Electrical World*, décembre 1917, t. XXX, p. 1042. — La « Iowa Railway and Light Co » a mis en service sur la rivière Cedar une station génératrice hydro-électrique entièrement automatique.

621.311.21 (931). Installations hydro-électriques du lac Coleridge en Nouvelle-Zélande. *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*, (chronique), octobre-décembre 1917, 70e année, p. 958-959, 400 mots. — Le lac Coleridge, qui a environ 16 km de longueur, est situé dans la province de Canterbury, dans le bassin de la rivière Rokala. On a d'abord installé trois unités génératrices d'une puissance collective de 6 000 ch ; mais, dès la fin de la première année de fonctionnement, il fallait installer une nouvelle unité de 2 000 ch et, en 1916, il fallait envisager l'installation d'une autre unité de 4 000 ch. — L'énergie électrique est jusqu'ici consommée pour l'éclairage, la traction et la force motrice ; mais, outre qu'on prévoit une augmentation de cette dernière utilisation, des efforts sont faits en vue de la création d'usines électro-chimiques et d'aciéries électriques, aciéries que justifierait l'existence de nombreux gisements de minerais de fer dans la Nouvelle-Zélande.

Digitized by Google

Digitized by Google

621.311.21 (43.3). — Les installations hydro-électriques du Walchensee. *E. T. Z.*, 20 décembre 1917, t. XXXVIII, p. 596-598, 3 000 mots, 1 fig. — Publication des projets couronnés au concours pour l'aménagement des forces motrices du lac de Walchensee (Bavière). — Le concours ouvert en 1908 par le gouvernement bavarois comportait l'aménagement des forces motrices de l'Isar et des lacs de Walchensee et de Kochel. Sur 31 projets présentés, 6 furent primés. Ils comportent tous la création d'une dérivation de l'Isar pour l'alimentation du Walchensee, et l'utilisation de la différence de niveau d'environ 200 m qui existe entre ce lac et celui de Kochel. La puissance totale varierait de 50 800 à 71 800 poncelets. La dépense, y compris les machines électriques, mais sans les canalisations, atteindrait 20 à 32 millions de marks. L'article analyse successivement les six projets primés. — J. C.

627.81 (494). — Lac-réservoir des usines hydro-électriques de Montboron. *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France* (chronique), octobre-décembre 1917, 70e année, p. 942-944, 1 100 mots. — Dès les premières années de son existence la Société de Montboron a constaté que le minimum d'étiage des eaux de la Sarine était bien inférieur aux prévisions et que, d'octobre à mars, on était loin de produire la puissance de 50 000 ch pour laquelle les installations avaient été prévues. Pour parer à cette insuffisance, elle construisit une usine thermique de 5 000 ch qui lui rendit d'importants services, surtout pendant les hivers 1908-1909 et 1916-1917. Mais en raison du prix croissant du charbon, la Société a décidé d'établir à La Tine, près du barrage actuel, un nouveau barrage beaucoup plus élevé qui aurait pour conséquence l'accumulation de près de 4 millions de mètres cubes d'eau dans le bassin de Vernex, au-dessous de Rossinières et de créer un lac plus important que les lacs de Zug (3 200 000 m³), de Walenstadt (2 500 000 m³), Bienne (1 200 000 m³), etc. Les difficultés que l'on rencontre actuellement mettent néanmoins la Société dans l'obligation de ne réaliser pour le moment qu'une partie de ce projet; l'article donne quelques détails sur les travaux correspondant aux deux périodes d'exécution.

627.1 (71). — Le Niagara mobilisé pour aider la civilisation; P. STEINMETZ. *Electrical World*, 23 février 1918, t. LXXI, p. 399, 650 mots, 1 fig. — Le besoin urgent d'énergie électrique se faisant sentir aux Etats-Unis, on a songé à utiliser entièrement les chutes du Niagara pour suppléer au manque de charbon. Pour satisfaire les touristes, l'eau serait rendue à la chute les dimanches et jours de fête.

621.311 (73). — Les usines électriques des États-Unis d'Amérique. *Schweizerische Bauzeitung*, 23 février 1918, t. LXVI, p. 59, 80 mots). — Le nombre de centrales électriques américaines qui était en 1912 de 5 221 est tombé en 1916 à 5 088. En même temps, la puissance totale passait de 5,1 à 8,5 millions de kilowatts. Les moteurs primaires avaient une puissance de 12 millions de poncelets dont 7,5 millions pour les moteurs à vapeur, 4 millions pour les turbines hydrauliques et 0,18 million pour les moteurs à combustion. L'énergie produite en 1916 atteint 23 300 millions de kilowatts-heures contre 11 500 millions en 1912.

J. C.

621.311 (73). — La puissance des grandes centrales américaines. *Electrical World*, 23 mars 1918, t. LXXI, p. 618-619, 700 mots, 1 tab. — Cet article contient un tableau indiquant la puissance des plus grandes centrales américaines, leur facteur de puissance moyen, la puissance maximum fournie par chacune d'elles, etc., le tout pour les années 1915, 1916, 1917.

621.311.22 (42). — Station centrale d'électricité de Walsall. *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France* (chronique), octobre-décembre 1917, 70e année, p. 959-960, 500 mots. — Grâce à des dispositions spéciales dans l'installation et dans le service des chaudières, de l'emmagasinement et du transport des combustibles, cette station peut être considérée comme la plus économique qui existe en Grande-Bretagne, car la dépense de construction n'y ressort qu'à 165 fr : kw, aux prix de 1914. Dans l'étude de la manutention du combustible, on s'est surtout attaché à assurer un approvisionnement convenable de charbon et, en même temps, à éviter les lourdes dépenses que nécessite l'établissement de soutes de grandes capacités à la partie supérieure des bâtiments. La chaufferie est établie pour 6 unités indépendantes pouvant donner chacune 13 600 kg de vapeur par heure avec de l'eau à 40°; le rendement thermique de ces chaudières a été trouvé de 88 pour 100; la surface horizontale occupée par la chaufferie n'est que de 1 m² pour 150 kg de vapeur produite. La chambre des machines est établie pour recevoir 3 turbo-alternateurs de 4 000 kw, à 3 000 t : min. Pour une production de puissance de 8000 kw, avec un facteur de charge d'environ 30 pour 100, la dépense totale de production de l'énergie est de 2,75 centimes par kilowatt-heure non compris loyers et impositions; avec un facteur de charge de 50 pour 100, on descendrait à 2,2 centimes; si, par suite de l'installation d'une usine électrochimique, le facteur de charge s'élevait à 80 pour 100, le prix du kilowatt-heure s'abaisserait à 1,7 centime.

621.311.22 (73). — L'usine génératrice de Windsor (W. Va) de la American Gaz and Electric Company. *Electrical World*, 9 février 1918, t. LXXI, p. 292-296, 3 600 mots, 6 fig. — Description complète de cette installation qui jouit de deux avantages de tout premier ordre : voisinage de la rivière Ohio qui fournit l'eau de condensation et voisinage du carreau de la mine qui donne un charbon de première qualité. L'article s'étend principalement sur les appareils primaires : moteurs à vapeur, condenseurs, foyers, etc. Les turbo-générateurs sont constitués par des unités de 30 000 kv-a.

621.311 (71). — L'usine génératrice de Calgary (Canada); James F. Mac CALL. *Electrical Review*, Chicago, 9 février 1918, t. LXXII, p. 221-223, 5 phot. — Calgary est une ville de 80 000 habitants située dans la province d'Alberta, à l'ouest du Canada. L'énergie électrique lui est fournie, partie par l'usine hydro-électrique de la Calgary Power Company, Ltd, érigée à 8 km à l'ouest de la ville sur la rivière Bow, partie par la station municipale à vapeur. C'est la description de cette dernière qui fait l'objet de l'article. La Compagnie a traité pour 3 500 kw qui sont d'abord transmis à la tension de 55 000 v à la sous-station qu'elle possède à l'est de la ville; en ce point, elle abaisse la tension à 12 000 v et l'énergie est alors répartie entre les 4 sous-stations municipales, qui travaillent en parallèle avec l'usine. Celle-ci comprend 3 turbo-alternateurs, triphasés, 60 p : sec, 2 300 v, de 5 250, 2 500 et 1 800 kw et deux groupes à courant continu, 550 v, de 600 kw pour le service des tramways. Les tarifs adoptés sont les suivants. Pour l'éclairage : 0,259 fr pour les 1 000 premiers kilowatts-heures; 0,2072 fr pour tous les autres avec une remise de 10 pour 100, si la note mensuelle est payée dans les dix jours. Le prix minimum est de 3,90 fr, si la puissance reliée ne dépasse pas 1 kw; et 2,60 fr pour chaque kilowatt en plus. Il y a aussi un tarif uniforme réglé de la façon suivante : 2,60 fr pour chacune des 20 premières lampes de 16 bougies; puis 2,10 fr. pour chaque lampe au-dessus de 20. Pour la force motrice : 0,1036 fr pour les 750 premiers kilowatts-heures; 0,093 fr pour les 1 000 suivants; 0,083 fr pour les 1 750 suivants; 0,067 fr pour les 9 000 suivants; et enfin 0,057 fr pour les 12 500 suivants. Quand l'énergie n'est utilisée qu'en dehors de la pointe et n'excède pas 130 kw-h : par cheval relié, on fait encore un escompte variable de 5 à 15 pour 100; ce dernier est appliqué aux consommateurs qui dépensent plus de 300 kw par cheval relié et par mois. Pour une puissance de 1 ch, la rétribution mensuelle ne doit pas être inférieure à 2,60 fr

Digitized by Google

Digitized by Google

par mois. Cette installation est gérée par la municipalité qui la traite comme une affaire commerciale, sans aucune immixtion politique ou électorale. L'auteur la propose d'ailleurs comme modèle.

621.311.22 (73). — Station génératrice de Colombus. *Electrical World*, 2 mars 1918, t. LXXI, p. 450-453, 3 800 mots, 8 fig. — Le fait peut-être le plus frappant est que la station a été installée à 16 km environ du centre de la ville, c'est-à-dire là où le charbon et l'eau sont réellement disponibles. La vieille station centrale nécessairement édifiée au voisinage du centre d'utilisation tend à disparaître ; mais il est encore assez rare de rencontrer une station destinée à un service urbain qui soit délibérément installée hors du lieu qu'elle alimente et pour laquelle le choix de l'emplacement soit surtout dicté par la nécessité de réaliser de bonnes conditions de production. — L'équipement est un équipement ordinaire, avec turbo-générateurs et chaudières tubulaires, et un des avantages accessoires d'un emplacement hors de la ville est la possibilité d'une installation toute au niveau du sol, ce qui simplifie considérablement l'entretien des appareils. — Des soins particuliers ont été apportés à l'installation prévue pour l'alimentation en charbon. L'eau d'alimentation est empruntée à la rivière, mais elle subit une purification qui en améliore la qualité. — La partie électrique de l'installation est construite suivant les méthodes habituelles : à signaler cependant que la tension primaire est 4 150 v sur un système de distribution à 4 fils. — A. B.

621.311.22 (73). — Station centrale à vapeur de Warrior de la Cie d'Alabama ; W.-B. WEST. *Electrical Review*, 16 mars 1918, t. LXXII, p. 449-450, 1 500 mots, 5 fig. — Description sommaire d'une centrale de 25 000 kv-a.

621.311.22 : 622. — Une puissante station centrale sur le carreau d'une mine. *Electrical World*, 16 février 1918, t. LXXI, p. 344-347, 3 800 mots, 6 fig. — Cet article donne des renseignements intéressants sur une très importante centrale des Etats-Unis prévue pour utiliser 6 unités de 30 000 kw chacune. Installée aux abords même d'une mine de charbon, cette usine transmet l'énergie sous forme de courants triphasés à 11 000 v et 60 p : sec. L'article contient des schémas de l'installation et des vues d'ensemble de l'usine.

621.311 21. — L'importance des stations centrales utilisant des chutes d'eau mise en évidence par la guerre ; Calvert TOWNLEY. *Electrical World*, 26 janvier 1918, t. LXXI, p. 202-203, 2 500 mots.

627.311.21 : 719.1. — Les usines hydro-électriques et la conservation des sites. *R. G. E.*, 20 avril 1918, t. III, p. 593-594, 800 mots. Analyse du rapport de Henri DEFERT, à la section II « Industries des Transports » du Congrès du Génie civil.

621.311.21 + 621.311.22. — Le développement de l'énergie hydro-électrique envisagé au point de vue commercial (comparaison entre les usines hydrauliques et les usines à vapeur ; les lois nécessaires pour obtenir ce développement) ; Calvert TOWNLEY. *Electrical Review*, Chicago, 26 janvier 1918, t. LXXII, p. 150-152, 3 600 mots.

621.311.21 + 621.311.22. — Combinaison économique entre les centrales à vapeur et les centrales hydro-électriques. *L'Industrie électrique*, 25 octobre 1917, t. XXVI, p. 385-388, 3800 mots. Cet article analyse et commente sommairement une communication de M. Clair PUTNAM à l'American Institute of Electrical Engineers et publiée dans les *Proceedings* de juin 1917 de cette Société.

621.311.00.35. — Détermination du centre de consommation ou centre de gravité d'une installation électrique ; C.-E. CARY. *Electrical Review*, 2 mars 1918, t. LXXII, p. 380, 500 mots, 3 fig.

621.311 (017). — L'uniformisation dans la construction des stations centrales. *Electrical Review*, Chicago, 9 mars, 1918, t. LXXII, p. 409-412, 2 000 mots. — Le développement considérable pris par les stations centrales aux Etats-Unis a montré la nécessité d'uniformiser beaucoup de parties de ces stations et en particulier les tableaux de distribution. L'article en question montre ce qui a été fait dans ce sens par une des plus importantes distributions, la Commonwealth Edison Co.

621.311.2. — Organisation d'une petite station centrale ; A.-R. ZAHORSKY. *Electrical Review*, 2 mars 1918, t. LXXII, p. 363-364, 2 200 mots, 4 fig. — Dans cet article l'auteur étudie l'installation d'une petite station centrale utilisant à la fois une chute d'eau et un moteur thermique à huile lourde, ce dernier servant de secours. L'auteur a pris comme exemple une installation de 25 kw faite dans les monts Ozark. L'équipement du réseau est également envisagé ainsi que l'organisation de la ligne téléphonique suspendue aux fils mêmes de la canalisation par l'intermédiaire d'isolateurs faciles à établir. L'énergie électrique produite par un alternateur triphasé de 55 kv-a, 220 v, 60 p : sec est transmise à 2 300 v et ramenée à 220 v dans une sous-station formée de deux transformateurs aériens de 7,5 kv-a.

621.311.2 (42). — Proposition relative à l'interconnexion des usines génératrices de la Grande-Bretagne. *Electrical Review*, Chicago, 9 février 1918, t. LXXII, p. 226-229. — Rapport du sous-comité investi de la mission de rechercher les moyens par lesquels on pourrait économiser le charbon dans le Royaume-Uni. L'une des solutions préconisées consisterait à condenser en seize régions les usines génératrices d'électricité qui sont actuellement disséminées dans 600 districts. Le rapport donne des indications très détaillées sur l'équipement et la constitution des nouvelles usines qui devraient être d'une très grande puissance individuelle et capables de se prêter mutuellement secours.

621.311. — Le réglage des grandes stations centrales. *Electrician*, 3 avril 1918, t. LXXX, p. 834-835, 2000 mots ; *Electrical Review*, 19 avril 1918, t. LXXXII, p. 366, 2 000 mots. — Résumé d'une discussion sur une communication de M. Wedmore.

621.5 : 621.311. — Utilité de l'air comprimé dans les centrales. *R. G. E.*, 4 mai 1918, t. III, p. 659-660, 1 200 mots, 1 fig. Analyse d'un article de HORSCHBERG, publié dans *Electrical Review and Western Electrician*, 30 juin 1917, t. LXX, p. 1089-1093, 3 000 mots, 8 fig.

662.66 + 621.311.22. — Recommandation de la Commission des économies de charbon aux Etats-Unis dans les stations centrales. *Electrical Railway Journal*, 19 janvier 1918, t. LI, p. 135-136, 2000 mots.

662.66 + 621.311.22. — La conservation du charbon et les stations centrales. *Electrician*, 12 avril 1918, t. LXXX, p. 858-859, 2 300 mots ; *Electrical Review*, de Londres, 3 mai 1918, t. LXXXII, p. 431, 1 200 mots.

621.182 : 621.311.22 — Les économies de combustible et d'entretien des chaudières dans les stations centrales ; S.-B. APPLEBAUM. *Electrical World*, 16 février 1918, t. LXXI, p. 349-352, 3000 mots, 3 fig. — Cet article montre comment une étude approfondie de l'alimentation des chaudières et de l'épuration des eaux peut amener de sérieuses économies dans le prix de revient de la vapeur produite.

621.311.00.3. — Comment une station centrale encourage les économies. *Electrical World*, 16 février 1918, t. LXXI, p. 363-364, 2 000 mots, 2 fig.

621.317.8. — Système de tarification le plus avantageux pour Rhode Island. *Electric Railway Journal*, 23 mars 1918, t. LI, p. 570-573, 3750 mots, 3 fig., 1 tab.

Digitized by Google

Digitized by Google

621.317.8. — Tarification de l'énergie électrique suivant la demande de l'abonné; Chester I. Hall. *Electrical Review*, Chicago, 23 février 1918, t. LXXII, p. 333-334, 2 200 mots, 1 fig. — Cette question, qui a déjà fait couler beaucoup d'encre, est envisagée sous un jour nouveau en partant de la tarification bien connue de M. Wright. L'auteur établit ses tarifs sur les bases de charges suivantes : *a*) charges jusqu'à 0,1 kw; *b*) charges de 0,1 à 2,5 kw; *c*) charges de 2,5 à 50 kw; *d*) charges de 50 à 100 kw; *e*) charges au-dessus de 100 kw. Il montre ensuite l'influence de l'intervalle de temps séparant deux intégrations successives et classe les abonnés d'après ce dernier facteur.

621.311.21:336.277. — Observations pratiques sur la patente des usines hydro-électriques; Paul Bougault. *L'Industrie électrique*, 10 janvier 1918, t. XXVII, p. 14-17, 3 200 mots. — Bien que la loi du 31 juillet 1917 ait supprimé la part de l'Etat dans l'impôt des patentes, cet impôt subsiste en faveur des départements et des communes, et il est même à prévoir qu'il subsistera longtemps encore. Et comme la part des départements et communes est souvent prépondérante, il importe que les industriels ne perdent pas de vue le mode d'établissement de cet impôt. Aussi l'auteur croit-il devoir indiquer par un exemple comment doit être calculé cet impôt sur la puissance hydraulique des usines.

621.317.5.00.46. — Economies réalisées dans les stations centrales dans la réparation et l'étalonnage des compteurs; C.-W. Geiger. *Electrical Review*, 2 mars 1918, t. LXXII, p. 365-366, 2 000 mots, 5 fig. — Cet article contient une description des procédés employés à Los Angeles pour la réparation et la remise en état des compteurs de la station centrale. On y envisage le mode de transport le plus commode des compteurs, l'équipement des salles d'essais, et l'organisation du service.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313 : 621.824(017). — Unification des bouts d'arbres des moteurs électriques. *R. G. E.*, 13 avril 1918, t. III, p. 543-544, 400 mots, 1 fig., 1 tab. — La note sur ce sujet indique les dimensions qui ont été adoptées par la Chambre syndicale des Constructeurs de gros matériel électrique pour les bouts d'arbres des moteurs.

621.333 : 551.577. — Les effets d'un hiver rigoureux sur les moteurs ventilés; R.-E. Hellmund. *Electric Railway Journal*, 16 mars 1918, t. LI, p. 507-510, 3 800 mots, 1 fig. — Dans cet article l'auteur examine comment se sont comportés des moteurs fermés et des moteurs ventilés au cours d'un hiver rigoureux. Il montre que, pour les moteurs ventilés, des accidents se sont produits par suite de l'introduction de la neige en poussière fine dans les carters ; cependant si certaines précautions sont prises on peut éviter ces ennuis qui sont moindres que ceux qui se produisent dans de vieux moteurs fermés dont les ouvertures de visite sont mal entretenues.

621.344. — Les électro-aimants de levage; J. Reyval. *R. G. E.*, 16 mars 1918, t. III, p. 397-408, 6 000 mots, 19 fig. — Dans cet article, on a passé en revue tout d'abord les différents cas qui se présentent dans la pratique de la manutention des matériaux d'usine. La constitution des électro-aimants répondant à ces desiderata a été indiquée et l'attention a été attirée sur les points particuliers que nécessite la construction de ces engins modernes. On y décrit les électro-aimants Couffinhal, les électro-aimants Allen West, les électro-aimants de la Société « L'Eclairage électrique » et ceux de la Compagnie générale électrique de Nancy.

621.87:621.761. — Elévateur pour wagon employé dans les aciéries. *Electrical Review*, 19 avril 1918, t. LXXXII, p. 363, 1 500 mots, 4 fig.

621.344 : 621.86. — Emploi de la commande électrique dans les fabriques d'appareils de levage. *Electrical Review*, Chicago, 9 mars 1918, t. LXXII, p. 428, 750 mots.

621.344 : 621.875. — Le transbordeur de Bordeaux ; C. Manceau. *La Nature*, 6 avril 1918, n° 2 323, p. 221-222, 900 mots, 1 tab. — On termine actuellement à Bordeaux le plus grand pont transbordeur du monde : la longueur totale du tablier est de 440 m, la hauteur totale des pylônes atteint 95 m. Ce transbordeur consiste en une poutre métallique reposant, à ses deux extrémités, sur deux pylones métalliques, soutenue et raidie à la manière des ponts suspendus par des câbles en fil d'acier et élevée à une cinquantaine de mètres au-dessus de l'eau. La poutre principale contient un chemin roulant le long duquel se déplace un chariot mû électriquement, auquel est suspendue une nacelle de grandes dimensions où pourront prendre place quatre camions lourds ou huit voitures légères et 250 à 300 piétons.

621.344 : 626.45. — L'électrification des treuils de manœuvre des portes et vannes de l'écluse à sas du port de La Rochelle-Pallice. *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*, octobre-décembre 1917, 70e année, p. 974. D'après une étude de M. Lombard, ingénieur des Ponts et Chaussées, publiée dans *Annales des Ponts et Chaussées*, mai-juin 1916. — Les portes sont formées de deux vantaux métalliques de 12,40 m de largeur sur 11,56 m de hauteur ; chaque vantail est manœuvré des bajoyers contigus par un seul appareil servant à la fois à son ouverture et à sa fermeture au moyen de deux chaînes distinctes. Ces chaînes s'enroulent sur des tambours que le moteur électrique actionne en le faisant tourner dans un sens ou dans l'autre. On se sert de courant continu obtenu par la transformation du courant alternatif triphasé dont on dispose. Ce courant sert aussi à la commande électrique d'un compresseur d'air destiné à la vidange des caisses étanches des différents vantaux et des pompes électriques destinées à vider le lest en eau nécessaire pour l'échouage des bateaux portés. L'ouverture et la fermeture d'une paire de portes se font en deux minutes environ pour chaque opération, dans des conditions normales. La levée des vannes sur 2,40 m de hauteur se fait en 85 à 90 secondes sous la charge d'eau maximum de 5 m en vives eaux et la descente dans le même temps. La fourniture et le montage des divers appareils électriques ont été payés au prix forfaitaire de 92 200 fr. Avec les divers travaux exécutés en régie pour façon des encuvements, tranchées pour canalisations, agrandissement du poste d'électricité, les dépenses totales se sont élevées à la somme de 112 000 fr. La transformation des quatre vannes des acqueducs de sassement, qui a fait l'objet d'un marché spécial, a coûté 15 010 fr. Les installations ont été exécutées par la Société « L'Eclairage électrique » de Paris.

621.346:623.8. — Choix de moteurs pour les chantiers de constructions navales; David Elwell. *Electrical World*, 9 mars 1918, t. LXXI, p. 506-509, 2 500 mots. — Description de l'installation électrique de la « State Island Ship Building Company ». Les nouveaux chantiers pour navires d'acier sont sur l'emplacement d'un chantier pour navires de bois déjà alimenté par du courant continu à 220 v. On a remplacé le courant continu par du courant alternatif à 220 v. Pour la plupart des besoins, on a pu adopter des moteurs à cage d'écureuil. Un petit nombre seulement des moteurs ont dû être munis de compensateurs, en sorte que l'installation est d'un type simple. Avec la tension choisie, il n'est pas nécessaire d'employer des interrupteurs à huile.

A. B.

621.343. — Des transports aériens pour la manutention des matières premières dans l'industrie; G. Séba. *R. G. E.*, 3 et 16 février et 2 mars 1918, t. III, p. 184, 249 et 329, 25 000 mots, 47 fig. — Dans la première partie de cette étude l'auteur examine l'établissement du plan d'une installation de transports aériens et les conditions auxquelles

Digitized by Google

Digitized by Google

doivent satisfaire les pylônes tant au point de vue de leurs caractéristiques que de leur construction et établissement. Dans la deuxième partie, il étudie la question des filets de protection et des ponts-abris pour la traversée par le transporteur aérien des routes et des voies ferrées, celle des rails de roulement et des aiguilles de déviation. Il termine cette deuxième partie de son travail en examinant l'utilisation des transports aériens dans diverses industries. Dans la troisième et dernière, il décrit certains appareils construits en Allemagne où les transports aériens ont pris une importance très grande; il attire toutefois l'attention des industriels sur la possibilité qu'ils ont de se procurer en France des appareils donnant les mêmes avantages et de construction aussi soignée.

622.6(73). — Notes sur les méthodes américaines de manutention du charbon et des minerais de fer. *Electrician*, 12 avril 1918, p. 851-855, 2300 mots, 6 fig.

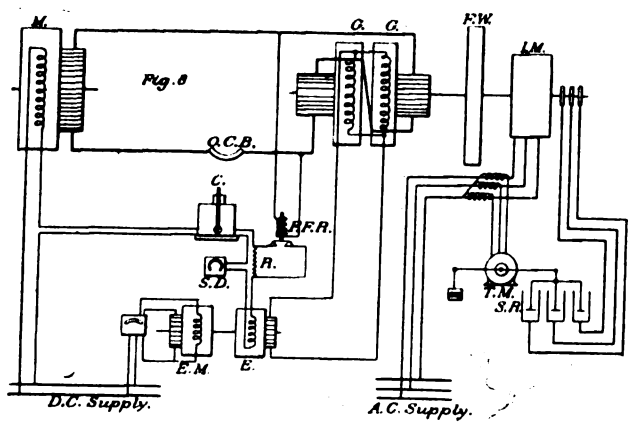
621.345:622.67. — La commande électrique des machines d'extraction; J. Perry. *Electrician*, 5 avril 1918, t. LXXX, p. 828-830, 4000 mots, 3 tab., 4 fig. — Dans cet article l'auteur examine tout d'abord les conditions du problème; il discute ensuite les avantages et les inconvénients de la commande à vapeur et de la commande électrique. Des diagrammes et des tableaux montrent comment se répartissent les pertes d'énergie; enfin, les prix d'installation et d'entretien sont également envisagés et comparés.

621.345:622.8. — L'emploi de l'électricité dans les mines et les accidents qu'elle y a occasionnés. *Electrical Review*, 5 avril 1918, t. LXXXII, p. 333-334, 1500 mots et 6 tableaux statistiques.

621.346 : 621.944. — Conduite électrique des laminoirs; L. Rothera. *Electrical Review*, 15 février 1918, t. LXXXII, p. 165-167, 3200 mots, 6 fig. — Etude de la conduite électrique des laminoirs de laquelle il ressort que les nombreux dispositifs proposés ont permis de remplir d'une manière satisfaisante les conditions, parfois très dures, imposées par le fonctionnement des laminoirs. — A. B.

621.346 : 621.944. — Le moteur à pôles auxiliaires comparé au moteur ordinaire pour la commande des laminoirs; W.-R. Rummer. *Electrical World*, 9 février 1918, t. LXXI, p. 302-303, 2 fig. — La plupart des moteurs à courant continu attelés à des trains de laminoirs demandent un freinage rapide, soit par tamponnage, c'est-à-dire par renversement de marche en pleine vitesse, soit par des procédés dynamiques. La première opération constitue pour le moteur une épreuve très dure, car il se produit, dans l'armature, une force électromotrice qui s'ajoute à la tension de service, et il en résulte des surtensions et des surintensités qui se traduisent par des coups de feu aux balais. L'auteur s'est proposé de rechercher si le moteur à pôles auxiliaires ne serait pas plus apte à supporter ce régime anormal que le moteur ne possédant aucun dispositif de compensation, et il a trouvé, effectivement, que le premier a une commutation sans étincelles pour une surcharge de 320 pour 100 et une survitesse de 80 pour 100, ou une surcharge de 270 pour 100 et une survitesse de 200 pour 100, alors que le second se comporte assez bien sous une surcharge de 270 pour 100 à une vitesse de 80 pour 100 supérieure à la normale, mais dans le cas d'une survitesse de 200 pour 100 il ne supporte que juste la charge normale sans étincelle. Un essai de résistance comprenant 7 500 renversements d'une durée individuelle de 30 secondes, à une surcharge de 270 pour 100 et une vitesse de 150 pour 100 de la vitesse normale, a permis de constater que le moteur à pôles auxiliaires conservait un collecteur parfaitement propre, tandis que l'autre portait des traces de brûlures très graves. — B. C.

621.346:621.944.21. — Un laminoir électrique réversible. *Engineering*, 15 mars 1918, t. CV, p. 282, 1750 mots, 9 fig. — L'article décrit une installation faite par la British Westinghouse Co dans une aciérie de Janow; la disposition générale de l'installation est montrée par la figure 1 de la planche XXV; les figures 2 et 3 montrent le moteur d'induction et le volant; le moteur du laminoir est représenté en figure 4, il a été établi pour fournir un couple de 140 tonnes-mètres à la vitesse de 40 t : min et est capable de laminer des lingots de 4 t de 20 × 18 pouces en 6 × 6,5 pouces à raison de 35 t par heure. Le générateur à courant continu alimentant le moteur du laminoir doit être capable d'assurer l'arrêt et l'accélération rapides de ce moteur; avec le système Ward-Leonard généralement employé, le champ du générateur est réduit à zéro à la fin de chaque passe; bien que le couple dû à l'inertie des masses soit relativement faible comparativement au couple nécessaire pour le laminage, ce couple doit s'exercer dans un temps extrêmement court; il est donc nécessaire de prévoir un dispositif permettant la variation rapide du couple de démarrage. L'installation représentée schématiquement par la figure 8,



621.346 : 621.944.21. — Schéma d'une installation de laminoir à moteur d'induction.

page 284, comprend un moteur d'induction IM, un régulateur de glissement TM; le moteur actionne une génératrice à courant continu GG monté sur l'arbre d'un volant FW; cette génératrice fournit le courant au moteur de laminoir M, un interrupteur de surcharge OCB est intercalé dans ce circuit. Le moteur du laminoir est commandé à l'aide du régulateur C intercalé dans les circuits d'excitation du moteur M et de l'excitatrice E mue par un moteur EM; SD est un dispositif de sécurité et FFR est un relais de renforcement du champ permettant une variation plus rapide de la tension de la génératrice. Le moteur du laminoir a une puissance normale de 2500 ch, mais peut fournir en pointe 8500 ch; sa vitesse peut varier de 0 à 40 t par variation de tension et de 40 à 75 t par variation de son excitation; il est à ventilation forcée, les deux génératrices peuvent fournir chacune 1000 kw en tournant à 600 t : m le moteur d'induction peut développer normalement 1350 ch, le volant de 35 t tourne à 2 2500 pieds par minute. Il est à noter que ce volant est forgé plein et non percé pour diminuer la contrainte de la matière. — E. B.

621.349:628.12. — Pompes élévatoires commandées électriquement; R.-L. Yates. *Electrical Review*, Chicago, 23 mars 1918, t. LXXII, p. 510-512, 3000 mots, 5 fig. — Deuxième partie d'un article commencé dans le numéro précédent.

621.349·628.12. — L'élévation de l'eau par l'électricité; R.-L. Yates. *Electrical Review*, 16 mars 1918, t. LXXII, p. 451-464, 5200 mots, 5 fig. — Etude comparative d'installations de pompes triplex et de pompes centrifuges.

Digitized by Google

Digitized by Google

621.349 : 628.12 (71). — Installations de pompage pour l'alimentation en eau des villes canadiennes; G. Kühne. *Schweizerische Bauzeitung*, 9 février 1918, t. LXXI, p. 61-64, 3000 mots, 5 fig. — Description des installations de pompage des villes de Desoronto, Regina, Kitchener et de Port-Arthur (Canada), comportant toutes des pompes centrifuges. A Desoronto la pompe est conduite normalement par un moteur à 6 pôles branché sur un réseau à 60 p : sec. Elle tourne alors à 1 160 t : min et la pression manométrique est de 58 m. En cas d'incendie, elle est actionnée par un moteur à 4 pôles branché sur un réseau à 50 p : sec. Elle tourne alors à 1 430 t : min, et la pression manométrique atteint 88 m. Ce premier moteur développe 90 poncelets, le second 150. A Kitchener, les 2 pompes tournent à vitesse constante, les moteurs étant à 50 p : sec. En cas d'incendie les pompes sont montées en série, et la hauteur manométrique est ainsi doublée pour le même débit. A Port-Arthur il y a 3 groupes, commandés chacun par un moteur synchrone de 270 poncelets, 1 200 t : min à 60 p : sec. Des excitatrices permettent le démarrage et la mise au synchronisme. Ici la pression reste constante, mais les canalisations sont prévues de façon que le débit puisse être doublé ou triplé en cas d'incendie. — J. C.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654.6. — Essai de câble aérien. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1918, t. VII, p. 206-208, 700 mots. — Un câble aérien, d'une longueur de quelques kilomètres, vient d'être posé entre Saint-Denis et la Barre, suivant les méthodes employées en Amérique, et décrites dans les « Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones (décembre 1917, p. 619). Ce câble comprend 56 paires sous papier et plomb du modèle administratif, suspendu à un câble d'acier formé de 7 fils de fer de 4 mm. L'ensemble est porté par des poteaux en bois du modèle réglementaire; les autres organes sont du modèle employé aux Etats-Unis. Les premiers essais de pose ont donné des résultats satisfaisants, les sections établies en novembre 1917 ont supporté, sans faiblir, l'abaissement de température exceptionnel de décembre. Les avantages des câbles aériens sont les suivants : 1° d'abord les avantages que présente le câble téléphonique sur la ligne aérienne ; encombrement réduit au minimum et nombre de conducteurs accru ; entretien réduit au minimum ; anti-induction parfaite si le câble a été fabriqué convenablement ; 2° ensuite des avantages propres au câble aérien, facilité et rapidité de cette méthode de construction. Il est bien entendu que les câbles aériens reliés à des circuits en fils nus, ne devant aucunement rompre l'homogénéité de la ligne, répondront aux mêmes conditions électriques que les câbles souterrains.

654.2. — Télégraphie à grande vitesse. *L'Industrie électrique*, 25 octobre 1917, t. XXVI, p. 392-394, 1500 mots. — Cet article donne, selon toute apparence d'après un périodique anglais qui n'est pas cité, quelques indications sur les systèmes et appareils utilisés ou étudiés en Grande-Bretagne pendant ces dernières années en vue de réaliser les communications télégraphiques à grande vitesse.

654.2 (45). — Communication télégraphique Baudot quadruple Naples-Palerme; P. Mercy. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1918, t. VII, 700 mots, 1 fig. — Les transmissions s'effectuent comme sur les lignes aériennes, c'est-à-dire par deux secteurs dans chaque sens; le câble est bloqué entre des condensateurs shuntés ; de plus, une dérivation est établie, à chaque extrémité du câble, à travers une résistance avec self-induction; enfin le câble est mis à la terre, à chaque révolution des balais, pendant le temps qui s'écoule entre la fin de la transmission et le commencement de la réception.

654.4 + 654.6. — Instruction sur la combinaison des circuits et leur appropriation à la télégraphie et à la téléphonie simultanées. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1918, t. VII, p. 209, 100 mots. — Le service d'études a élaboré une instruction sur les circuits combinés et circuits appropriés à la télégraphie et à la téléphonie simultanées. Cette plaquette, récemment envoyée aux services intéressés, donne toutes les indications désirables au sujet du montage des transformateurs; elle renseigne avec précision sur la manière dont doit être pratiquement réalisée la combinaison des circuits suivant l'importance du bureau considéré. En outre, un appendice de quelques pages rappelle le principe de ces installations et les dispositifs antérieurement employés.

654.4 + 654.6 + 621.316. — Instruction sur la protection des installations télégraphiques et téléphoniques de l'Etat contre les courants industriels. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1918, t. VII, p. 208-209, 300 mots. — Dans la première partie sont étudiées les conditions de coexistence des lignes à courant fort et des lignes à courant faible. En trois chapitres, respectivement consacrés aux lignes de transport d'énergie, aux lignes de traction par courant continu et aux lignes de traction par courant alternatif, les installations industrielles sont sommairement décrites, les dangers qu'elles présentent mis en évidence, et les précautions à prendre détaillées d'une façon complète. La deuxième partie expose l'organisation du service du contrôle (Ponts et Chaussées) et le rôle des Directions régionales des Postes et Télégraphes dans la réception des installations industrielles et dans la constatation des accidents, des dommages et des troubles causés sur les lignes de l'Etat par les courants forts. Enfin, dans une dernière partie, sont reproduites les différentes circulaires de l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones, concernant la protection des lignes télégraphiques et téléphoniques.

654.6 (73). — La téléphonie aux Etats-Unis; G. Valensi. *R. G. E.*, 9 février 1918, t. III, p. 232-238, 6000 mots. Extrait des *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, septembre 1917, p. 334-350, 5 900 mots.

654.6. — Application des amplificateurs à l'exploitation téléphonique; G. Valensi. *R. G. E.*, 6 avril 1918, t. III, p. 512-518, 6500 mots, 6 fig. Extrait des *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, décembre 1917, t. VI, p. 595-613.

654.6 : 31. — Le développement mondial des réseaux téléphoniques en 1917. *L'Industrie électrique*, 25 janvier 1918, t. XXVII, p. 25-26, 1100 mots. Les renseignements statistiques contenus dans cette note proviennent d'une étude de W.-H. Gunston publiée dans *Telegraph and Telephone Journal* et dans *Electrician*, du 19 octobre 1917.

654.6 (494). — Le téléphone en Suisse en 1915. *Schweizerische Bauzeitung*, 26 janvier 1918, t. LXXI, p. 47, 60 mots. — A la fin de 1915, le réseau télégraphique suisse comportait 429 700 km de lignes. Le nombre des centraux était de 802, celui des abonnés de 96.420. Le nombre des conversations annuel était de 70,9 millions. — J. C.

621.332 : 654.6. — Troubles causés sur les circuits téléphoniques par des courants forts, notamment de traction monophasée. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1918, t. VII, p. 191-196, 2000 mots, 4 fig. Extraits d'un article de E.-W. Kellog, paru dans le numéro du 17 novembre 1917 du journal « Telephony ». Quelques-uns des procédés employés aux Etats-Unis pour réduire l'importance des troubles causés par l'induction y sont exposés : le procédé du feeder auxiliaire, employé sur la ligne New-York-New-Haven-Hartford, et le procédé du retour forcé du courant par les rails (transformateur-suceur), employé sur la ligne Philadelphie-Paoli.

654.6. — Protecteur pour écouteurs téléphoniques; Gaston-Marie-Claudius Aulanier (Seine). *Brevet français n° 485 239*, demandé le 26 avril 1917, délivré le 29 sep-

Digitized by Google

Digitized by Google

. tembre 1917, publié le 20 décembre 1917, 500 mots, 2 fig. — Protecteur en métal inoxydable, à l'usage individuel de chaque téléphoniste et s'adaptant aux écouteurs au moyen d'une liaison élastique.

654.6. — Fiche téléphonique; Jean Periès (Seine). *Brevet français n° 485 677*, demandé le 2 juin 1917, délivré le 6 novembre 1917, publié le 29 janvier 1918, 850 mots, 6 fig. — Le corps de la fiche est constitué par une matière non conductrice et se trouve ainsi complètement isolé du circuit intérieur. Les avantages recherchés dans cette construction sont une grande facilité de montage, la légèreté et la supprsesion des risques de courts-circuits dus à l'usure des cordons ou à toute autre cause.

654.6.00.41. — Perfectionnements aux modes d'enregistrement des communications téléphoniques; Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston (Seine). *Brevet français n° 485 708*, demandé le 22 août 1916, délivré le 8 novembre 1917, publié le 1er février 1918, 3900 mots, 2 fig. — Nouveau système de commande des enregistreurs ou compteurs de temps, s'appliquant notamment aux systèmes téléphoniques automatiques; le compteur, mû par un ressort, est normalement à l'arrêt; lorsque l'abonné appelé répond, le compteur est déclanché et fonctionne pendant toute la durée de la conversation : après quoi il est remis à l'arrêt. A cet effet, le compteur est commandé par un relais marginal, insensible aux courants ordinaires et ne fonctionnant que sous l'action d'un courant renforcé, émis automatiquement au moment convenable.

654.6.00.41. — Perfectionnements aux dispositifs d'appel en téléphonie automatique; Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston (Seine). *Brevet français n° 482 971*, demandé le 7 août 1915, délivré le 24 février 1917, publié le 16 mai 1917, 1 800 mots, 7 fig. — L'opérateur d'un tableau dispose, pour appeler, d'un groupe de touches en nombre égal à celui des chiffres servant à former les numéros d'appel : il appuie, sur celles de ces touches qui conviennent, aussi rapidement qu'il le veut; les touches ainsi abaissées actionnent à leur tour des transmetteurs automatiques, qui émettent les impulsions convenables en les espaçant suffisamment pour éviter les fausses manœuvres et les mauvais fonctionnements.

654.6.00.41. — Perfectionnement à la taxation des conversations téléphoniques; Compagnie française pour l'Exploitation des procédés Thomson-Houston (Seine). *Brevet français n° 482 973*, demandé le 7 août 1915, délivré le 24 février 1917, publié le 16 mai 1917; 3 500 mots, 2 fig. — S'applique aux systèmes semi-automatiques; permet à l'opérateur d'enregistrer toute conversation, soit au compte de l'abonné demandeur, soit à celui de l'abonné demandé, suivant les conventions, en agissant sur le compteur de la ligne convenable. Le fonctionnement du compteur est obtenu au moyen d'une impulsion survoltée. En ce qui concerne le demandeur, la manœuvre peut être effectuée soit en recevant la demande de communication, soit en le rappelant pour la lui donner.

654.6.00.41. — Perfectionnement à l'emploi des centraux dans un réseau automatique; Compagnie française pour l'Exploitation des procédés Thomson-Houston (Seine). *Brevet français n° 482 975*, demandé le 7 août 1915, délivré le 24 février 1917, publié le 16 mai 1917, 3 600 mots, 3 fig. — Les centraux auxiliaires disposent actuellement, pour les communications de service avec le central principal, de groupes de lignes spéciales, distinctes de celles qui servent pour les communications normales. L'invention consiste en un transmetteur automatique d'impulsions, permettant au central auxiliaire d'appeler, au central principal, les tables d'opérateurs qu'il désire en utilisant, pour cet objet, les lignes de jonction ordinaires.

621.352.00.46. — Réutilisation des piles usées. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1918, t. vii, p. 199-205, 2 fig. — On peut, dans une certaine mesure, réutiliser une pile Leclanché usée en la démontant, en retirant le sac positif, qu'on lave et qu'on gratte soigneusement, de façon à le débarrasser le plus possible des incrustations cristallines, et en refaisant une pile avec le sac positif ainsi lavé, un zinc neuf et un excitateur nouveau. Mieux encore, en pulvérisant finement le dépolarisant et en le mettant simplement en contact, en quantité convenable, avec de l'acide chlorhydrique dilué au dixième, pendant vingt-quatre heures et en agitant de temps en temps, on réussit à dissoudre le zinc, l'ammoniaque, l'oxyde de manganèse réduit et quelques impuretés du bioxyde de manganèse initial. La matière résultant du traitement par l'acide possède un titre en bioxyde de manganèse pur analogue à celui que présenterait une pile neuve et peut servir à la fabrication de nouvelles piles.

537.53. — Le tube à vide et ses applications; R. Raymond. *L'Industrie électrique*, 10 novembre 1917, t. xxvi, p. 412-414, 2 000 mots, 2 fig. — Après quelques explications préliminaires sur le passage du courant dans les tubes à vide, cette courte note indique le principe du fonctionnement du « pliotron ».

537.4 : 654.25. — Sur la nature et sur l'élimination des perturbations atmosphériques dans les transmissions radiotélégraphiques; C.-J. Groot. *Elettrotecnica*, 5 avril 1918, t. v, p. 140-141, 800 mots. D'après *Proc. Inst. Radio, Engineers* 1917, t. v, p. 75.

654.25. — Sur l'application de la formule d'Austin-Cohen à la résolution de quelques problèmes importants de la technique des radiocommunications; Léon Bouthillon. *R. G. E.*, 23 mars 1918, t. iii, p. 419-424, 4 000 mots, 2 fig. — Après avoir mis la formule d'Austin-Cohen sous forme cohérente, l'auteur indique le mode d'application de la formule à la détermination des caractéristiques des postes d'émission et de réception, au calcul de la portée, de la longueur d'onde optimum et du rendement. Il donne les diverses expressions de la longueur d'onde optimum et du rendement qui correspondent aux cas à envisager en pratique. Il construit enfin un abaque qui permet de résoudre très simplement les divers problèmes posés.

654.25. — Sur un problème relatif à la transmission de l'énergie entre deux stations radiotélégraphiques; C.-J. de Groot. *Elettrotecnica*, 5 avril 1910, t. v, p. 140, 500 mots. D'après *Jahrb. der drahtl. Tel. u. Tel.*, 1917, t. xii, p. 15.

654.25 (485). — Nouvelle station radiotélégraphique suédoise à Karlsborg. *Schweizerische Bauzeitung*, 9 février 1918, t. lxxi, p. 72, 200 mots. — Cette station est la plus puissante de la Suède; sa portée est de 500 km. Elle comporte des pylônes de 210 m de hauteur qui ne pèsent que 25 t et sont établis sur des massifs isolants en granit noir imprégné de paraffine. Ils sont d'ailleurs divisés en quatre parties séparées par des isolateurs. L'antenne se compose de 60 fils en bronze phosphoreux de 450 m de long, tendus entre des potences en acier. A chaque extrémité se trouvent des isolateurs et des ressorts spirales qui évitent les ruptures en cas de tempêtes ou de neige. — J. C.

654.25. — Les pylônes de la station radiotélégraphique de Canacao (Philippines). *E. T. Z.*, 29 novembre 1917, t. xxxviii, p. 567-568, 500 mots, 3 fig. — Ces pylônes sont au nombre de trois, disposés aux sommets d'un triangle équilatéral de 305 m de côté. Leur hauteur est de 183 m et leur poids d'environ 273 t. Ils sont construits en acier et reposent chacun sur trois points d'appui distants de 46 m. Ils sont recouverts de 7 700 kg de peinture. — J. C.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.1. — Elasticité de l'impact des électrons avec les molécules gazeuses. *R. G. E.*, 1er juin 1918, t. III, p. 798, 350 mots. Analyse d'un article de J.-M. Benade et H.-T. Compton publié dans *Physical Review*, mars 1918, 2e série, t. XI, p. 184-202, 6 000 mots, 7 fig., 1 tab.

537.1. — Fréquences atomiques et nombres atomiques. Formules de fréquences à constantes empiriques. — Fréquences électroniques et nombres atomiques; H. Stanley Allen. *Philosophical Magazine*, décembre 1917, t. XXXIV, p. 478-496. — Le rappel de quelques définitions nous permettra de résumer plus facilement la matière de ce long article. Le nombre atomique N d'un élément représente le nombre d'électrons contenus dans l'atome correspondant; Rutherford et Barkla ont montré que N est à peu près égal à la moitié du poids atomique. Plus tard, Moseley (*Journal de Physique*, 1914, p. 239 et 585), en étudiant les spectres de hautes fréquences des rayons X des séries K et L, a établi un certain nombre de formules qui permettent de calculer N en fonctions d'autres éléments. Il est admis aujourd'hui que le nombre atomique d'un élément permet de classer cet élément dans le tableau périodique avec beaucoup plus de précision que le poids atomique lui-même. On rencontre souvent aussi l'expression de fréquence caractéristique; elle dépend des conditions actuelles de l'élément considéré et se déduit de certaines formules. Pour un métal chauffé, à l'état solide, la fréquence caractéristique ν est donnée par la relation

$$\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{D}{A}}$$

dans laquelle A désigne le poids atomique du corps et D, le couple de rappel de l'atome déplacé de l'unité de longueur de sa position d'équilibre. Quant aux électrons, leurs fréquences caractéristiques sont engagées dans des relations simples, telles que $Ve = h\nu - h\nu_0$; ou $V_0 e = h\nu_0$, la première exprimant l'effet photo-électrique; la seconde, le potentiel d'ionisation. On sait que l'expulsion d'un électron hors d'une plaque portée au potentiel V et éclairée par de la lumière ultra-violette exige une certaine énergie qui est précisément représentée par la première de ces équations; ν donne alors la fréquence caractéristique de la lumière excitatrice; le terme $h\nu_0$ représente le minimum d'énergie et ν_0 la plus petite fréquence de la lumière capable de produire l'effet photo-électrique; pour le lithium $\nu_0 = 58 \times 10^{13}$ p : sec; pour le sodium, $\nu_0 = 43{,}9 \times 10^{13}$, etc. Il est probable que le minimum de tension V_0 exigée pour l'ionisation d'un gaz est relié à la fréquence minimum ν_0 ci-dessus par la relation d'Einstein $V_0 = h\nu_0$. L'auteur démontre alors le résultat général suivant : le produit du nombre atomique par la fréquence caractéristique est, dans tous les cas, égal au produit d'un nombre entier n ou $n + \frac{1}{2}$ par une constante. — Pour les corps solides, on a $N\nu = n\nu_A$. $\nu_A = 21{,}3 \times 10^{12}$ p : sec; on voit que le coefficient n suit la même variation périodique que le nombre atomique. — Dans le cas de l'effet photo-électrique, les données expérimentales connues jusqu'ici montrent que l'on a : $N\nu = n\nu_E$ ou $N\nu = \left(n + \frac{1}{2}\right)\nu_E$, où ν_E n'est autre chose que la fréquence fondamentale de la série spectrale de Rydberg. Par exemple, l'auteur publie le tableau suivant relatif aux métaux alcalins

	N	λ en mμ	ν	$N\nu$
Li	3	280	$10{,}71 \times 10^{14}$	$1 \times 3{,}21 \times 10^{15}$
Na	11	340	8,82	$3 \times 3{,}23$
K	19	435	6,90	$4 \times 3{,}27$
Rb	37	480	6,25	$7 \times 3{,}30$

Pour le magnésium, $n = 4 + \frac{1}{2}$, etc. — La formule des potentiels d'ionisation peut s'écrire $eV_0 = h\nu_0$; comme $N\nu_0 = n\nu_E$, on en tire ν_0 et, par suite, V_0 de la première relation. On vérifie alors que $NV_0 = nV_E$, sachant que $eV_E = h\nu_E$; h, constante de Planck, est égal à $6{,}658 \times 10^{-27}$; ν_E est la constante de Rydberg déjà signalée; e, charge de l'électron, est égale à $4{,}774 \times 10^{-10}$ coulomb; on a donc $V_E = 0{,}04518$ US ou 13,35 v. C'est précisément le potentiel d'ionisation de l'atome de H. Franck et Hertz ont, d'autre part, déterminé les valeurs de V_0 pour un assez grand nombre de gaz : hydrogène, hélium, etc. qui ont permis de contrôler la formule ci-dessus.

537.1. — Fréquences moléculaires et nombres moléculaires; H. Stanley Allen. *Philosophical Magazine*, avril, mai et juin 1918, 6e série, t. XXXV, p. 338-349, 404-409 et 445-460. — Par extension, on appellera « nombre moléculaire » le nombre de charges positives du noyau atomique d'une molécule. Si une molécule contient un nombre a d'atomes d'un élément A; b atomes d'un élément B, etc., on a $N = a\,N_a + b\,N_b + c\,N_c$, N_a, N_b et N_c étant les nombres atomiques des éléments composants. L'auteur vérifie qu'il existe encore une fréquence moléculaire caractéristique telle $N\nu = n\nu_A$ ou $\left(n + \frac{1}{2}\right)\nu_A$; ν_A est égal à $21{,}4 \times 10^{12}$ p : sec. L'auteur discute tous ces résultats et indique les conclusions théoriques que l'on en peut tirer.

537.1. — Les radiations des systèmes d'électrons; conférence de J.-J. Thomson. *Engineering*, 26 avril 1918, t. CV, p. 463-464, 2 200 mots, 2 fig. — Cette conférence est une suite à celles traitant des problèmes sur la structure atomique. Si, dans le cas montré par la figure 1, des rayons de lumière partant de O rencontrent deux électrons A et B, ces rayons sont réfléchis dans différentes directions et l'énergie reçue en un point quelconque P dépend des longueurs rela-

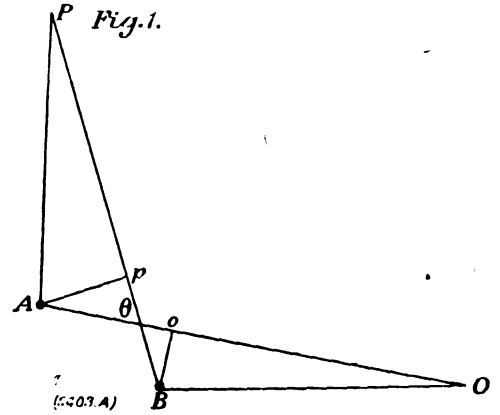
Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

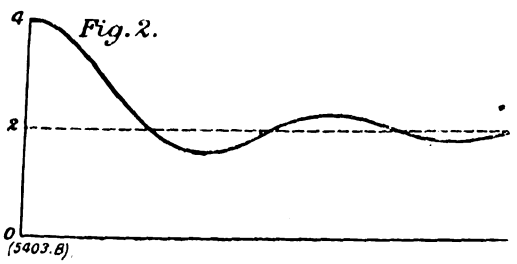
Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

tives des chemins parcourus, OAP et OBP. Pour démontrer ce fait, Sir J.-J. Thomson dirige les rayons d'une lanterne de projection sur deux aiguilles dont les longueurs correspondent à A B et tenues obliquement par rapport au rayon ; sur le plan de projection deux arcs lumineux se coupent ; dans le cas d'une coïncidence parfaite de longueur d'onde et de phase, les radiations de A et de B se renforcent mutuellement. La courbe indiquant les intensités est montrée par la figure 2, elle a plusieurs maxima et minima ; Sir J.-J. Thomson étudie la production de ces maxima et minima,





537.1. — Schéma montrant que deux rayons lumineux issus de Q et réfléchis par deux électrons A et B peuvent interférer en P.

qui dépendent de AB ainsi que de la longueur d'onde λ, ou plutôt du rapport $\frac{d}{\lambda}$, si on pose $d = \overline{AB}$. La même analyse est appliquée par le conférencier pour l'étude des rayons de Röntgen et conduit à des développements intéressants, il montre des photographies de Lane et de Hull qui ont étudié la diffraction de ces mêmes rayons. En concluant, le conférencier montre que le centre de la perturbation que l'on croyait être l'atome est au contraire l'électron et que l'étude des rayons X se heurte à une difficulté particulière du fait que les atomes sont disposés en plans successifs parallèles et qu'en outre les électrons sont disposés de diverses manières dans l'atome. — E. B.

537.531. — Conférence faite par Sir E. Rutherford en mémoire de Silvanus Thompson. *Engineering*, 12 avril 1918, t. cv, p. 403-404, 2 300 mots. — On sait que Silvanus Thompson avait porté son activité sur de très nombreuses branches de la Science et le conférencier n'avait que l'embarras du choix pour le sujet de sa conférence ; il se décida à rechercher les travaux exécutés par Silvanus Thompson et d'autres savants dans l'étude des rayons de Röntgen ; il montre que les progrès de cette étude furent relativement lents au début, mais, déjà en 1896, J.-J. Thomson expliquait la nature de l'ionisation et de la conductivité des gaz, il examine ensuite les nombreux travaux exécutés sur ce sujet jusques et y compris les recherches entreprises à l'aide du tube de Coolidge et la recherche des valeurs de μ, le coefficient d'absorption, faites par le conférencier lui-même en ces dernières années. — E. B.

546.79. — Le parent de l'actinium. ; F. Soddy et J.-A. Cranston. *Revue générale des Sciences*, 30 avril 1918, t. xxix, p. 255 Communication à la Royal Society de Londres du 7 février 1918. — L'uranium X_2 peut être séparé de l'uranium X_1 par sublimation dans un courant d'air chargé de vapeurs de CCl^4 à une température inférieure au rouge visible. 470 g de pechblende indienne très pure ont été traités d'une façon analogue dans l'espoir d'éliminer l'ékatantale isotope avec l'uranium X_2 et d'obtenir de l'actinium par une transformation à rayon α, de longue période. Les préparations ainsi obtenues étaient exemptes d'actinium à l'origine, mais l'une d'elles en a produit d'une façon continue avec le temps. Une comparaison directe de la quantité d'actinium contenue dans cette préparation au bout de 2,5 années avec celle que renferme la pechblende originale montre qu'elles sont égales à 0,25 g près. En supposant que l'ékatantale et l'actinium sont tous deux à longue vie, qu'ils ne sont pas séparés par un produit intermédiaire et que la préparation contenait la totalité du parent de l'actinium renfermée dans le minéral original, la période de vie moyenne de l'actinium serait de 5 000 ans. Une autre préparation, provenant de la pechblende de Joachimsthal, conservée de 1903 à 1914 et traitée au CCl^4, a montré une production analogue d'actinium. Ces recherches ont été entreprises dans le but de confirmer l'hypothèse que le parent de l'actinium occupe la place de l'ékatantale dans la Table périodique et donne de l'actinium par transformation lente à rayons α, lui-même dérivant de l'uranium Y découvert par Antonoff qui constituerait, d'après celui-ci, le premier membre de la série de l'actinium. Ce mode de production de l'actinium, quoique actuellement le plus probable, n'est cependant pas encore établi d'une façon irréfutable, à l'exclusion de tous les autres.

537.2. — Détermination des coefficients des formules qui donnent les potentiels de deux sphères conductrices ; A. Anderson. *Philosophical Magazine*, mars 1918, t. xxxv, p. 286-291, 1 fig. — L'auteur démontre comment on peut calculer les coefficients du potentiel de deux sphères conductrices sans la détermination préalable des coefficients de capacité et d'induction et sans recourir à la méthode des images électriques.

537.2. — Le problème des deux et des trois sphères conductrices isolées ; A. Anderson. *Philosophical Magazine*, mai 1918, 6e série, t. xxxv, p. 388-396, 2 fig. — Lorsqu'une sphère isolée, de rayon a, est chargée à un potentiel v, le potentiel V dû à sa charge en un point P, situé à la distance r du centre est donné par la relation $rV = av$; mais si l'on introduit dans le champ d'autres corps chargés, l'équation précédente devient $rV + av = aV'$; V' représente le potentiel produit par les nouveaux corps au point P' inverse de P, ou image de P par rapport à la sphère. On sait que ce point est défini par la relation $OP \times OP' = R^2$. L'auteur se sert de cette relation pour calculer les coefficients de capacité et d'induction : 1° dans le cas de deux sphères ; 2° dans le cas de trois sphères.

661.343 : 537.3. — La résistivité et le pouvoir thermoélectrique du calcium métallique. *R. G. E.*, 18 mai 1918, t. III, p. 724, 200 mots. Analyse d'un article de C.-L. Swischer publié dans *Physical Review*, décembre 1917, t. x, p. 601-608, 2 400 mots, 6 fig., 12 tab.

537.333. — Effet des forces qui s'exercent entre ions dans les électrolytes ; S.-R. Milner. *Philosophical Magazine*, février et avril 1918, t. xxxv, p. 214-220, 352-364, 1 fig. — Les forces électriques qui s'exercent entre les ions d'une solution électrolytique ont-elles un effet sur la vitesse de translation de ces ions ? Cette question, souvent posée, est encore sans réponse malgré son importance dans la théorie de la dissociation électrolytique. L'auteur montre que cet effet se traduit par une diminution de la pression osmotique des ions libres dans l'électrolyte, ce qui entraîne une réduction corrélative de leur vitesse de translation. Par conséquent, il

Digitized by Google

Digitized by Google

faudra nécessairement considérer comme insuffisante toute théorie de la dissociation qui n'attribuera la diminution de la conductibilité moléculaire qu'à une diminution du nombre des ions libres, sans tenir compte de l'action des forces interioniques sur leur vitesse de translation.

537.53. — Variation de pression dans la décharge en couronne ; A.-M. Tyndall et miss N.-S. Searle. *Philosophical Magazine*, mars 1918, t. xxxv, p. 261-269, 1 fig. — Quand une décharge par effluve ou en couronne se produit entre un cylindre et un fil tendu suivant son axe, dans une enceinte fermée à la pression atmosphérique, on constate une brusque surélévation de pression. D'après Farwell et Kunz, celle-ci serait due à une augmentation du nombre des particules gazeuses résultant de l'ionisation dans le tube. Ils ont même établi entre l'accroissement $p_1 - p_0$, le courant i, la tension e et le volume v_0 de l'enceinte, la relation $ie = v_0 (p_1 - p_0)$. D'autres auteurs attribuent cette surpression simplement à un effet calorifique. Le présent travail a été entrepris pour décider entre ces deux interprétations et sa conclusion est que l'augmentation de pression est d'origine thermique.

537.531. — Recherches expérimentales sur l'émission totale de rayons X à partir de quelques métaux. *R. G. E.*, 18 mai 1918, t. III, p. 723, 1 100 mots, 1 fig. Analyse d'un article de C.-S. Brainin publié dans *Physical Review*, novembre 1917, t. x, p. 461-472, 4 500 mots, 5 fig, 1 tab.

538.55. — L'histoire technique des fréquences. *R. G. E.*, 30 mars 1918, t. III, p. 465-468, 3 300 mots. Analyse d'un article de B.-G. Lamme publié dans *P. A. I. E. E.*, janvier 1918, t. xxxvii, p. 1-21.

538.1. — Moment de la quantité de mouvement accompagnant le moment magnétique du fer et du nickel ; John Q. Stewart. *Physical Review*, février 1918, 1re série, t. xi, p. 100-120, 9 000 mots. — L'idée émise par Maxwell qu'un aimant ou une molécule paramagnétique se comporte comme un gyroscope constitue la base du travail de Barnett (*Phys. Rev.*, 1915, t. vi, p. 239) qui a montré qu'un cylindre en rotation s'aimante et de celui de A. Einstein et W.-J. de Haas (*Deut. Phys. Gesell*, 1915, t. xvii, p. 152) qui ont établi qu'un moment de quantité de mouvement mécanique accompagne le moment magnétique. — Ceci a été tout d'abord suggéré par O.-W. Richardson qui a calculé le rapport entre les deux moments dans la théorie électronique : si le magnétisme est dû au mouvement de particules électrisées sur des orbites circulaires situées à l'intérieur de l'atome, un corps aimanté doit posséder un moment de quantité de mouvement interne, dont la composante suivant un axe quelconque est proportionnelle à la composante du moment magnétique suivant cet axe. — L'auteur a vérifié expérimentalement l'existence du phénomène prédit par Richardson pour les substances magnétiques, dans le cas du fer et du nickel. La direction de la quantité de mouvement est celle que produirait la rotation d'électrons négatifs à l'intérieur de l'atome. Mais la grandeur de l'effet n'est que la moitié de celui que Richardson supposait devoir résulter d'une telle rotation d'électrons négatifs. Aucun effet semblable n'existe dans l'argent, en sorte que l'effet constaté dans le fer et le nickel ne peut pas être attribué aux électrons conducteurs. — La grandeur de cette quantité de mouvement peut s'interpréter par l'existence des charges positives, ou par des charges négatives, mobiles à l'intérieur de l'atome, mais dans des sens opposés. — Les résultats expérimentaux de Barnett et ceux de Einstein et Haas s'accordent qualitativement avec ceux de l'auteur. — A. B.

SCIENCES DIVERSES

531.67. — Les vibrations mécaniques, musicales et électriques. *Engineering*, 19 avril 1918, t. cv, p. 432, 3 000 mots. — L'article donne l'analyse d'une importante conférence faite sur ce sujet à la Royal Institution par le professeur Edwin H. Burton. Le conférencier montre les analogies qui existent entre ces trois genres de vibrations et met en garde contre le trop grand emploi de ces analogies dont certaines peuvent mener à des erreurs en poursuivant les développements. Le professeur Burton partage les vibrations en vibrations libres, forcées, couplées et composées et aussi en systèmes mobiles, mécaniques, électriques et musicaux, et les groupe ainsi en rangées et colonnes ; c'est un procédé de classification parmi beaucoup d'autres. Le pendule simple fournit une vibration libre que le frottement éteint lentement. Si le point de suspension est lui-même mobile sous l'action de forces périodiques, les vibrations sont alors forcées et dépendent de l'accord qui existe entre les deux sortes de vibrations, la vibration naturelle du pendule et la vibration forcée ainsi que de l'amplitude et de la phase. Le professeur montre cette action à l'aide de modèles de pendules combinés et différents autres appareils accessoires. Les oscillations électriques présentent avec les oscillations du pendule quelques analogies, le professeur le montre à l'aide de la décharge de la bouteille de Leyde dans un circuit de faible résistance ; il montre aussi l'effet de divers circuits présentant des inductances différentes ou voisines et leur application à la télégraphie sans fil. Les vibrations libres du diapason représentent les vibrations musicales, les vibrations forcées pouvant être provoquées par un appareil électromagnétique ; il montre la résonance entre deux diapasons ayant mêmes nombres d'oscillations et les vibrations composées des instruments de musique. L'article donne quelques développements complémentaires et s'étend quelque peu sur les vibrations composées des instruments de musique. — E. B.

531.5. — La gravitation et le principe de la relativité. *R. G. E.*, 11 mai 1918, t. III, p. 682, 200 mots. Analyse d'un article publié dans *Engineering*, 8 février 1918, t, cv, p. 153-154, 3 200 mots.

531.5. — Confirmation du second postulatum de la théorie de la relativité par la démonstration expérimentale de la constance de la vitesse de la lumière réfléchie par un miroir tournant ; Q. Majorana. *Philosophical Magazine*, février 1918, t. xxxv, p. 163-174, 4 500 mots, 2 fig. — L'auteur décrit en détail le dispositif différentiel qui lui a permis de vérifier cette propriété importante qui sert de base à la théorie de la relativité.

535.1. — Critique de la loi de répartition de Wien ; Frank Edwin Wood et Harold Jeffreys. *Philosophical Magazine*, février et mai 1918, t. xxxv, p. 190-203 et 410-412. — On se propose de mettre en évidence les trois points suivants : 1° la loi de Wien peut être établie rigoureusement par le calcul en se basant sur les hypothèses mêmes de l'auteur ; 2° la loi telle que l'a proposée Wien ne concorde pas avec d'autres résultats déduits des mêmes hypothèses ; 3° ce désaccord disparaît en remplaçant la formule de Wien

$$\rho_\lambda = \frac{C}{\lambda^5} \cdot e^{-\frac{c}{\lambda T}} \quad \text{par la suivante}$$

$$\rho_\lambda = \frac{C}{\lambda^{\frac{11}{2}}} e^{-\frac{c}{\lambda T}}.$$

535.21. — Appareil destiné à mesurer la visibilité des radiations ; Prentice Reeves. *Philosophical Magazine*, février 1918, t. xxxv, p. 174-181, 1250 mots, 3 fig. — La courbe de visibilité ou courbe de sensibilité rétinienne a déjà fait l'objet d'importants travaux de la part de Nutting, Ives, Karrer, etc. ; nous l'avons reproduite dans la *R. G. E.*, t. I, p. 894. L'auteur retrouve cette même courbe à l'aide d'un appareil nouveau qui est décrit complètement dans l'article.

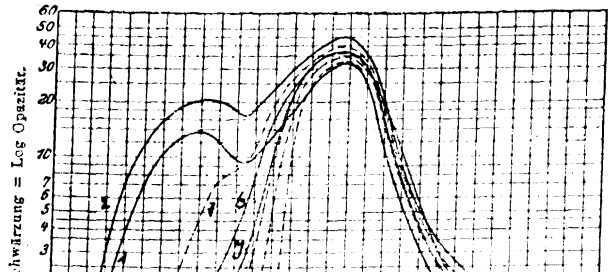
669.27 : 535.23.. — Rayonnement des filaments de tungstène droits et hélicoïdaux ; W.-W. Coblentz. *R. G. E.*,

Digitized by Google

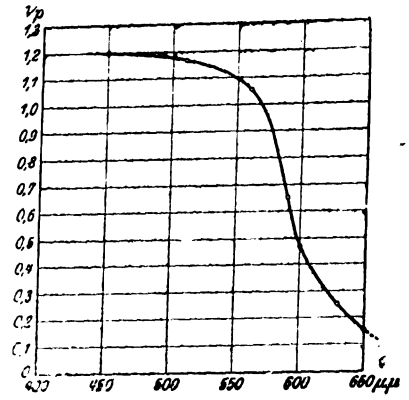
Digitized by Google

18 mai 1918, t. III, p. 720-723, 2 fig. Analyse d'un article des *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, 8 juin 1917, n° 300, p. 115-131, 5 500 mots, 5 fig. — L'auteur donne les résultats de ses recherches sur le rayonnement de la partie interne et de la partie externe d'une spire hélicoïdale d'un filament de tungstène dans une atmosphère d'azote. La brillance de la partie interne est environ 90 pour 100 plus élevée que celle de la partie externe; ce qui s'explique par l'effet cumulatif des réflexions internes. La qualité de la lumière se trouve, de ce fait, modifiée; elle a une teinte plus rouge que celle émanant de la périphérie de la spire. Il y a une concordance très étroite entre les valeurs obtenues expérimentalement dans l'infra-rouge et celles déduites de l'hypothèse de la réflexion multiple. — La lumière, émise par la partie interne de la spire, est fortement polarisée, par conséquent la qualité de la lumière est tout à fait différente de celle du corps noir; les mesures effectuées dans l'infra-rouge indiquent aussi que ce rayonnement n'a rien de commun avec celui du corps noir. La loi de Wien ne lui est pas applicable. — Les observations pyrométriques ont montré que la température de la partie interne de la spire ne surpasse que de 5° C celle de la partie extérieure, alors que l'accroissement de 90 pour 100 de la brillance exigerait une différence d'environ 200°. — Bien que les réflexions multiples tendent à rapprocher le rayonnement de la partie interne du rayonnement du corps noir, l'assimilation n'est cependant pas suffisante pour que, dans les mesures de température, on puisse se contenter de pointer les pyromètres sur la partie interne du filament. — La distribution de l'énergie dans le spectre du filament droit et de la partie extérieure du filament hélicoïdal est la même, si les deux corps sont amenés au même éclat. Enfin, comme conclusion, l'auteur remarque que le filament hélicoïdal en se rapprochant des conditions du corps noir devrait avoir un rendement lumineux moindre, mais, le gain constaté provient de la disposition du filament qui réduit les pertes par convection et par conduction.

535.65. — Les sources de lumière artificielle en photographie. Compte rendu de la réunion du 19 mai 1917 de la Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft. *... T. Z.*, 18 octobre 1917, t. XXXVIII, p. 506-508, 2 fig. — Ce compte rendu contient un rapport intéressant de M. Lux. L'auteur indique que la plaque photographique ordinaire au bromure d'argent a son maximum de sensibilité pour la couleur bleue (460 mμ) tandis que celui de l'œil a lieu pour 555 mμ (jaune vert). Par un traitement approprié de l'émulsion de



bromure ou en baignant la plaque finie dans une solution colorée convenable, on arrive à modifier la répartition de la courbe de sensibilité. On a ainsi créé les plaques orthochromatiques (sensibles au jaune) et panchromatiques (sensibles à l'orangé et au rouge). Comme solution sensibilisatrice on peut employer diverses couleurs extraites de la houille : éosine, érythrosine, cyanine, etc. L'auteur donne les courbes ci-jointes de la sensibilité des plaques à l'éosine; elles présentent deux maxima, l'un dans le jaune, l'autre dans le bleu. En ajoutant à la solution un peu de bichromate de calcium, on arrive à se rapprocher très sen-



335.65. — Courbes de sensibilité des plaques à l'éosine en fonction de la longueur d'onde. Courbes 1 à 2, courbes de sensibilité pour 5 et 10 sec. d'exposition; courbes 3 à 7, influence d'une solution de bichromate de calcium pour des concentrations de 1/10, 1/100, 1/200, 1/400, 1/800; courbe J, courbe de sensibilité de l'œil après Ives.

siblement de la courbe de sensibilité de l'œil, c'est ce que montrent les courbes tracées sur la figure. — J. C.

536.75 : 665.51. — Diagramme entropique du pétrole. *R. G. E.*, 1er juin 1918, t. III, p. 796-798, 800 mots, 1 fig. Analyse d'un article publié dans *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 4 mars 1918, t. CLXVI, p. 387-390.

539.1. — Atome de Bohr. Effet Zeeman et propriétés magnétiques des éléments; Jacob Kunz. *Physical Review*, février 1918, 2e série, t. XI, p. 153, 450 mots. — D'après la théorie de Bohr, l'atome d'hydrogène est constitué par un noyau porteur d'une charge élémentaire positive, entouré d'un électron en mouvement. L'électron peut se mouvoir sur des orbites fixes définies suivant lesquelles il ne rayonne pas. Un rayonnement ne se produit que lorsque l'électron se déplaçant de l'extérieur vers le centre, passe d'une orbite stationnaire à la voisine. La preuve expérimentale la plus forte en faveur de cet atome est la coïncidence remarquable entre les valeurs calculées et les valeurs observées des constantes de la formule du rayonnement de Rydberg. Les lois de l'électrostatique sont supposées être valables à l'intérieur de l'atome, mais non celles du rayonnement électromagnétique de Maxwell. L'atome d'hydrogène a un moment de magnétisme résultant et devrait donc être paramagnétique. Quand deux atomes se combinent pour former une molécule, le système résultant doit être aussi stable que possible. Parmi les trois configurations possibles, la première, qui semble la plus stable, est paramagnétique; la seconde, qui n'a aucun moment résultant, est diamagnétique et la troisième, de Bohr, est paramagnétique. Les résultats expérimentaux semblent contradictoires : Quincke donne la valeur positive 0,008 sous 1 atm : cm³, tandis que Bernstein trouve la valeur diamagnétique — 0,005 et Blondlot — 0,034. Cette constante demanderait à être déterminée à nouveau. L'hélium dans la théorie de Bohr possède un moment magnétique résiduel, donnant naissance au paramagnétisme, mais l'hélium est décidément diamagnétique. — Des difficultés se produisent si l'on essaye d'expliquer le phénomène de Zeeman d'après l'hypothèse de Bohr. H.-A. Lorentz, dans son explication classique de l'effet Zeeman simple, prend comme force centripète une force quasi élastique,

$$f.r = 4\pi^2 n^2 r\, m$$

et en déduit, au moyen de l'action magnétique ordinaire

Digitized by Google

Digitized by Google

d'une charge en mouvement, l'effet longitudinal et l'effet transversal, avec le résultat

$$\frac{e}{m} = \frac{(n_2 - n_1)\, 2\pi c}{H},$$

relation qui a fourni une valeur précise de $\frac{e}{m}$. Dans la théorie de Bohr, au contraire, la force centripète est égale à $\frac{ee_1}{r^2}$ pour les orbites qui ne rayonnent pas. Le fait que le champ magnétique ne produit l'effet Zeeman qu'en présence d'ionisation est en faveur de la théorie de Bohr, et implique que l'action ne se produit que lorsque l'électron passe d'une orbite à une autre. Pour cette transition, il faut introduire une nouvelle hypothèse. Un certain compromis entre la théorie de Bohr et celle de Lorentz semble nécessaire. Jusqu'ici, les hypothèses concernant la force centripète dans les deux théories sont contradictoires; cependant la théorie de Lorentz donne la valeur exacte de $\frac{e}{m}$ et le genre de polarisation voulue; la théorie de Bohr donne la valeur exacte de la constante de Rydberg et d'une manière très approchée la loi des séries de raies. — A. B.

539.1. — Les conséquences au point de vue de l'astronomie et de la gravitation de la théorie électronique de la matière; Olliver Lodge. *Philosophical Magazine*, décembre 1917, t. xxxiv, p. 517-521, 1 fig. et février 1918, t. xxxv, p. 141-156, 6 300 mots, 5 tab. — L'auteur continue la discussion sur ce sujet, amorcée par le professeur Eddington et publiée dans les numéros de septembre et d'octobre 1917 de *Philosophical Magazine*.

MESURES ET ESSAIS

621.311 750.31.3. — Sur un abaque destiné à faciliter le calcul des rhéostats d'excitation; P. Poitrimol. *R. G. E.*, 18 mai 1918, t. III, p. 715-720, 3 500 mots, 6 fig. — Bien que, théoriquement, les rhéostats d'excitation doivent être calculés en partant des caractéristiques de la machine à régler, on se contente le plus souvent de les graduer suivant une courbe empirique. L'auteur préconise dans ce but l'emploi de l'hyperbole équilatère, et décrit un abaque permettant d'effectuer en quelques instants tous les calculs relatifs à la détermination d'un tel rhéostat.

621.317.5. — Un compteur électrolytique simple. *Electrician*, 17 mai 1918, t. xxxi, p. 38-39, 2 600 mots, 5 fig. — Cet appareil est surtout destiné à remplacer les compteurs ordinaires chez les petits abonnés des distributions à courant continu en raison de son prix modique.

621.317.6. — Le moyen d'enregistrer dans les compteurs les à-coups de courant; A. Mollinger et von Krukowski. *Electrician*, 24 mai 1918, t. lxxxi, p. 67, 1 000 mots, 3 fig.

621.317.5.031.9. — Essais pratiques des compteurs; W.-R. Frampton. *Electrical Review*, Chicago, 11 mai 1918, t. lxxii, p. 805, 1 000 mots.

621.317.5.031.9. — Combinaison d'une boîte de charge et d'un étalon pour la vérification des compteurs. *Electrical World*, 6 avril 1918, t. lxxi, p. 727, 2 fig. — L'article donne une photographie de la boîte permettant de réaliser une charge artificielle, non inductive, dans les limites de 0,25 à 50 A; dans la même boîte est contenu le compteur étalon dont la capacité est de 1 à 100 A. Un diagramme indique les connexions à réaliser pour se servir de l'appareil qui sert à la vérification des compteurs monophasés.

621.317.5.081.9. — Dispositif simple pour la vérification des compteurs à courant continu; J.-M. M'Clurg. *Electrical World*, 30 mars 1918, t. lxxi, p. 674, 1 fig. — Montage permettant l'essai des compteurs à courant continu de toutes capacités, sous les charges les plus variées, empruntées soit à une distribution à 110 V, soit à une batterie d'accumulateurs.

654.25 : 621.317.1. — Sur l'emploi du tikker de réception utilisé en télégraphie sans fil comme appareil pratique susceptible de remplacer un galvanomètre pour les mesures industrielles. *R. G. E.*, 23 mars 1918, t. III, p. 417 et 18 mai 1918, p. 723, 400 mots, 1 fig.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.24.00.14. — Résultats des essais au frein d'une nouvelle turbine hydraulique à grande vitesse de la maison Escher-Wyss et Cie (Zurich, Suisse); J. Reyval. *R. G. E.*, 1er juin 1918, t. III, p. 799-803, 1 500 mots, 11 fig. — L'auteur donne les résultats d'essais d'une nouvelle turbine Escher-Wyss et Cie à grande vitesse. Cette turbine présente les particularités suivantes : 1° nombre de tours élevé favorisant l'attaque directe des machines électriques; 2° rendements atteignant 83 à 84 pour 100 garantis sans chute de régime; 3° grande vitesse et rendement élevé sous chute variable, la vitesse restant constante; 4° sous chutes réduites (cas de crues) et vitesse constante, variations de puissance relativement faibles. Cette turbine semble donc toute désignée pour l'utilisation de chutes et débits très variables.

621.434 : 662.751. — Les moteurs Diesel et l'huile de goudron. *Electrical Review*, 17 mai 1918, t. lxxxiii, p. 457 et 477, 1 300 mots.

531.77 : 621.311.21 — Unification des vitesses angulaires des turbines commandant des alternateurs. *R. G. E.*, 1er juin 1918, t. III, p. 808, 350 mots, 1 tab.

621.311.9. — La protection contre les surtensions électriques; Luigi Lombardi. *Elettrotecnica*, 15 et 25 mai 1918, t. xxii, p. 186-202, 5 200 mots. — Etude expérimentale des dispositifs de protection.

621.311. — Le contrôle des grandes puissances; E.-B. Wedmore. *Engineering*, 19 et 26 avril 1918, t. cv, p. 439-469, 12 000 mots, 31 fig. — L'emploi de plus en plus considérable de l'énergie électrique exige l'utilisation de stations génératrices de plus en plus puissantes et la mise en parallèle de ces stations; quelques facteurs d'exploitation qui étaient négligeables avec de petites puissances deviennent très importants dans ces nouvelles conditions. Les forces accompagnant un trouble dans la distribution sont augmentées dans de grandes proportions et ainsi de nouveaux problèmes se trouvent posés qui intéressent l'étude des nouvelles installations. Il n'y a pas de difficultés insurmontables dans l'étude de machines plus grandes, de câbles plus importants et d'appareils de tableau plus complets, mais un examen approfondi montre que les conditions limites à remplir ne sont pas liées seulement à la station génératrice considérée, mais bien à tout le système de distribution, l'auteur s'efforce de montrer le développement probable de ces conditions et le moyen de les satisfaire. Il indique que des unités de 40 000 kv-A sont en fonctionnement en Amérique et que des stations peuvent fournir 200 000 kv-A; il prend donc comme unité de station génératrice la puissance apparente de 100 000 kv-A. Des précautions doivent être prises pour assurer la constance de la tension et pour éviter un trouble quelconque aux machines, il convient donc d'examiner en premier lieu la capacité de rupture des interrupteurs, l'auteur traite cette question en un appendice. Il examine ensuite l'effet du sectionnement et l'emploi des réactances, le calcul de ces réactances est également indiqué en un appendice. La réactance des alternateurs et des transformateurs peut également être augmentée, des courbes montrent l'effet de cette augmentation. Les feeders eux-mêmes doivent posséder une certaine acrétance, l'auteur donne les valeurs à admettre

Digitized by Google

Digitized by Google

pratiquement et indique plusieurs manières d'intercaler ces réactances. Il donne également des schémas d'installations avec barres omnibus en double et traite complètement cette partie du sujet en un appendice assez développé. — E. B.

621.311.74.031.9. — Ventilation des rhéostats servant à l'essai des interrupteurs. *Electrical World*, 30 mars 1918, t. LXXI, p. 674, 1 fig. — Dans un atelier où l'on a besoin de souvent vérifier le fonctionnement des interrupteurs à différentes charges, on a monté les rhéostats sur le prolongement de quelques poutres ; ce dispositif facilite la dissipation de la chaleur dégagée par le passage du courant.

621.311 75. — Construction particulière de rhéostats de champs. *Electrical World*, 6 avril 1918, t. LXXI, p. 726. — Une usine génératrice de la Nouvelle-Angleterre répartit les cinq sections de ses rhéostats de champs dans cinq plans parallèles séparés par un petit intervalle d'air. L'axe central qui commande la prise de contact se prolonge jusqu'au tableau de distribution où se trouve la manette. Les cinq galettes sont maintenues ensemble au moyen de tubes; celui qui se trouve à la partie inférieure repose sur une solide colonne creuse en fer forgé ; les autres sont fixées à un U en fer plat qui est lui-même boulonné sur le tableau de distribution. Des encoches sont pratiquées dans les tubes de façon à maintenir les galettes à l'écartement convenable. Les fils allant aux barres omnibus passent en dessous et derrière le tableau de distribution. Ce dispositif assure une ventilation énergique des résistances.

621.311.75. — Résistances pour démarreurs et combinateurs. *Electrical Review*, 1er février 1918, t. LXXXII, p 100, 1 400 mots. — Il n'est pas difficile d'établir des résistances métalliques donnant toute satisfaction tant au point de vue mécanique qu'au point de vue électrique quand les courants qui doivent les parcourir sont très intenses, par exemple, de l'ordre de 100 A en marche continue, ou de 200-300 A pendant une marche de deux minutes. La difficulté apparait pour des courants de 50 A en marche continue et devient particulièrement sérieuse pour les courants de 10 à 20 A et au-dessous. On ne peut, en effet, à cause du gaspillage de matière première qui en résulterait, adopter des sections de fil beaucoup trop fortes pour le courant à transmettre. — Les résistances non métalliques constituées par du carbone sous différentes formes ou par du carbone mêlé de sable ou de substances analogues ont été proposées à diverses reprises et ont joui d'une certaine vogue, mais elles n'ont jamais été adoptées d'une manière générale à cause des défauts inhérents à ce modèle. — Les résistances métalliques peuvent satisfaire pratiquement à tous les besoins. L'auteur passe en revue les méthodes qui sont employées pour diminuer leurs imperfections et les rendre incassables. — A. B.

621.311.9. — Note sur une nouvelle solution du problème de la régulation des groupes électrogènes; L. Barbillion et L. Cayère. *R. G. E.*, 25 mai et 1er juin 1918, t. III, p. 747-774 et 787-796, 25 000 mots, 41 fig., 3 tab. — Les auteurs commencent par rappeler dans quelles conditions s'effectue généralement le réglage des groupes électrogènes à turbines hydrauliques. Les régulateurs employés sont nécessairement des régulateurs indirects pourvus de servo-moteurs. L'action des servo-moteurs et, par conséquent, la loi de manœuvre de la vanne peuvent être envisagées sous divers points de vue. La vanne peut être manœuvrée à vitesse constante, ou presque; elle est, dans ce cas, aveugle en quelque sorte. Les lois de manœuvre peuvent être plus compliquées et plus sensibles : par exemple, on peut s'efforcer de réaliser, ce qui a été fait du reste par l'un des auteurs du travail, une loi de manœuvre de la vanne à vitesse proportionnelle à l'écart des couples ou, ce qui revient au même, à l'accélération angulaire du groupe ou encore proportionnelle à l'écart de la vitesse instantanée par rapport à la vitesse de régime. Chacune de ces solutions, en réalité intéressante, est incomplète. Les auteurs ont essayé de réaliser les avantages de ces deux dernières en en excluant les défauts, au moyen de leur nouveau régulateur mixte, c'est-à-dire en prenant, suivant un mode très ingénieux, comme critériums de fonctionnement et l'écart de vitesse et l'accélération angulaire dans un rapport variable à volonté, ce qui permet d'adapter l'appareil à chaque besoin particulier. Pour montrer à quel point la solution proposée, si elle est de principe assez complexe, se prête néanmoins bien aux besoins de la pratique, les auteurs donnent comme exemple numérique un projet complet de régulation d'un groupe électrogène à turbines Pelton pourvu du nouveau dispositif.

621.312 : 654.25. — Caractéristiques des alternateurs à fer tournant employés en télégraphie sans fil; Millard C. Spencer. *Electrical Review*, Chicago, 27 avril 1918, t. LXXII, p. 707-711, 4 000 mots, 10 fig. — Dans cet article l'auteur examine d'abord le mode de construction de ces machines dont la puissance ne dépasse pas 1 kw, les essais auxquels on les soumet et la prédétermination de leurs caractéristiques en vue de leur emploi en télégraphie sans fil.

621.312.17. — Principes élémentaires des enroulements des machines à courant continu; F.-M. Danton. *Electrician*, 29 mars, 5, 12, 19 et 26 avril 1918, t. LXXX, p. 808, 831, 850, 874, 896 et 3 mai 1918, t. LXXXI, p. 8-10, 18 000 mots, 31 fig. — Dans cet article l'auteur commence par classer les nombreuses variétés d'enroulements des dynamos à courant continu en expliquant leur rôle. Il en déduit les règles générales des bobinages bien connus par un procédé simple basé sur une nouvelle interprétation de l'anneau gramme ; cette étude se termine par un barème pouvant être utilisé pour les enroulements.

621.312.2 : 536.5. — La température des grands alternateurs; H.-D. Stephens. *Electrical World*, 30 mars 1918, t. LXXI, p. 663-664, 4 fig. — Les méthodes standards actuellement employées pour la détermination de la température des grandes génératrices sont celles de la bobine exploratrice et du couple thermo-électrique ; mais si ces détecteurs sont placés d'une façon quelconque, ils n'indiqueront en général qu'une température moyenne, alors qu'il y a intérêt à connaître la température maximum susceptible de détériorer l'isolant ; cette température se produit entre les deux bobines d'une même encoche. — Dans la station génératrice dirigée par l'auteur, on dispose généralement six, couples par alternateur. Les couples sont constitués par des lames de cuivre minces soudées à des lames d'alliage Advance. Les bobines exploratrices ont 12,7 cm de longueur et une résistance de 30 ohms. Un dispositif très simple permet de lire, à chaque instant et très rapidement, la température indiquée par l'un quelconque des détecteurs.

621.313.31. — Généralisation dans l'emploi des moteurs à collecteur sur les réseaux monophasés; F. Credy. *Electrician*, 19 et 26 avril 1918, t. LXXX, p. 870 et 894, 5 000 mots, 8 fig. — Dans cet article l'auteur préconise l'emploi du moteur à collecteur sur courant monophasé au lieu et place du moteur à induction.

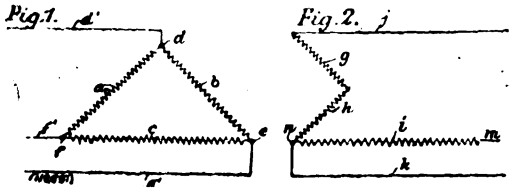
621.313.25. — Puissants convertisseurs de courants triphasés en courant continu. *The Tramway and Railway World*, 11 avril 1918, t. XLIII, p. 223, 800 mots, 1 fig. — Un convertisseur de 2 000 kw vient d'être installé à Manchester, un autre le sera prochainement à Sydney. Ces machines sont constitués par un moteur triphasé tournant à 375 t : min et alimenté par des courants triphasés à 5 000 v, 50 p : sec. Ce moteur est manchonné à une génératrice à courant continu donnant 3 000 A à 187 v.

621.314.3. — Transformateur de phases; British Electric Transformer Cy. *Brevet anglais n° 112 651*, déposé le 15 janvier 1917. Bibliographié dans *Engineering*, 3 mai 1918, t. CV, p. 505, 2 fig. — Cette invention a pour but la transformation de courants triphasés en courants diphasés

Digitized by Google

Digitized by Google

ou inversement, à la même tension ou à une tension différente. Les trois bobines a, b, c, (fig. 1) connectées en triangle produisent ou reçoivent des courants triphasés sous une tension 100 v entre les points d, e et f connectés aux conducteurs d_1, f_1 et e_1. Deux des trois bobines g, h, i (fig. 2) forment l'une des phases du secondaire, les bobines g et h sont connectées pour être soumises à l'influence magnétique



621.314.3 — Montage de transformateurs pour la conversion de courants triphasés en courants diphasés.

des deux bobines couplées en triangle, c'est-à-dire a et b et sont dimensionnées pour fournir 57,8 v dans chacune d'elles; la troisième bobine i est soumise à l'influence de c et fournit une tension égale à 100 v; la différence de phase entre cette bobine et les deux bobines g et h est de 90° et la tension entre m et j est égale à 100 v comme celle qui existe entre m et l laquelle est, comme indiqué ci-dessus, décalée de 90° sur la première. — E. B.

621.314 : 654.7. — Transformateurs pour sonneries. *R. G. E.*, 25 mai 1918, t. III, p. 774-777, 1 300 mots, 2 tab. Analyse d'un article de E. Wirz publié dans *Electrician*, 6 juillet 1917, t. LXXIX p. 536-539, 6 fig. 3 tab. Extrait du *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, décembre 1916, t. LXIX, p. 317-347.

621.315. — Ligne artificielle pour hautes tensions. *Electrician*, 10 mai 1918, t. LXXX, p. 25. — Description d'une ligne artificielle pour essais à haute tension établie par le professeur Lombardi aux environs de Naples.

621.315.1 (017). — A propos des règles de normalisation pour les traversées de lignes électriques; E. Ceradini. *Elettrotecnica*, 25 avril 1910, t. XXII, p. 168-169, 600 mots.

621.315.14. — Etude sur le coût des poteaux en bois, en fer et en ciment armé; F. L. Hanshalter. *Electrical Review*, Chicago, 6 et 20 avril 1918, t. LXXII, p. 587 et 667, 6 800 mots. — Cet article passe en revue le traitement des poteaux en bois, l'évaluation des frais annuels auxquels ils donnent lieu et la comparaison avec les autres systèmes de supports. Dans la seconde partie, l'auteur donne des courbes et des tableaux relatifs aux prix d'entretien des divers poteaux.

621.315.15. — Prise de terre tubulaire pour paratonnerres; Killingworth Hedges. *Electrical Review*, Londres, 3 mai 1918, t. LXXXII, p. 411-412, 3 fig., 1 500 mots.

621.315.2. — Charge variable à imposer aux câbles souterrains suivant les saisons. *Electrical Review*, Chicago, 11 mai 1918, t. LXXII, p. 798-799, 1 500 mots. — Dans cet article on envisage la façon dont se comportent les câbles souterrains suivant les saisons. On montre en particulier que la charge qui peut leur être appliquée en été n'est plus que de 50 pour 100 de celle qu'ils peuvent supporter au plus fort de l'hiver. Toutefois cette étude correspond surtout au climat des Etats-Unis qui présente des écarts de température assez considérables entre l'été et l'hiver.

621.315 2. — Une distribution souterraine intéressante à Astoria (Oregon). *Electrical Review*, Chicago, 11 mai 1918, t. LXXII, p. 796-797, 2 200 mots, 1 fig.

621.315.2. — Le moyen d'accroître la puissance transmise par les câbles souterrains; O. Schweitzer. *Electrical World*, 23 mars 1918, t. LXXI, p. 613-614, 2 000 mots, 2 fig. — Le procédé utilisé par M. Schweitzer, ingénieur de la Commonwealth Edison Co, consiste à maintenir autour des câbles de la vaseline brute. On arrive ainsi à augmenter la charge de 7 pour 100 sans que la température du câble prenne une valeur plus élevée qu'auparavant. De plus, les défauts, qui tendent à se manifester quand la température s'élève, disparaissent. La dépense nécessitée par ce perfectionnement ne paraît pas excessive, en tout cas elle est compensée par l'économie de câbles qu'elle réalise.

621.315.4. — Quelques notes sur l'application de la méthode de la boucle à la recherche des défauts; W. Stubbings. *Electrician*, 17 mai 1918, t. LXXXI, p. 501, 2 000 mots, 3 fig.

621.316. — Quelques phénomènes transitoires observés sur les réseaux de distribution d'énergie; W. Marchant. *Electrical Review*, 31 mai 1918, p. 525; *Electrician*, 24 et 31 mai 1918, t. LXXXI, p. 63 et 89, 2 400 mots, 3 fig.

621.315.52. — Conducteurs en fer pour lignes de transmission d'énergie; T. Ryan. *Electrical Review*, Chicago, 27 avril 1918, t. LXXII, p. 713-715, 2 300 mots. — Dans cet article l'auteur examine les avantages respectifs du fer et du cuivre en ce qui concerne les lignes de transmission d'énergie; il donne des courbes relatives aux constantes des lignes en fer pour des courants alternatifs à 60 p : sec.

621 316.4. — Conditions de bon fonctionnement des installations à basse tension; M. S. Bingham Hood. *Electrical World*, 26 janvier 1918, t. LXXI, p. 199-201, 2 600 mots, 1 fig. — Certains défauts peuvent se manifester dans les installations secondaires à courants alternatifs desservies par des transformateurs fonctionnant en parallèle. L'auteur examine le fonctionnement de réseaux en boucle ainsi constitués, et il montre comment on doit les prévoir pour éviter des troubles dans la distribution.

621.316.00 3. — La règle de lord Kelvin et son application pratique; Ch. Vallet. *L'Industrie électrique*, 25 novembre 1917, t. XXVI, p. 425-431, 6 200 mots, 1 fig. — L'auteur, au lieu de chercher la section optimum répondant à la condition que la somme des frais d'amortissement et de la valeur de la perte joule soit minimum, cherche de combien augmente la somme des frais annuels d'exploitation lorsque la section réelle est une fraction donnée de cette section optimum. Un exemple numérique montre le détail des calculs à faire.

621.316.4. — Quelques variantes dans l'organisation des distributions d'énergie par courants triphasés. Emploi de quatre fils; G. Wagner. *Electrical Review*, Chicago, 20 avril 1918, t. LXXII, p. 671-675, 6 000 mots, 7 fig. — Dans cet article l'auteur montre que, si l'on représente par 100 le coût d'une distribution monophasée, ce coût n'est plus que 75 s'il s'agit d'une distribution triphasée ordinaire à trois fils et 33,3 avec une distribution triphasée à quatre fils. Des schémas et des diagrammes rendent les explications très claires et complètent le travail.

621.316.26. — La sous-station extérieure de Madera (Californie); L.-J. Moore. *Electrical World*, 6 avril 1918, t. LXXI, p. 718-720, 7 fig. — Cette sous-station appartient à la San Joaquin Light and Power Corporation de Fresno (Californie). Elle est supportée par des poteaux en bois et ne comporte que des isolateurs de suspension qui sont préférés aux isolateurs sur supports parce qu'ils permettent de renforcer l'isolement quand c'est nécessaire. Elle reçoit, d'une ligne à 66 000 v, du courant triphasé qui est abaissé à 11 000 v par deux groupes de trois transformateurs monophasés disposés sur une seule file et connectés en étoile avec leur neutre à la terre; il y a, de plus, un transformateur de secours entre les deux groupes. Les secondaires sont aussi montés en étoile avec neutre à la terre. Par une

Digitized by Google

Digitized by Google

dérogation spéciale, on a installé une maison en bois recouverte de tôle ondulée, d'abord pour abriter les appareils de mesure du circuit à 11 000 v et surtout pour fournir un abri au surveillant en cas de mauvais temps. La ligne à 11 000 v est reliée aux barres omnibus par un sectionneur et un interrupteur dans l'huile du type K-12, 300 A, 15 000 v, de la General Electric. Les transformateurs de potentiel sont montés sur un poteau en dehors de la cabine ; ils sont aussi groupés en étoile avec neutre à la terre ; leur puissance est de 1 kw. Un autre transformateur de 2,5 kw fournit l'énergie nécessaire à l'éclairage de la cabine et aux lampes du circuit de terre. Des barres omnibus à 11 000 v partent 7 feeders qui sont reliés chacun, en dehors du bâtiment, à autant d'interrupteurs du type K-12. Toute la superstructure de la sous-station couvre une surface d'environ 8 000 m² entourée d'un grillage de 2,1 m de hauteur. Les balises de la clôture et les poteaux dans l'enceinte sont peints en vert foncé ; les traverses sont peintes en jaune, conformément aux règlements en vigueur dans l'Etat de Californie. Le prix de revient de cette installation, y compris l'habitation du surveillant, est estimé à environ 75 fr par kilowatt disponible.

621.316.26. — Sous-station de secours transportable. *Electrical World*, 6 avril 1918, t. LXXI, p. 726, 1 fig. — La Portland Railway, Light and Power Company a construit une de ces sous-stations qui comprend un châssis très bas sur lequel sont montés : une commutatrice de 500 kw, trois transformateurs à air de 11 000/440 v, un moteur pour actionner une machine soufflante et enfin tous les appareils de couplage et de mesure. La voiture une fois arrivée à destination est soulevée à l'aide de crics, de façon à éviter les vibrations qui se produiraient si elle reposait sur ses ressorts.

621.316.26. — Sous-stations mobiles. *Electrical Review*, Chicago, 27 avril 1918, t. LXXII, p. 720, 1 200 mots. — Les Américains ayant eu à improviser des camps d'instruction et des usines à munitions ont été amenés à créer des sous-stations transportables qui leur ont rendu de grands services ainsi qu'en témoigne l'article en question.

621.316.26. — Sous-station extérieure sur charpentes en acier. Dispositif de fermeture d'interrupteur pour sous-station automatique. *Electrical Review*, Chicago, 27 avril 1918, t. LXXII, p. 730, 1 000 mots, 1 fig., 1 tab.

621.316.26. — Etude et mode d'exploitation d'une sous-station automatique en vue d'en retirer le maximum de rendement ; CRECHIUS, Ch. LLOYD, WENTLEY. *Electrical Railway Journal*, 13 avril 1918, t. LI, p. 700-705 et 707, 9 000 mots, 15 fig. — Plusieurs articles sur les sous-stations automatiques.

621.316.26. — Economies réalisées par l'emploi de sous-stations automatiques ; E. DAVIS. *Electric Railway Journal*, 13 avril 1918, t. LI, p. 692-695, 3 000 mots, 7 fig., 1 tab. — Il résulte de l'étude simultanée des diagrammes fournis par les enregistreurs ainsi que des tracés d'horaires des trains électriques que l'économie réalisée par l'emploi de sous-stations automatiques justifie largement l'emploi de ces sous-stations.

621.316.4. — Etude des dispositions à employer pour améliorer le facteur de puissance dans les installations utilisant l'énergie fournie par les réseaux de distribution ; W.-C. RECHNIEWSKI. *R. G. E.*, 9 mars 1918, t. III, p. 347-349, 2 500 mots. — Cet article reproduit une communication faite à l'une des dernières séances de la Société internationale des Electriciens.

621.316.4. — L'amélioration du facteur de puissance ; W. DOREY. *Electrician*, 24 mai 1918, t. LXXXI, p. 61-63, 4 200 mots, 3 fig. — Dans cet article l'auteur examine les causes influant sur la valeur du facteur de puissance ; il discute ensuite la question de savoir si le prix de son amélioration doit être supporté par le consommateur ou l'exploitant. Il incline pour que ce soit le consommateur à condition de l'y inviter par un tarif spécial qui en tiendrait compte. Finalement les moyens à employer pour relever la valeur du facteur de puissance sont envisagés ainsi que les résultats financiers obtenus de ce fait.

621.316.4. — Le facteur de puissance et son amélioration ; W. DOREY. *Electrician*, 31 mai 1918, t. LXXXI, p. 81-83, 2 300 mots, 4 fig. — Examen des meilleurs moyens employés pour relever la valeur du facteur de puissance : 1° par les avanceurs de phase du type Kapp ; 2° par les condensateurs ; 3° par les moteurs synchrones. L'étude se termine par des exemples montrant le résultat financier que l'on peut obtenir en appliquant ces procédés.

621.316.4. — L'amélioration du facteur de puissance des stations centrales suisses grâce à des modifications de tarif. *R. G. E.*, 18 mai 1918, t. III, p. 735-736, 1 800 mots. Analyse d'un article publié dans *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, août 1917, n° 8, p. 201, t. VIII.

STATIONS ET RÉSEAUX

621.311.22(73). — Nouvelle station centrale de la Kansas City Light and Power Co. *Electrical Review*, Chicago, 20 avril 1918, t. LXXII, p. 665-666, 2 000 mots, 1 fig. — Cette usine, dont la puissance totale atteindra 150 000 kw, possède déjà deux unités de 50 000 kw. L'article donne quelques détails sur l'équipement de la station.

621.311(42). — Agrandissements des usines électriques de Chesterfield. *Electrical Review*, Londres, 31 mai 1918, t. LXXXII, p. 510-511, 700 mots, 2 fig.

621.311:31(73). — Statistique des opérations des stations centrales pour janvier 1915, 1916 et 1917. *Electrical World*, 6 avril 1918, t. LXXI, p. 725, 1 fig. — Une courbe montre l'augmentation de l'énergie fournie pour les mois de janvier 1915, 1916 et 1917 ; une autre courbe indique, pour les mêmes périodes, la marche ascendante des recettes. Deux tableaux reproduisent les mêmes statistiques pour tous les mois de l'année et pour différents Etats. Cette comparaison est intéressante puisqu'elle s'exerce entre deux années ordinaires et une année où l'on a réduit l'éclairage et en même temps fermé quelques usines qui ne travaillaient pas directement pour la Défense nationale.

621.311.8. — Puissantes batteries d'accumulateurs pour stations centrales ; C. Mc. KINNON. *Electrician*, 26 avril 1918, t. LXXX, p. 892, et 3 et 10 mai 1918, t. LXXXI, p. 6 et 27, 5 600 mots ; *Electrical Review*, 3 et 10 mai 1918, t. LXXXII, p. 412 et 436, 6 000 mots, 4 fig. Communication à l'Institution of Electrical Engineers. — L'auteur étudie les conditions à remplir pour l'installation et l'emploi de grosses batteries d'accumulateurs dans les centrales. Il examine d'abord la salle des accumulateurs, les spécifications à demander pour les éléments, les essais à leur faire subir et enfin les services d'exploitation que ces batteries peuvent avoir à assurer.

621.311.9. — Le réglage des stations centrales de grande puissance. *Electrician*, 31 mai 1918, t. LXXXI, p. 80, 1 850 mots ; *Electrical Review*, Londres, 10 mai 1918, t. LXXXII, p. 454, 1 500 mots. — Résumé de la discussion qui a eu lieu sur ce sujet à la section de Manchester de l'Institution of Electrical Engineers.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. NOUET.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.21. — Le moteur shunt polyphasé; W.-C. Korthals Altes. *Proceedings of the A. I. E. E.*, février 1918, t. XXXVII, p. 91-123, 9300 mots, 36 fig., 2 tab. — Il existe une demande pour un moteur à courant alternatif de fonctionnement sûr, à vitesse réglable, convenant à un service qui exige un grand nombre de vitesses. L'auteur étudie le moteur compensé avec réglage par l'excitation en dérivation et montre qu'il n'est pas pratique pour les fréquences industrielles en raison du coûteux appareillage de commande qui lui est nécessaire. Il discute le moteur asynchrone avec collecteur du côté secondaire ce moteur peut trouver certaines applications pour les grandes puissances, mais sa commande est encore trop compliquée pour qu'on puisse l'appliquer à l'entraînement des petites machines-outils. Le moteur asynchrone avec collecteur du côté primaire offre la meilleure solution pour les machines-outils. L'auteur discute sa théorie en détail et donne une description complète du mécanisme nécessaire pour déplacer les balais et du nouveau type d'enroulement d'induit qui y est employé.

P. L.

621.313.21. — Le socomor, appareil cinématique imitant le fonctionnement d'un moteur à collecteur polyphasé excité en série; V. Karapetoff. *Proceedings of the A. I. E. E.*, février 1918, t. XXXVII, p. 65-82, 5540 mots, 10 fig. — L'appareil est formé de quatre tiges de longueur utile réglable faisant entre elles des angles réglables. On peut réaliser avec ces tiges une combinaison représentant le diagramme vectoriel des tensions dans un moteur ayant telles constantes que l'on veut. En déplaçant les tiges pour imiter la variation de la charge, on peut obtenir toutes les caractéristiques de fonctionnement du moteur, la vitesse, le couple, le facteur de puissance, etc. Un appareil supplémentaire appelé impédomètre permet de tenir compte de la chute de tension par impédance dans la machine. Pour rechercher l'effet de la saturation, on emploie avec le socomor une courbe de magnétisme ajustable faite d'un fil en alliage mou. Une courte théorie graphique du moteur précède la description du socomor pour rendre son fonctionnement intelligible.

P. L.

621.313.23. — Sur les oscillations pendulaires propres des moteurs synchrones. Recherches analytiques et expérimentales. *Elettrotecnica*, 15 avril 1918, t. XXII, p. 146, 750 mots.

621.313.23. — Ce que le moteur synchrone peut faire et ne peut pas faire; Will. Brown. *Electrical World*, 23 mars 1918, t. LXXI, p. 604-607, 4000 mots, 1 fig., 3 tab. — Dans cet article l'auteur montre ce que l'on peut tirer du moteur synchrone actuel; il indique, en outre, les applications où l'on peut l'employer avantageusement (conduite de compresseurs d'air, de machines à glace, etc.). Enfin, l'article se termine par l'étude de l'amélioration du facteur de puissance qui résulte de son introduction sur les réseaux chargés, à condition toutefois qu'il soit convenablement réglé.

621.313.23. — Les applications industrielles du moteur synchrone. *Electrical Review*, Chicago, 27 avril 1918, t. LXXXII, p. 719, 1500 mots. — On a souvent dit que chaque moteur convient à des applications déterminées, le moteur synchrone en particulier peut être employé avantageusement dans bien des cas à la place du moteur d'induction, surtout lorsque les démarrages ne sont ni fréquents, ni sous charge, par exemple pour actionner des compresseurs, des ventilateurs, des pulvérisateurs, etc. Dans l'article en question on insiste surtout pour montrer l'intérêt que les stations centrales ont à encourager l'installation de ces moteurs qui relèvent leur facteur de puissance.

621.313.25. — Moteurs asynchrones à grand facteur de puissance et à chute de vitesse réglable. R.-V. Picou. *R. G. E.*, 30 mars 1918, p. III, t. 458, 2500 mots, 5 fig. — La nécessité reconnue d'améliorer le facteur de puissance des usines de distribution a ramené l'attention sur les dispositions techniques propres à donner un tel résultat: avanceurs de phase, moteurs synchrones surexcités, etc. L'article est une contribution à cet ordre de recherches. Il s'agit d'un dispositif donnant à un moteur asynchrone un facteur de puissance pratiquement égal à l'unité à toutes charges. Ce dispositif peut, en outre, être complété d'une manière simple de façon à permettre le réglage du glissement en fonction de la charge, sans altération sensible du rendement. Enfin, cette machine, ici présentée comme « moteur », peut être employée en « générateur », absolument comme tout autre type d'alternateur, sans être astreinte à recevoir d'un appareil auxiliaire une fréquence imposée. Dans tous les modes d'emploi, la construction proposée permet d'augmenter très notablement l'entrefer, sans rien sacrifier des propriétés du groupe, ce qui, du point de vue mécanique, constitue un avantage évident.

621.313. — Nouveau modèle de moteur parfaitement clos *Electrical Review*, 11 janvier 1918, t. LXXXII, p. 31-32, 1500 mots, 6 fig. — La principale caractéristique de l'invention consiste dans la circulation d'air à l'intérieur du moteur à travers un système réfrigérant faisant partie intégrale du bâti en sorte que les dimensions extérieures ne sont pas accrues d'une manière notable. L'air extérieur est aspiré à travers une tuyauterie aménagée de manière que l'air froid entoure complètement les canalisations parcourues par l'air chaud. On fait se croiser les deux courants d'air de manière que l'air froid soit aussi en contact avec la partie extérieure des lames du stator. Par ce moyen, on obtient une très grande surface de refroidissement. L'air froid ne pénètre nullement dans le moteur, mais circule dans l'espace compris entre la périphérie extérieur des lames et l'enveloppe. — Dans les moteurs, à courant continu le système réfrigérant se compose de chambres

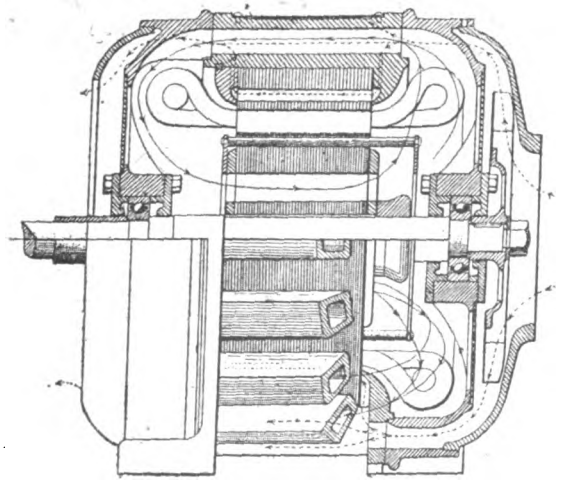
Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation* p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

encastrées dans l'anneau de manière à ne pas gêner la distribution du flux. — Les résultats obtenus indiquent : 1° que le rendement du nouveau moteur pour une élévation de température déterminée, est au moins égal à celui d'un



621.313. — Schéma de la circulation de l'air dans un moteur complètement fermé.

moteur ouvert de même poids et de même volume ; 2° le rendement est environ égal à deux fois et demie celui d'un moteur clos du modèle habituel ayant le même poids et les mêmes dimensions. — A. B.

621.313.25. — Compensation du déphasage des moteurs d'induction par l'emploi d'excitatrices à champ tournant branchées sur le courant principal ; A. Neilsen. *E. T. Z.*, 13 et 20 décembre 1917, t. XXXVIII, p. 584-587 et 593-596, 6 000 mots, 24 fig. — L'auteur décrit le fonctionnement des machines actuellement employées pour compenser le déphasage des moteurs asynchrones. Il conclut à l'emploi d'une nouvelle machine auto-excitatrice, destinée à fournir au stator l'excitation supplémentaire qui améliorera le facteur de puissance à vide et aux faibles charges. Il étudie le fonctionnement d'une telle machine et montre qu'elle doit améliorer du même coup le fonctionnement des génératrices. Il donne une méthode graphique pour déterminer la valeur de l'excitation nécessaire, dans trois cas différents et termine en donnant quelques résultats d'expériences et des renseignements sur des machines en service construites en Allemagne. — J. C.

621.311.75. — Note sur le démarrage automatique des moteurs à courant continu et alternatif de moyenne puissance ; Pierre Legrand. *L'Industrie électrique*, 25 janvier 1918, t. XXVII, p. 28-33, 3 600 mots, 6 fig. — L'auteur décrit divers appareils et dispositifs, démarreurs à contacteurs et démarreurs à servo-moteurs pour moteurs à courant continu et moteurs à courant alternatif, qui ont donné toute satisfaction, tant au point de vue du fonctionnement qu'au point de vue de l'économie d'énergie électrique.

621.311.75 : 621.313.23. — Perfectionnements apportés au démarrage automatique des moteurs synchrones : Théo. Schou. *Electrical World*, 6 avril 1918, t. LXXI, p. 714-717, 10 fig. — L'auteur arrive à faire démarrer un moteur synchrone sous charge et à lui faire atteindre la vitesse du synchronisme en le munissant d'un enroulement en cage d'écureuil, constitué de préférence par un métal ayant un effet pelliculaire très prononcé. La description de cet enroulement n'est pas très détaillée, mais en revanche l'article contient un grand nombre de courbes caractéristiques de moteurs équipés suivant ce dispositif.

621.346 : 621.761. — Equipement électrique des aciérie Mark ; Joseph Collopy. *Electrical Review*, Chicago, 11 mai 1918, t. LXXII, p. 791-795, 8 000 mots, 8 fig. — Cet articl contient une description intéressante des installations électriques d'une grande aciérie moderne comportant notamment un train de laminoir réversible actionné par un moteur de 11 000 kw.

621.346 : 621.944. — Le « Laminoir de la Liberté » de la Carnegie Steel C°, à Munhall (Philadelphie, E.-U.). *Génie civil*, 16 mars 1918, t. LXXII, p. 191, 250 mots. — Notre confrère décrit les installations de laminage de la Carnegie Steel C°, à Munhall, d'après l' « Iron-Age », du 3 janvier 1918. Ce laminoir, d'une capacité mensuelle de 16 000 t, est actionné par un moteur électrique de 4 000 ch. Le moteur du laminoir est alimenté par du courant triphasé, 6 600 v, 25 p : sec, les moteurs de commande auxiliaires sont alimentés en triphasé, 220 v. L'énergie est produite par un groupe générateur se composant d'un moteur à gaz Snow à deux cylindres en tandem entraînant un alternateur de 3 750 kv-a.

621.346 : 621.944. — La commande électrique des trains de laminoir ; L. Rothera. *Electrician*, 24 mai 1918, t. LXXXI, p. 58-59, 2 800 mots, 3 fig. — L'auteur montre le développement constant de la commande électrique vis-à-vis de la marche à la vapeur ; il donne plusieurs diagrammes montrant la puissance demandée en fonction du temps dans une opération de laminage ordinaire. Cinq installations différentes correspondant à des cas particuliers sont sommairement indiquées.

622.77. — Séparateur magnétique pour ateliers. *Electric Railway Journal*, 20 avril 1918, p. 772, 80 mots, 1 fig.

621.348. — Treuils de navires à commande électrique ; E.-T. Whitney. *G. E. R.*, février 1918, t. XXI, p. 135-142, 4 800 mots, 9 fig. — L'auteur décrit le type de moteur construit par la General Electric Co en vue de cette application, indique ses caractéristiques et montre par quelques photographies son utilisation dans les diverses opérations de chargement et déchargement.

621.349. — Bon rendement des pompes à commande électrique. Résultat d'essais à la station Saint-Paul. *Electrical Review*, Chicago, 27 avril 1918, t. LXXII, p. 727-728, 1 500 mots, 1 tab.

63.17(44). — La situation actuelle de la culture mécanique en France ; Ach. Delamarre. *R. G. E.*, 4 mai 1918, t. III, p. 661-664, 3 200 mots. — Dans son rapport sur le budget du ministère de l'Agriculture de 1918, M. Dariac, député, a réuni certaines données statistiques fort intéressantes, que M. Ach. Delamarre reproduit et commente dans son article.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33. — L'amélioration des moyens de transports par l'électrification. *R. G. E.*, 6 avril 1918, t. III, p. 527-529, 2 300 mots. Analyse du rapport de de France à la section VI « Electricité » du Congrès du Génie civil.

385(73). — Un aperçu sur l'insuffisance des moyens actuels de transport aux Etats-Unis. *Electrical Review*, 16 février 1918, t. LXXII, p. 299-300, 2 500 mots.

385. — Les chemins de fer après la guerre. *R. G. E.*, 27 avril 1918, t. III, p. 626-627, 1800 mots. Analyse du rapport de Toulon à la section II « Industries et Transports » du Congrès du Génie civil.

621.33(494). — La traction électrique sur la section Spiez-Brigue du chemin de fer de Lœtschberg. Lucien Pahin. *R. G. E.*, 4 mai 1918, t. III, p. 683-697, 8000 mots, 19 fig., 5 tab. — Dans cet article, l'auteur décrit les installa-

Digitized by Google

Digitized by Google

tions électriques de cette ligne, les locomotives de 2000 ch et 2 500 ch qui y ont été successivement employées, et donne des renseignements intéressants sur les résultats de l'exploitation de la ligne électrifiée.

621.33(45). — La traction par courants triphasés sur les chemins de fer italiens ; Lesniewski. *Tramway and Railway World*, 16 mai 1918, t. XLIII, p. 292-297, 3000 mots, 12 fig. — Cet article résume l'état actuel de la traction électrique sur les divers tronçons de ligne de l'Etat italien.

621.33(73). — Extension des lignes de chemins de fer électriques de Philadelphie vers Chestnut-Hill. *Electric Railway Journal*, 27 avril 1918, t. III, p. 799-803, 3 200 mots, 13 fig. — Nouvellement électrifiée, cette ligne du réseau suburbain de Philadelphie montre que les installations de traction électrique par courant monophasé pour réseau de peu d'étendue approchent de l'uniformisation. Un des points caractéristiques de la nouvelle ligne est constitué par la présence de sous stations aériennes comme on tend de plus en plus à en employer aux Etats-Unis

625.13(44+42). — Le tunnel sous la Manche entre la France et l'Angleterre. *R. G. E.*, 4 mai 1918, t. III, p. 665-666, 1 200 mots. Analyse du rapport de A. Moutier à la section I « Travaux publics et constructions civiles » du Congrès du Génie civil.

351.812.53. — Sur les moyens propres à faciliter la création des embranchements particuliers plus que jamais indispensables pour l'expansion industrielle en présence de la pénurie de main-d œuvre. *R. G. E.*, 20 avril 1918, t. III, p. 594-596, 1180 mots. Analyse du rapport de Albert Henry, à la section II « Industries des Transports » du Congrès du Génie civil.

621.33.033.4. — La traction électrique par accumulateurs sur les chemins de fer à régime varié de charges et de pentes ; Emilio Belloni. *Elettrotecnica*, 5 mai 1918, t. XXII, p. 174-177, 2 000 mots, 4 tab., 1 fig

621.311.21 (73). — La nouvelle station n° 5 de la Rochester Railway and Light Co ; B. Findley. *Electrical Review*, Chicago, 23 mars 1918, t. LXXII, p. 503-505, 2 500 mots, 5 fig. — Description sommaire d'une centrale hydro-électrique d'une puissance totale de 25 000 kw réalisée par l'emploi de deux turbines Francis actionnant chacune un alternateur triphasé de 12 500 kw, 60 p : sec et 11 000 v entre bornes (montage étoile).

621.332.3. — Prise automatique de trolley ; V. Spagnuolo et M. Urbinati. *Elettrotecnica*, 25 mars 1918, t. V, p. 121-123, 1 800 mots, 8 fig.

621.332.3. — La durée des frotteurs de prise de courant. *E. T. Z.*, 10 janvier 1918, t. XXXIX, p. 17, 500 mots. D'après les *B. B. C. Mitteilungen Baden*, t. IV, p. 115. — Résumé des résultats obtenus sur les chemins de fer suisses. 1° L'état de la canalisation aérienne a la plus grande importance. Il faut que les zigzags soient bien réguliers, et que la ligne soit graissée deux ou trois fois par an à la graisse consistante. Il faut éviter la formation du dépôt de glace soit par échauffement du conducteur, soit par des dispositifs spéciaux. 2° La durée des frotteurs diminue quand l'intensité du courant augmente. 3° Les frotteurs en aluminium durent plus longtemps que ceux en laiton et usent moins la ligne, surtout ceux en aluminium étiré. L'alliage d'aluminium à 5 pour 100 de cuivre est excellent. 4° La durée diminue quand la pression de contact augmente. Elle est en moyenne de 2,5 à 4 kg et augmente en hiver. 5° Elle diminue aux grandes vitesse. 6° Le meilleur moyen de diminuer l'usure est de bien entretenir la ligne et d'avoir une pression bien constante. — J.-C.

625 23. — Economies réalisables dans l'organisation des voitures actuelles ; Norman Lichfield. *Electric Railway Journal*, 16 mars 1918, t. LI, p. 496-499, 5 000 mots, 6 fig.

621.335. — Nouveaux types de voitures pour l'électrification du réseau suburbain de Melbourne. *Electric Railway Journal*, 13 avril 1918, t. LI, p. 718, 1 000 mots, 2 fig.

621.335 (45). — L'équipement électrique des nouvelles locomotives polyphasées à grande vitesse 2-C-2 groupe E 332 Les chemins de fer de l'Etat italien ; P. Verole et A. Caminati. *Rivista tecnica delle Ferrovie italiane*, 15 mars et 15 avril 1918, t. XIII, p. 97 et 130, 10 000 mots, 11 fig, 1 tab.

621.335 (494). — Nouvelle locomotive électrique suisse de 50 t pour fortes rampes. *Electric Railway Journal*, 27 avril 1918, t. LI, p. 805, 1 000 mots, 3 fig.

621.335 (73). — Nouvelle voiture à unités multiples et à quatre moteurs mise en service à Dayton. *Electric Railway Journal*, 27 avril 1918, t. LI, p. 814-815, 1 000 mots, 2 fig.

621.335 (73). — Locomotives électriques à voyageurs du Chicago. Milwaukee and Saint-Paul Railway. *Electrician*, 3 mai 1918, t. LXXXI p. 4-5, 2 200 mots, 4 fig. — Cet article contient la description sommaire des locomotives, il donne également le profil de la ligne qui comporte une longueur électrifiée de 600 km.

621.335 (73). — Une puissante locomotive à voyageurs pour le Chicago Milwaukee and Saint-Paul Railway. *Tramway and Railway World*, 16 mai 1918, t. XLIII, p. 289-291, 2 500 mots, 5 fig. — Ces tracteurs dont la puissance unihoraire atteint 3 000 kw et la puissance en régime continu 2 200 kw utilisent six moteurs prévus chacun pour 1 500 v. Ces moteurs peuvent être couplés de trois façons différentes : 1° les six moteurs en série ; 2° en deux groupes de trois moteurs en série ; 3° en trois groupes de deux moteurs en série. Ces machines assurent la traction des trains sur la ligne de Rocky-Mountain à profil assez accidenté dont la longueur totale atteint 600 km. A citer comme particularité, l installation sur la locomotive d'une chaudière à vapeur chauffée à l'huile en vue d'assurer l'hiver le chauffage des trains.

625.7. — Sur la transformation nécessaire du réseau routier français. *R. G. E.*, 4 mai 1918, t. III, p. 665, 150 mots. Analyse du rapport de Georges Dumont à la section I « Travaux publics et constructions civiles » du Congrès du Génie civil.

625.216. — Perfectionnements dans les tampons de véhicules de chemin de fer. *Locomotive Magazine*, 15 mars 1917, t. XXIII, p. 50, 650 mots, 2 fig.

625.25.00.14. — Essais de freinage sur les trains modernes de voyageurs du Pennsylvania Railroad. *Locomotive Magazine*, 15 janvier 1917, t. XXIII, p. 11, 450 mots. — 691 arrêts effectués sur une ligne en palier, à des vitesses s'élevant jusque 130 km : h, avec un train de 12 voitures de 55 t chacune. La commande électrique du compresseur d'air a été perfectionnée de façon que l'air agit sur toutes les voitures deux secondes après que le mécanicien a manœuvré sa manette de frein. Le train lancé à une vitesse de 96 km : h a pu ainsi être arrêté sur un parcours de 1643 m ; à 129 km : h, il fallut 3536 m. — L. P.

656.256. — Note sur la signalisation. *Locomotive Magazine*, 15 avril 1918, p. 63-64, 1 100 mots, 5 fig. — Appareil de block à trois indications pour chaque voie (voie fermée ou libre ou occupée) et un seul fil, avec appareil téléphonique. — Appareil de block (permissive block instrument) permettant d'admettre plusieurs trains sur la même voie, dans une même section, et indiquant leur nombre. — Appareil à jetons (electric tablet instrument) pour ligne à voie unique, fonctionnant comme appareil de block ou bien permettant d'admettre jusqu'à 47 trains dans le même sens sur une même section, chacun de ces trains possédant une tablette ou jeton extrait de l'appareil. C'est la première

Digitized by Google

Digitized by Google

application de ce système en Angleterre (Great Northern Ry, ligne de Cuffley à Langley Junction, près de Stevenage). Il est déjà utilisé, avec succès, sur tout le réseau du gouvernement sud-africain. — L. P.

656.251. — Le problème de la couleur des signaux de chemins de fer. *Locomotive Magazine*, 15 février 1918, t. XXIV, p. 33-34, 900 mots. — Le rouge et le violet pourraient être employés, puisqu'ils se trouvent aux deux extrémités du spectre; malheureusement, il est difficile d'obtenir du violet pur et on a préféré choisir le vert, qui occupe le milieu du spectre. On utilise aussi le jaune et l'orangé, faciles à confondre avec le rouge. La question de la troisième couleur à adopter n'est pas résolue. — L. P.

656.251. — Le problème de la visibilité des signaux de chemins de fer; J.-H. CHERRY. *Locomotive Magazine*, 15 février 1918, p. 38, 190 mots.

626. — Sur le réseau de la navigation intérieure en France. *R. G. E.*, 20 avril 1918, t. III, p. 592, 300 mots. Analyse du rapport du colonel Espitallier, à la section II « Industries des Transports » du Congrès du Génie civil.

626. — L'intérêt de la création d'un réseau de grande navigation intérieure en France : principales conditions de l'établissement et de l'exploitation de ce réseau. *R. G. E.*, 20 avril 1918, t. III, p. 593-593, 600 mots. Analyse du rapport de Ed. IMBEAUX, à la section II « Industries des Transports » du Congrès du Génie civil.

629.12 : 621.348. — La propulsion électrique des navires. *Electrical Review*, Londres, 10 mai 1918, t. LXXXII, p. 435, 700 mots. — Cet article donne en quelques lignes des indications sur les navires américains récemment équipés électriquement : Florida, Utah, Delaware, New Mexico.

629.12 : 621.348. — La propulsion électrique des navires au moyen de la turbine Ljungstrom. *Electrical Review*, 17 mai 1918, p. 459-462, 3000 mots, 6 fig.

629.12 : 621.348 — Propulsion d'un navire à l'aide d'une transmission électrique. *Engineering*, 3 mai 1918, t. CV, p. 489-491, 2500 mots. — Le steamer « Wulsty Castle » de la Lancashire Schipping Company qui vient d'être mis en service est équipé à l'aide de ce système. — Le moteur primaire est une turbine à vapeur du système Ljungström, dans laquelle deux systèmes d'ailettes sont en mouvement, l'un dans un sens, l'autre dans le sens opposé; la vitesse relative des deux systèmes est donc double de celle obtenue dans le cas d'une turbine ordinaire, et dans laquelle l'un des systèmes d'ailettes, le distributeur, est fixe. — Une planche montre la disposition générale de l'installation génératrice et réceptrice; les chaudières fournissent de la vapeur à la pression de 18 kg. cm² environ, l'air nécessaire pour la combustion est fourni par les ventilateurs fixés sur les alternateurs et assurant le refroidissement de ces derniers; la vapeur est surchauffée à 330° environ avant de pénétrer dans les turbines. Chaque turbo-alternateur peut fournir 625 kw en courants triphasés sous 650 v, la fréquence est égale à 60 p : sec pour une vitesse de 3600 t : min. — La plaque de fondation de la turbine est constituée par le condenseur dont la surface est d'environ 100 m². — Les deux moteurs d'induction actionnent chacun une ligne d'arbre attaquant, par relais d'engrenages, l'arbre de l'hélice tournant à environ 76 t : min; les deux moteurs peuvent fournir ensemble environ 1500 ch sur l'arbre de l'hélice. — Les stators et rotors sont bobinés en barres isolées du fer par du mica, chaque moteur a son ventilateur particulier monté sur le rotor; les paliers sont à rotule, les rotors sont à bagues avec court-circuitage et relevage des balais. Les essais en usine de ces moteurs ont montré que leur rendement atteignait 0,95 à pleine charge avec un facteur de puissance égal à 0,875. — Tous les services auxiliaires sont actionnés par des moteurs triphasés 650 v, 60 p : sec, des photographies complètent l'article qui sera continué. — E. B.

629.12 : 621 348. — La propulsion des navires; Eskil BERG. *Journal of the Franklin Institute*, mars 1918, t. CLXXXV, p. 317-332, 3 fig. — L'invention de la turbine à vapeur devait naturellement avoir sa répercussion sur la propulsion des navires pour laquelle elle semblait tout indiquée, d'abord par sa meilleure utilisation de la vapeur qui permet de réaliser une économie de 25 pour 100 de combustible sur les machines à piston; puis, par son faible encombrement. Cependant comme ce sont les turbines à très grande vitesse qui sont les plus économiques et que, par contre, ce sont les propulseurs à marche relativement lente qui ont le meilleur rendement, il faut, pour utiliser les premières, recourir à des trains d'engrenages réducteurs entre la machine primaire et l'arbre de l'hélice, à moins d'adopter la commande électrique qui, effectivement, peut donner une solution très souple des différents problèmes qui se présentent. Les avantages de la commande électrique sont : moyen simple et pratique de réduire la vitesse dans toute proportion désirable; renversement de marche obtenu par le changement de connexions électriques sans dispositifs mécaniques, sans tuyauterie, sans valves, etc., et cela sans affaiblir le rendement de l'équipement de marche avant; facilité pour les vaisseaux de guerre de passer de la marche à pleine vitesse à la vitesse de croisière, encore par le seul changement de connexions électriques; installation de deux types d'unités génératrices correspondant à ces deux vitesses, en sorte qu'en cas d'avarie à l'une, il est possible de marcher avec l'autre; emploi de la vapeur à haute pression et surchauffée, d'où économie de combustible qui peut atteindre jusqu'à 18 pour 100. Nous avons déjà signalé les caractéristiques du bateau « Jupiter ». Un autre type, actuellement en chantier, est le cuirassé « New Mexico » qui jaugera 32 000 t, filera 21 nœuds à l'heure et disposera d'une puissance de 28000 ch, susceptible d'être portée, pour une courte période, à 37 000 ch, ce qui permettra de réaliser une vitesse de 22 nœuds. Ce bateau sera pourvu de deux groupes turbo-alternateurs et de quatre moteurs, un pour chacun des 4 arbres d'hélice. Pour les croiseurs de bataille en projet, on prévoit une puissance de 180 000 ch, une vitesse de 35 nœuds à l'heure et 4 moteurs effectuant 250 t : min et d'une puissance individuelle de 22500 ch. L'énergie électrique sera produite par 4 turbines à grande vitesse entraînant chacune un alternateur triphasé de 35 000 kw. — Mr Ljungstrom est parvenu à d'excellents résultats, sur des cargoats dont la puissance ne dépasse pas 5000 ch, en prenant comme intermédiaire, entre la turbine et l'arbre d'hélice, une vis sans fin; jusqu'à 12 000 ch, répartis sur deux arbres, c'est aussi la commande par engrenages qui est à recommander de préférence à la commande électrique. L'auteur signale enfin les essais couronnés de succès qui ont été faits avec un accouplement flexible du type Alquist, dont la construction a été perfectionnée par la General Electric C°.

629.135.1 (43). — Evolution de l'aviation allemande; lieutenant Jean-Abel LEFRANC. *La Nature*, 11 mai 1918, n° 2328, p. 289-295, 2800 mots, 9 fig. — L'auteur continue la description des appareils allemands, il examine les organes d'attaque, de défense, de bombardement, de liaison. Pour ces derniers, ils utilisent la télégraphie sans fil, les signaux lumineux électriques et les signaux lumineux par jets de fusées. Le courant de chauffage et d'éclairage est produit par une petite génératrice ou par une batterie d'accumulateurs.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654. — Sur les communications téléphoniques, télégraphiques, radiographiques et postales. *R. G. E.*, 6 avril 1918, t. III, p. 523-527, 4500 mots. Analyse du rapport d'Emile GIRARDEAU à la section « Electricité » du Congrès du Génie civil.

654.2. — A propos d'un nouveau relais télégraphique; G. BANZATTI. *Elettricista*, 1er mai 1918, t. XXVII, p. 67-68.

Digitized by Google

Digitized by Google

2000 mots, 2 fig. — L'auteur établit par diverses attestations déjà anciennes que le relais dont il est l'inventeur permet d'augmenter le rendement des lignes télégraphiques; en particulier, il a permis, dès 1910, de faire fonctionner quatre appareils Hughes en quadruplex sur un seul fil entre Rome et Naples.

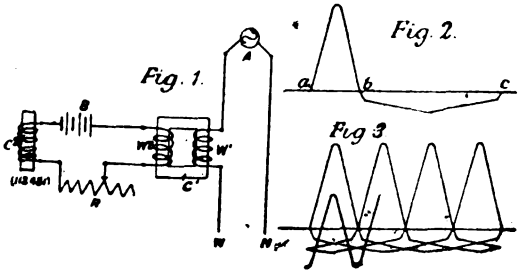
654.2. — Appareil Charnier-Turner pour l'étude du code de signaux Morse; S. Turner. *Electrician*. 3 mai 1918, t. LXXXI, p. 13-14, 2000 mots, 5 fig.

654.25. — Le système de télégraphie sans fil de l'Administration des P. T. T; J.-B. Pompey. *R. G. E.*, 11 mai 1918, t. III, p. 675-678, 3000 mots. — M. Bouthillon, ingénieur des Télégraphes, a réalisé un nouveau système de production d'ondes hertziennes pour la télégraphie sans fil, en chargeant le condensateur par une force électromotrice constante. L'auteur de l'article étudie ce système au point de vue mathématique et en tire d'intéressantes conséquences.

654.25 : 629.135.1 (43). — La télégraphie sans fil et l'aviation allemande. *La Nature*, 25 mai 1918, n° 2330, p. 333. — Suivant « Electr. Exper. » une méthode spéciale serait appliquée par les Allemands pour recueillir les signaux qui sont souvent imperceptibles au milieu du bruit dû aux moteurs et au déplacement d'air. Les oscillations à haute fréquence du poste récepteur opéreraient sur un galvanomètre d'Einthoven; l'installation rappelle celle d'un viseur à prisme; elle possède inférieurement une petite lampe électrique dont la lumière tombe sur une fente étroite, recouverte normalement par le fil mince du galvanomètre. Le fil se trouve plongé dans un champ magnétique intense; il dévie dès que le courant de réception passe, permettant ainsi la perception du rayon lumineux. L'observateur qui se trouve au viseur peut donc lire les signaux qui lui sont transmis, en points et traits, sous forme de rayons lumineux courts et longs, projetés par la fente éclairée.

654.25 : 621.315.6. — Sur quelques types de condensateurs à capacité réglable pour appareils radiotélégraphiques de réception et sur leur application aux ondemètres; Salvatore Cherubino. *Elettricista*, 15 avril 1918, t. XXVII, p. 57-60, 5000 mots. — L'auteur établit d'abord la nécessité de l'emploi de condensateurs à capacité variable, puis décrit les condensateurs de ce genre à armatures glissantes, ceux à disques, etc.; puis il montre comment on les gradue, indique leurs applications et termine en insistant sur la nécessité de créer en Italie des fabriques de matériel radiotélégraphique.

654.25. — Multiplicateur de fréquence de courants électriques; Marconi's Wireless Telegraph Company et J. Shœnberg. *Brevet anglais n° 112481*, déposé le 5 décembre 1916, accordé le 23 janvier 1918. Bibliographié dans *Engineering*, 19 avril 1918, t. CV, p. 445, 3 fig. — L'invention est basée sur le principe suivant : si l'un des conducteurs d'une source de courant alternatif contient un enroulement sur un noyau de fer ne contenant aucun entrefer, ou tout au moins un entrefer très petit, et que ce noyau de fer porte un second enroulement alimenté par un circuit à courant continu contenant une bobine de self-induction à circuit magnétique ouvert, les courbes de courants et de tensions dans les conducteurs principaux possèdent la particularité que l'amplitude d'un côté est beaucoup plus grande que de l'autre; la portion de la période qui correspond à la plus grande amplitude est plus petite que la portion qui correspond à la plus petite amplitude, le rapport entre les deux étant une fonction des ampères-tours des deux enroulements. Dans la figure 1, A est une source de courant alternatif; C_1 est un circuit magnétique sans entrefer portant deux enroulements, W_1 inséré dans le circuit de A, W_2 connecté à la source B de courant continu et en série avec une résistance réglable R et une bobine de self-induction C_2, à circuit magnétique ouvert de sorte que le circuit magnétique C_1 puisse être saturé. Les courbes de courant et de tension entre les points WN auront la forme montrée par la figure 2; ac correspond à une période entière, l'amplitude étant beaucoup plus grande d'un côté que de l'autre et la portion ab étant beaucoup plus courte que l'autre. Un dispositif similaire est établi sur chacune des phases d'un système à *n* phases et, si les courants de plusieurs phases sont combinés, il est possible d'obtenir un courant d'une fréquence *n* fois la fréquence fondamentale, ainsi que le montre la figure 3 pour le cas d'un réseau à quatre phases. On observera que les phases sont ajoutées directement sans emploi d'aucun transformateur. — E. B.



654.25. — Schéma d'un dispositif permettant d'augmenter la fréquence d'un courant alternatif.

654.25. — Note sur la valeur de l'audition dans un téléphone shunté par le circuit d'antenne dans un poste de réception de télégraphie sans fil; Balth van der Pol. *Electrician*, 24 mai 1918, t. LXXXI, p. 60, 1700 mots, 2 fig.

654.6. — Une modification à l'installation d'interception d'appel; Mehmed Emin. *Journal télégraphique de Berne*, 25 avril 1918, t. XLII, p. 40-50, 450 mots, 1 fig.

ÉCLAIRAGE

621.32.00.3. — Le coût de l'éclairage artificiel, sa faible importance par rapport aux salaires payés et à l'augmentation de la production; C. E. Clewell. *Illuminating Engineer*, février 1918, p. 53-56, 1500 mots, 2 fig. — L'auteur commence par montrer, au moyen d'un graphique, que la dépense journalière résultant de l'emploi de l'éclairage artificiel pendant 2,4 ou 6 heures par jour correspond seulement à la dépense occasionnée par les salaires pendant 2,5, 4,5 et 7,2 minutes; pour un atelier employant vingt-cinq personnes payées 1,25 fr par heure en moyenne, la dépense d'éclairage n'est que la centième partie des salaires payés. Un autre graphique montre que, dans un atelier convenablement construit pour utiliser le mieux possible la lumière du jour, le nombre des heures où il convient d'avoir recours à l'éclairage artificiel est toujours faible.

621.32.00.3(73). — Les restrictions de l'éclairage aux Etats-Unis; Preston S. Millar. *T. I. E. S.*, 20 mars 1918, t. XIII, p. 111-170, 22000 mots, 2 fig. — Les restrictions que les nations belligérantes et même les nations neutres ont dû s'imposer sur l'éclairage en vue d'économiser le charbon ont amené M. Millar à examiner quelles conséquences elles peuvent avoir aux Etats-Unis. Il établit que les dépenses résultant de l'éclairage artificiel sont comprises entre 0,5 et 2 pour 100 des dépenses totales de l'ensemble des citoyens américains et que la consommation de charbon résultant de l'éclairage à l'électricité n'est que de 12000000 t sur une production de 640000000 t, soit moins de 2 pour 100 de cette production. Il montre ensuite que, en général, avant la guerre, l'éclairage n'avait pas encore pris l'importance que réclament l'hygiène et la production industrielles. Aussi ne croit-il pas que les restrictions puissent fournir une diminution notable de la consommation de charbon sans amener des inconvénients beaucoup plus

Digitized by Google

Digitized by Google

graves au point de vue de la production nationale. Il admet que certaines catégories d'éclairage peuvent subir des réductions, mais il estime que d'autres exigent au contraire une augmentation de la consommation, et, par des tableaux, il établit que l'économie de combustible qu'on peut attendre de l'ensemble ne doit pas dépasser 3 pour 100, soit environ 360 000 t, c'est-à-dire la deux millième partie de la production annuelle. Il en conclut que cette économie dérisoire pourrait être obtenue beaucoup plus aisément par d'autres moyens, plus pratiques et moins gênants. La longue discussion qui a suivi la présentation de cette étude indique que beaucoup d'Américains partagent cette dernière conclusion.

644.3.00.3. — Les meilleures méthodes pour réaliser des économies dans l'éclairage. *Electrician*, 24 mai 1918, t. LXXXI, p. 68, 900 mots.

665.7. — L'utilité de l'art de l'ingénieur éclairagiste dans l'industrie du gaz; Robert Ffrench Pierce. *T. I. E. S.*, 20 mars 1918, t. XIII, p. 170-184, 5 800 mots. — Dans cette étude, présentée en 1916-1917 à la National Commercial Gas Association et soumise depuis à la discussion des personnes compétentes, l'auteur s'attache à démontrer que pour la réussite des entreprises gazières il ne suffit pas d'un personnel purement commercial et qu'il importe que, là comme ailleurs, l'art de l'ingénieur soit mis à contribution.

621.323. — Emploi d'auto-transformateurs sur les circuits d'éclairage. *Electrical World*, 30 mars 1918, t. LXXI, p. 672. — Il est possible, dans un circuit de 4 A qui alimente des lampes de 4 bougies, d'insérer des lampes de 250 bougies à 6,6 A par l'emploi d'auto-transformateurs.

621.323. — Dispositif simple pour la commande à distance de groupes de lampes. *Electrical World*, 9 février 1918, t. LXXI, p. 309, 1 fig. — Un circuit pilote comprend un certain nombre d'électro-aimants en série et dont les noyaux plongeurs sont reliés, au moyen d'un ruban, à un commutateur tournant du type mural. Les électros des régulateurs à arc enfermé, aujourd'hui abandonnés et accessibles à des prix modérés, conviennent très bien pour cet usage. Ils sont montés individuellement avec le commutateur qu'ils doivent commander sur une planchette en bois de 11,4 × 20,3 cm et installés tout près du groupe de lampes ou de la réclame lumineuse qu'il faut éteindre à distance. On peut ainsi disposer en série une douzaine de bobines sur un circuit à courant continu à 125 V, s'il existe à proximité un réseau de traction à 500 V utilisable, le nombre d'appareils embrochés sera évidemment encore plus grand. Le courant instantané nécessaire pour exciter les électros variant entre 7 et 10 A, le choix du métal devant constituer le circuit pilote sera basé sur des considérations d'ordre mécanique plutôt que d'ordre électrique. Le fil de fer semble donc tout indiqué ; on tiendra cependant compte de sa résistance qui, naturellement, limitera le nombre des électros capables de fonctionner simultanément en série. Par l'emploi de commutateurs à deux et trois circuits, on arrivera à commander, d'un même poste, les lampes devant brûler jusqu'au milieu de la nuit ou jusqu'au matin.

621.323. — La commande à distance par les circuits fantômes. *R. G. E.*, 4 mai 1918, t. III, p. 658-659, 1 000 mots, 4 fig. Analyse d'un article de H.-H. Reeves, publié dans *G. E. R.*, novembre 1917, t. XX, p. 884-888, 2 400 mots, 12 fig.

621.325.3. — Charbons minéralisés à l'uranium et au calcium ; W.-R. Mott, de Lakewood (Ohio). *Brevet américain n° 1 235 996* ; *Electrical World*, 24 novembre 1917, t. LXX, p. 1 002. — On sait que les charbons minéralisés au fluorure de calcium donnent un arc à flamme jaune, très intense, mais qui n'a aucune propriété photo-chimique. Il est des cas où l'on préférerait une lumière à la fois blanche et propre aux travaux photographiques. Ce résultat peut être obtenu en mélangeant au fluorure de calcium une certaine proportion d'uranium dont les radiations éteignent complètement les radiations jaunes du premier métal pour donner une lumière dont la blancheur est comparable à celle de la neige, dit le brevet. L'uranium donne un spectre principalement riche en raies bleues, violettes et ultra-violettes ; dans l'arc, il émet une lumière qui est de 50 pour 100 plus actinique que celle des fluorures des terres rares ou de l'oxyde de titane.

621.326 (017) (73). — Spécifications du gouvernement américain en ce qui concerne les lampes à incandescence. *Electrical Review*, Chicago, 27 avril 1918, t. LXXII, p. 712, 1 000 mots, 1 tab.

621.326 2. — Papillotement des lampes électriques; K. Simons. *Electrician*, 17 mai 1918, t. LXXXI, p. 36-37, 2 700 mots, 6 fig. ; *E. T. Z.*, n°s 37, 38 et 39 de 1917. — Dans cet article, l'auteur montre que, pour chaque type de lampe à incandescence, il existe une fréquence critique au-dessus de laquelle le scintillement des lampes n'est plus appréciable. Il indique une méthode stroboscopique permettant de mesurer efficacement la durée du scintillement.

621.326. — Perfectionnements aux lampes électriques de poche; C. de Sedneff. *Brevet français n° 483 615*, demandé le 4 janvier 1916, délivré le 2 mai 1917, publié le 26 juillet 1917, 188 lignes, 4 fig. — Pour éviter les allumages intempestifs de lampe, l'interrupteur porté sur la sacoche comprend deux contacts constitués par des parties mâles de boutons de pression. La fermeture du circuit se fait en boutonnant les parties femelles desdits boutons-pression, ces parties femelles étant réunies par un conducteur. — L. J.

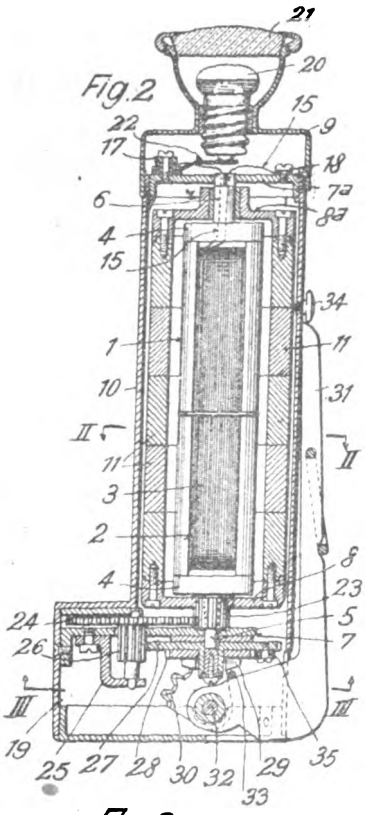
621.326. — Etui pour lampe électrique de poche avec verrouillage de sûreté dans la position d'extinction; Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. *Brevet français n° 484 190*, demandé le 6 avril 1916, délivré le 21 juin 1917, publié le 12 septembre 1917, 71 lignes, 5 fig. — Pour empêcher que la lampe ne s'allume dans la poche à l'insu du porteur, l'interrupteur est du type va-et-vient. Quand l'anse de suspension de la lampe est rabattue, elle s'oppose au passage de l'interrupteur dans la position d'allumage. — L. J.

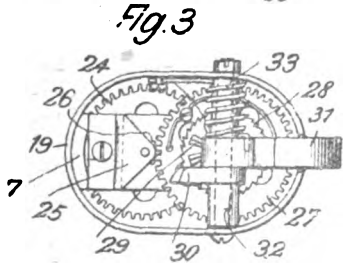
621.326 : 538.811. — Lampe électrique de poche: Otto Pletscher. *Brevet français n° 484 613*, demandé le 27 février 1917, délivré le 28 juillet 1917, publié le 23 octobre 1917, 203 lignes, 6 fig. — La figure 2 représente une coupe longitudinale de la lampe, la figure 3, une vue par en dessous, le couvercle enlevé et la figure 4 une coupe suivant la ligne II II de la figure 2. Il s'agit d'une lampe à dynamo dont l'induit 1 comprend un noyau en fer qui porte l'enroulement 3. Une des extrémités 15 de l'enroulement est reliée à la borne 18 en passant par le tourillon creux de la plaque de bout supérieure 4. La plaque de bout inférieure porte sur un tourillon 5 qui repose sur une platine 7. Le tourillon creux 6 comporte une partie carrée qui est établie dans une platine 7*a*. Une calotte 9 portant l'ampoule électrique 20 avec lentille 21 ferme la boîte cylindrique 10. La lampe reçoit son courant de l'autre fil 15 qui va à une languette élastique 22 maintenue et isolée sur la platine supérieure par la borne 17. Le tourillon 5 porte un pignon 23 qui tourne sur ce tourillon et est en prise avec une roue dentée 24 sur l'axe de laquelle se trouve un autre pignon 26 en prise avec une roue dentée 27 qui tourne à jeu libre sur le tourillon 5 au moyen d'une douille. Sur la partie externe de cette douille tourne une roue à rochet munie d'une roue conique 29. Le cliquet 35 soumis à la pression d'un ressort par rapport à la roue à rochet est par contre fixé à la roue dentée 27. Un segment de roue conique 30 est en prise avec la roue conique 29 et est fixé sur un levier 31 mobile autour de l'axe 32 et maintenu appliqué sur la boîte 10 contre l'action du ressort

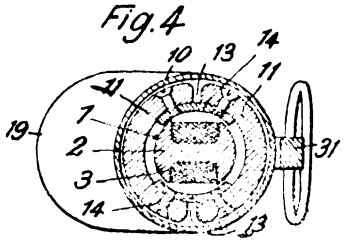
Digitized by Google

Digitized by Google

33 au moyen du bouton d'arrêt 34 (fig. 2). Le pignon 23 est fixé sur un disque 8 relié à la paire d'aimants inférieure d'une série de paire d'aimants 11 au moyen de vis. La paire d'aimants supérieure 11 est reliée à un disque 8 *a* tournant sur la partie ronde du tourillon 6. Les aimants de chaque paire sont fixés avec leur pôle de même nom sur la même pièce polaire; mais les pôles de même nom comportent entre eux un intervalle 13. Pour allumer la lampe, on tourne le bouton 34 de 90° ce qui libère le levier 31. On prend la lampe en main et on la saisit avec les quatre doigts tout en appliquant le pouce sur le levier 31. En pressant celui-ci avec le pouce de manière à le ramener contre la boîte 10, le segment 30 s'accouple avec la roue 27, celle-ci avec le pignon 26 et la roue 24; cette dernière fait tourner par le pignon l'inducteur 11 avec un rapport de transmission de 1 à 20. Puis on laisse le levier revenir sous l'influence du ressort et la roue à rochet glisse le long du cliquet 35 en sorte que le reste du mécanisme n'est pas influencé par le mouvement en arrière du levier. En répétant la manœuvre du levier, on donne une nouvelle impulsion de rotation à l'inducteur qui, agissant comme volant, assure la régularisation de la marche. — L. J.







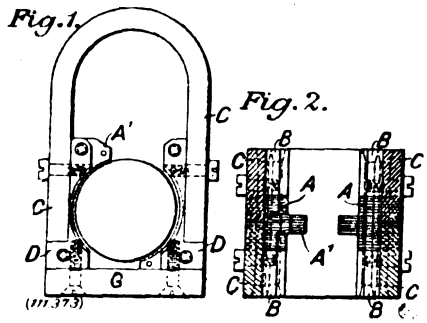
621.326:538.811. — Coupes diverses d'une lampe de poche à dynamo.

621.326. — Lampe de batterie; N. Kribs. *Brevet français n° 483 743*, demandé le 8 décembre 1916, délivré le 13 mai 1917, publié le 2 août 1917, 134 lignes, 5 fig. — Il s'agit ici d'une lanterne électrique dont la lumière peut être dirigée dans des directions différentes sans qu'on ait à changer la position du corps de la lampe.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.431.42.00.14. — L'essai des magnétos d'allumage. *Engineering*, 5 avril 1918, t. cv, p. 379-380, 1500 mots. — M. F.-A Watson présente par lettre, à l'*Engineering*, quelques observations sur l'article de M. J.-D. Morgan paru dans l'*Engineering* du 8 février et dans lequel l'auteur attirait l'attention sur les difficultés que l'on rencontre dans les essais des magnétos. — M. Watson fait observer que la magnéto d'allumage est, après tout, un alternateur spécial à haute tension dont l'essai pourrait être conduit de la même manière que celui d'un alternateur ordinaire, mais il est nécessaire alors de tenir compte des conditions tout à fait particulières dans lesquelles la machine travaille normalement, non seulement en ce qui concerne la vitesse, etc., mais aussi en ce qui concerne le circuit auquel la machine fournit de l'énergie. — Les conditions normales de fonctionnement de la magnéto sont très difficiles à reproduire, car la machine ne fournit pas de courant à un circuit de résistance constante, mais au contraire à un circuit dont la résistance est continuellement variable, au moment de la production de l'étincelle; la résistance est pratiquement infinie et cette résistance tombe à une très faible valeur immédiatement après le passage de la première étincelle. — L'auteur présente un certain nombre d'observations et de critiques à la méthode d'essai préconisée par M. J.-D. Morgan et prétend que cette méthode permet seulement de comparer entre elles des magnétos d'un même type et de donner, dans ce cas, des résultats pratiques intéressants; bien que le procédé proposé par M. Morgan ne soit pas d'une application aussi générale que ce dernier le suppose, il n'en apporte pas moins une contribution sérieuse à la solution du problème considéré. — E. B.

621.431.42. — Machine magnéto-électrique; The M.-L. Magneto Syndicate et E.-A. Watson. *Brevet anglais n° 111 373*, accordé le 5 décembre 1917. Bibliographié dans *Engineering*, 8 février 1918, t. cv, p. 161, 1 fig. — Cette magnéto, destinée à l'allumage des moteurs à explosion est caractérisée par les pièces polaires formées de tôles disposées suivant des plans à angle droit avec l'armature, avec



621.431.42. — Magnéto d'allumage pour moteurs à explosion à pièces polaires feuilletées.

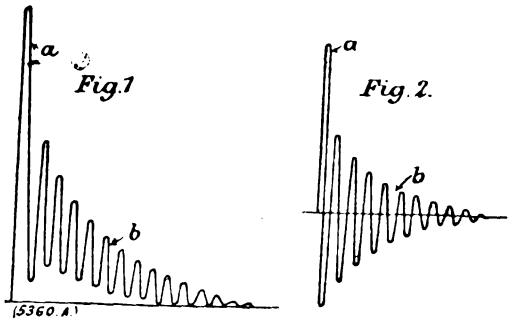
ou sans blocs pleins à l'extrémité et pourvues d'un socle ou pièce pour recevoir l'extrémité de l'armature. Les pièces polaires sont en A, et B sont les blocs pleins; C est un aimant permanent et D est une pièce destinée à recevoir les branches de l'aimant. Les pièces polaires en tôles sont maintenues par des rivets, elles sont fixées aux branches de l'aimant à l'aide de vis, des vis également fixent l'ensemble sur la plaque de fondation indiquée par G.

621.431.42.00.14. — Essai des appareils d'allumage des moteurs à explosion; J.-D. Morgan. *Engineering*, 8 février 1918, t. cv, p. 137-138, 1600 mots, 5 fig. — Au cours des essais et recherches qui ont été entrepris sur les appareils d'allumage des moteurs à essence, il a été nécessaire de mesurer le courant et la tension très élevée aux bornes de la bougie; étant donnée l'allure très compliquée de la courbe du courant ainsi que de celle de la tension, le problème est assez difficile à résoudre. — Le courant dans le circuit d'étincelles est oscillatoire et intermittent; dans bien

Digitized by Google

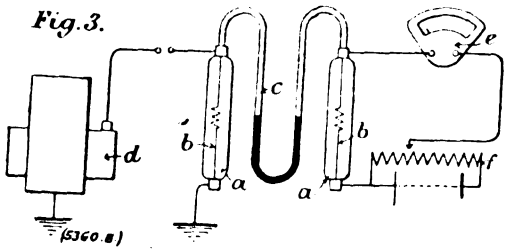
Digitized by Google

des cas les oscillations sont superposées à une décharge continue; il arrive aussi fréquemment que les oscillations sont séparables en deux parties principales, dans la première partie la fréquence est beaucoup plus grande que dans la seconde. Les figures 1 et 2 montrent les caractéristiques générales de la décharge; il est probable que dans la première partie des courbes, a, la courbe soit composée d'une série d'oscillations, mais alors la fréquence est si grande que l'observation au miroir tournant ne montre qu'une seule ligne brillante; la partie b composée de lignes parallèles est beaucoup moins brillante. Le courant correspon-



621.431.42.00.14. — Courbes caractéristiques de la décharge des appareils d'allumage des moteurs à explosion.

dant à la première partie est très difficile à mesurer, des appareils spéciaux ont été créés dans le but de faire cette mesure; ils utilisent en général le principe des appareils thermiques, mais ils ont donné des résultats assez médiocres et même un peu surprenants car ils indiquent en général une diminution de courant dans des cas où l'on sait que ce dernier a augmenté. Utilisant un autre principe, l'auteur a réalisé un appareil qui donne satisfaction; cet appareil est montré schématiquement par la figure 3; il se compose essentiellement de deux ampoules identiques en verre a, contenant chacune un filament de charbon ou de métal d'assez



621.431.42.00.14. — Dispositif thermique pour la mesure de l'intensité du courant des appareils d'allumage.

grande résistance b; un de ces filaments est connecté avec le circuit d'étincelles, l'autre est connecté à une batterie d'accumulateurs par l'intermédiaire d'une résistance réglable f; les deux ampoules sont reliées à un indicateur à gaz c. L'échauffement dans une ampoule est équilibré par le réglage du courant qui passe dans l'autre, ce courant est lu sur l'ampèremètre e. On a trouvé que, pratiquement, les résultats des mesures concordent d'une façon assez satisfaisante avec la théorie et les variations observées sont bien dans le sens prévu par la modification apportée au circuit d'étincelles. — E. B.

621.431.42. — Bougie d'allumage réglable pour moteurs à explosion; Roger-Louis-Antoine Bourgognon. Addition n° *20 428* au *brevet français n° 484 101*, demandée le 9 février 1917, délivrée le 2 octobre 1917, publiée le 21 décembre 1917, 700 mots, 2 fig.

621.431.414. — Appareil pour la production d'un mélange gazeux détonant sous pression, applicable à la mise en marche automatique des moteurs à explosion; Charles Caillat. Addition n° *20 405* au *brevet français n° 484 222*, demandée le 14 avril 1916, délivrée le 25 septembre 1917, publiée le 21 décembre 1917, 900 mots, 1 fig.

621.431.42. — Perfectionnements aux bougies d'allumage pour moteurs à explosion; Société des moteurs Salmson (système Canton-Unné). *Brevet français n° 484 684*, demandé le 3 mars 1917, délivré le 3 août 1917, publié le 30 octobre 1917, 280 mots, 1 fig.

621.431.42. — Bougie d'allumage à décrassage automatique; Charles Caillat et Edouard Herman de Mey. *Brevet français n° 484 688*, demandé le 10 mai 1916, délivré le 7 août 1917, publié le 30 octobre 1917, 700 mots, 2 fig.

621.431.42. — Allumeur magnéto-électrique; Société dite Bosch Magneto Company. *Brevet français n° 484 713*, demandé le 6 mars 1917, délivré le 7 août 1917, publié le 31 octobre 1917, 2 350 mots, 12 fig.

621.431.42. — Bougie pour moteurs à explosion; Maurice Brolly et Léon Blaizot. *Brevet français n° 484 753*, demandé le 10 mars 1917, délivré le 11 août 1917, publié le 6 novembre 1917, 350 mots, 2 fig.

621.431.42. — Perfectionnements aux bougies d'allumage pour moteurs à combustion interne et autres usages similaires; Robert Frederick Spiller, Alexander Marcus Patton et Société dite Charles Hurst Limited, résidant en Angleterre. *Brevet français n° 484 779*, demandé le 14 mars 1917, délivré le 14 août 1917, publié le 6 novembre 1917, 770 mots, 3 fig.

621.431.42. — Dispositif permettant la production automatique d'une étincelle de disrupture pour le réglage de l'étincelle d'une bougie d'allumage; Société générale des huiles et fournitures industrielles l'Oléo. *Brevet français n° 484 824*, demandé le 17 mars 1917, délivré le 16 août 1917, publié le 13 novembre 1917, 100 mots, 1 fig.

621.431.42. — Perfectionnements aux dispositifs pour intensifier le courant aux bougies d'allumage des moteurs à explosion; Omah George Singer. *Brevet français n° 484 829*, demandé le 19 mars 1917, délivré le 16 août 1917, publié le 13 novembre 1917, 1200 mots, 5 fig.

621.431.42. — Perfectionnements dans les conjoncteurs et interrupteurs pour systèmes d'allumage; Société dite Philips Brinton Company. *Brevet français n° 484 844*, demandé le 20 mars 1917, délivré le 21 août 1917, publié le 13 novembre 1917, 1 400 mots, 4 fig.

621.431.42. — Système d'allumage pour moteurs à combustion interne; Société dite Philips Brinton Company. *Brevet français n° 484 862*, demandé le 21 mars 1917, délivré le 21 août 1917, publié le 20 novembre 1917, 2000 mots, 4 fig.

621.431.42. — Bougie d'allumage; Alfred-Leander Riggs. *Brevet français n° 484 959*, demandé le 31 mars 1917, délivré le 31 août 1917, publié le 27 novembre 1917, 2 250 mots, 14 fig.

621.413.42. — Dispositif de renversement pour moteurs à explosion avec allumage électrique; Société dite Aktiebolaget svensk export et industruitstallning. *Brevet français n° 485 109*, demandé le 16 avril 1917, délivré le 18 septembre 1917, publié le 13 décembre 1917, 3 000 mots, 8 fig.

621.431.42. — Perfectionnements dans les bougies d'allumage; Victor Pons. *Brevet français n° 485 212*, demandé le 25 avril 1917, délivré le 28 septembre 1917, publié le 20 décembre 1917, 850 mots, 1 fig.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.1. — Relativité et électrodynamique; G. W. Walker. *Philosophical Magazine*, avril 1918, 6e série, t. xxxv, p. 327-338. — Discussion sur la théorie de la relativité et de la dynamique newtonienne qui a pour but de combattre les idées suivantes des relativistes : l'énergie cinétique d'un système électrique en mouvement est uniquement fonction de la vitesse et indépendant du sens du mouvement; cette manière de voir n'est pas d'accord avec les équations fondamentales de l'électromagnétisme, et, de plus, il ne faut pas seulement tenir compte de l'accélération et de la vitesse du système en mouvement, mais encore de son sens relatif.

537.1. — Les théories électriques de la matière et leurs conséquences astronomiques par rapport au principe de relativité; A. S. Eddington. *Philosophical Magazine*, juin 1918, 6e série, t. xxxv, p. 481-487. — Réponse à l'article ci-dessus.

537.1. — Application des thermions à l'étude de l'ionisation par choc; Frank Horton. *Philosophical Magazine*, décembre 1917, 6e série, t. xxxiv, p. 461-477, 5 fig. — Il faut rappeler que la théorie et les formules de l'ionisation des gaz par choc ont été établies par Townsend en mesurant le courant qui prend naissance entre deux plateaux parallèles distants de $d$cm dans les conditions suivantes. L'un des plateaux est porté à un certain potentiel négatif; quand on l'éclaire avec de la lumière ultraviolette, il s'en dégage des ions; soit alors n_0 le nombre des ions libérés à la surface du plateau et admettons que, en moyenne, chaque ion négatif crée α paires d'ions et chaque ion positif, β paires d'ions par collision avec les molécules du gaz sur une épaisseur de 1 cm; le nombre des ions atteignant la plaque positive est alors donné par la formule

$$n = n_0 \frac{(\alpha - \beta)\, e^{(\alpha-\beta)d}}{\alpha - \beta\, e^{(\alpha-\beta)d}}.$$

Les valeurs de α et β dépendent de la pression p du gaz et du champ X existant entre les deux plateaux. Il faut que la distance d soit très grande par rapport au libre parcours moyen des molécules. L'auteur, dans le présent travail, a cherché si les résultats de Townsend étaient encore vrais quand, aux ions libérés par l'irradiation ultraviolette, on substitue les ions émis par un corps incandescent ou les thermions. Il arrive à cette conclusion que la théorie de Townsend est encore applicable, et, comme il a opéré jusqu'à des températures voisines de 100° C, il en déduit encore que l'ionisation par choc d'un gaz de densité donnée est, dans ces limites, indépendante de la température.

535.37:546.17. — L'activité de l'azote sous l'influence des décharges électriques; E. Elod. *E. T. Z.*, 21 mars 1918, t. xxxix, n° 12, p. 120-121, 300 mots, 1 fig. — L'auteur signale que l'azote pur présente une phosphorescence de couleur jaune sous l'influence des décharges électriques. Mise en présence du mercure cette phosphorescence devient verte et disparaît aussitôt, c'est pourquoi elle ne se produit pas lorsque l'on se sert de trompes à mercure pour raréfier le gaz. Il a répété les expériences de Strutt sur l'activité chimique de l'azote phosphorescent en remplaçant les décharges successives par un arc à courant continu; avec l'acétylène et l'éthylène en particulier la combinaison est très nette, la phosphorescence jaune disparaît et il se forme une petite flamme lilas qui présente au spectroscope les raies du cyanogène; 0,5 pour 100 seulement de l'azote participe à cette combinaison. De même le protoxyde d'azote se transforme en bioxyde et l'azote monoatomique se condense en une molécule biatomique suivant la formule $Az + 2\,AzO = Az^2 + AzO^2$. — L'auteur a pu également produire du protoxyde d'azote en mettant en présence de l'oxygène et de l'azote traités séparément par l'arc électrique. Cette combinaison ne se produit pas lorsqu'on emploie l'ozone au lieu d'oxygène. — J. C.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

627.1. — Sur l'utilisation des forces naturelles pour la production de l'énergie électrique. *R. G. E.*, 30 mars 1918, t. III, p. 493-496, 3800 mots. Analyse du rapport de Jean Rey à la section VI « Electricité » du Congrès général du Génie civil.

627.82 (82). — Les travaux de construction du barrage de Neuquen (République Argentine). *Génie civil*, 13 avril 1918, t. lxxii, p. 267, 220 mots. D'après une étude de M. Kambo parue dans le *Giornale del' Genio civile* d'octobre 1917, l'article décrit le barrage entrepris sur le fleuve Neuquen pour permettre l'irrigation de la région environnante.

627.82 (73). — L'éboulement du barrage en terre du lac Standley aux Etats-Unis. *Génie civil*, 9 mars 1918, t. lxxii, p. 171, 1 000 mots, 3 fig. — Notre confrère analyse un mémoire présenté par M. John E. Hayes à l'American Society of Civil Engineers et reproduit en partie dans l' « Engineering News Record ». Le barrage, établi à quelques kilomètres au nord de la ville de Denver (Colorado), est destiné à créer un réservoir d'irrigation. Commencé en 1908 et terminé en 1912, il a donné lieu depuis cette époque à des glissements et à des tassements très prononcés, du côté aval en 1914 et du côté amont en 1916. Le barrage comporte 3 250000 m³ de matériaux, sa longueur au sommet est 2020 m, sa largeur au sommet est de 6,10 m, sa hauteur maximum est de 34,50 m. En aval, le parement est incliné à la pente de 2/1 et en amont successivement de 2/1 et 3/1. L'article décrit les accidents successifs qui se sont produits à ce barrage, et les travaux auxquels ils ont donné lieu : ceux-ci d'ailleurs n'ont donné aucun résultat et le seul remède consistera à refaire le barrage dont la construction est défectueuse.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

532.58+681.143. — Une nouvelle règle à calcul pour conduites d'eau; Lebonvallet. *Produire*, 10 mai 1918, t. I, p. 63-65, 3 000 mots, 1 fig. — Après avoir rappelé les formules donnant la perte de charge dans les conduites d'eau, l'auteur montre comment la nouvelle règle permet d'effectuer rapidement les calculs.

621.172 — Résultat de l'emploi de la vapeur à haute pression. Foster. *Electrical World*, 11 mai 1918, t. LXXI, p. 977-978, 1 250 mots, 2 fig. — Se lançant dans des installations de plus en plus puissantes, les Américains ont mis récemment en service à New Joliet des turbines utilisant de la vapeur à 21 kg : cm². En partant des résultats obtenus l'auteur montre ce que l'on aurait en augmentant encore la pression. Des courbes traduisent d'une façon très nette les résultats atteints dans cette voie.

621.175.1. — Un condenseur de vapeur de 15000 m² de surface active. *Electrical Review*, Londres, 24 mai 1918, t. LXXXII, p. 502-503, 1 400 mots.

621.182.3. — Abaque pour la détermination de la valeur de la combustion par la formation d'acide carbonique. *Electrical Review*, 4 mai 1918, t. LXXII, p. 773, 800 mots, 1 fig.

621.181.8. — Moyens de mieux utiliser nos ressources en combustibles (aux Etats-Unis) ; les avantages des hautes pressions et de la surchauffe au point de vue du rendement des usines à vapeur ; Eskil Berg. *G. E. R.*, mars 1918, t. XXI, p. 216-221, 3 000 mots, 3 fig., 4 tab. — Dans cet article, le quatorzième de la série, l'auteur établit qu'il est aujourd'hui possible, par l'emploi de vapeur surchauffée à la pression de 35 km : cm² et à la température de 360°C. de produire dans les turbines le kilowatt-heure avec une dépense de combustible correspondant à 2 940 grandes calories ; il fait remarquer que les avocats du moteur Diesel indiquent qu'avec ce moteur la dépense correspond à 2 110 grandes calories, mais que, si l'on tient compte de ce que le combustible utilisé dans ces moteurs coûte, aux Etats-Unis, environ 50 pour 100 de plus que le charbon, la dépense en argent par unité d'énergie produite est plus grande avec ce moteur qu'avec la turbine à vapeur à haute pression et surchauffe.

621.184.1. — L'élimination des mâchefers ; C.-M. Bennett. *Electrical Review*, Londres, 31 mai 1918, t. LXXXII, p. 507, 1 000 mots, 2 fig. — L'article ci-dessus examine comment on peut se débarrasser des mâchefers qui adhérent aux barreaux des grilles des appareils automatiques de chauffage.

621.187.1. — Emploi de deux tonneaux pour le jaugeage de l'eau d'alimentation des chaudières. *R. G. E.*, 15 juin 1918, t. III, p. 874, 250 mots, 1 fig. Analyse d'un article de T.-W. Reynolds publié dans *Electrical World*, 9 février 1918, t. LXXI, p. 310.

621.187.1. — L'essai et le traitement des eaux d'alimentation des stations centrales ; Hartley et H. Smith. *Electric Railway Journal*, 20 avril 1918, t. LI, p. 751-753, 3 600 mots.

621.312 : 538.3. — L'attraction magnétique dans les machines électriques ; E. Rosenberg. *E. T. Z.*, 3, 10 et 17 janvier 1918, t. XXXIX, p. 15 et 25, 10 500 mots, 13 fig. — L'auteur calcule, dans la première partie de cet article, l'attraction magnétique qui s'exerce sur un rotor par suite de son excentricité par rapport au stator. Il montre que cette attraction n'augmente avec l'excitation que quand le fer n'est pas saturé, et qu'elle diminue au contraire pour des saturations moyennes. Il donne des méthodes pour déterminer l'excitation critique pour laquelle l'attraction est maximum. Il étudie les différentes manières dont se comportent à ce point de vue les machines multipolaires ou bipolaires, les machines avec ou sans pôles saillants, les machines à circuits d'excitation multiples, etc., et donne une formule simple englobant presque tous les cas possibles. — Il recherche, dans la deuxième partie, quelle flexibilité élastique on peut laisser aux arbres et aux autres organes des machines pour que l'attraction magnétique qui en résulte ne devienne pas exagérée. — Dans la troisième partie, il montre que l'attraction latérale diminue la vitesse critique et que les variations de l'excitation créent une zone de vitesses critiques déterminées. — J. C.

621.311.9. — Température de régime des puissants générateurs électriques. *Electrical Review*, Londres, 24 mai 1918, t. LXXXII, p. 488, 1 400 mots, 2 fig.

621.312.16. — Le mica et les troubles de la commutation. *Industrie électrique*, 25 novembre 1917, t. XXVI, p. 435-436, 1 100 mots. — Cette note indique les précautions qu'il faut prendre pour remédier aux troubles de commutation provenant du mica ; la meilleure est d'effectuer de temps à autre un grattage soigné, soit à l'aide d'une petite fraise entraînée par un moteur, soit au moyen d'un morceau de scie à métaux emmanché dans un bout de bois si l'on opère à la main.

621.312.2:621.6 — Systèmes de ventilation des alternateurs; E. Knowlton et E. H. Freiburghouse. *G. E. R.*, avril 1918, t. XXI, p. 240-246, 4 500 mots, 5 fig., 5 tab. — Après avoir montré l'influence du refroidissement par ventilation sur le poids de matériaux nécessaire à la construction d'un alternateur de puissance donnée, les auteurs décrivent une installation de ventilation et indiquent comment on en calcule les dimensions.

621 312.16. — Nouveau distributeur électrique permettant de remplacer le collecteur ou commutateur dans les machines électriques existantes et de solutionner un certain nombre de nouveaux problèmes électriques. *R. G. E.*, 4 mai 1918, t. III, p 656-657, 1 000 mots, 3 fig. Analyse d'un brevet de Joseph Pestarini, n° 483 168, demandé le 14 octobre 1916, délivré le 10 mars 1917, publié le 6 juin 1917, 1 650 mots, 7 fig.

621.311.8. — Grandes batteries pour usines génératrices; E.-C. Mc Kinnon. *J. I. E. E.*, p. 1-17, 11 500 mots, 7 fig., 1 tab. — *Introduction :* développement des grandes batteries. Avantages qui ont résulté en Angleterre de la concurrence entre les divers constructeurs. Obstacles à l'extension de l'industrie des accumulateurs provenant, en particulier, de l'absence d'unification. Appel en faveur d'un essai d'unification. — *Salle des accumulateurs* : aspect, ventilation, plancher, murs, plafond, aménagement, éclairage, température, conducteurs, supports. — *Standardisation :* malgré quelques efforts de la part des constructeurs, il reste beaucoup à faire à cet égard. On ne pourra aboutir sans doute à un résultat qu'avec l'aide de Comités. — L'auteur envisage successivement : la construction des accumulateurs ; les spécifications ; les essais ; les contrats d'entretien. — *Batteries à haute tension :* caractéristiques et précautions spéciales ; chemin de fer de Stockholm à Saltsjöbaden, chemins de fer du Lancashire et du Yorkshire. — *Batteries pour station centrale :* principes généraux et pratiques ; description de la batterie Eagle-street (Metropolitan Electric Supply Co). — *Batteries tampons :* caractéristiques et points spéciaux de la construction ; accumulateurs « Exide » ; batterie tampon de Detroit, Michigan ; instructions relatives au fonctionnement des batteries tampons ; application aux installations à courant alternatif ; plan de la sous-station Newton, Boston. — *Résultats du fonctionnement. — Commande des grandes batteries :* pratiques en usage sur le continent, en Amérique et en Angleterre ; survolteurs ; tableaux de distribution, types anglais et américains. — *Avenir des grandes batteries :* l'auteur note qu'il y a de plus en plus tendance aux Etats-Unis à n'utiliser les

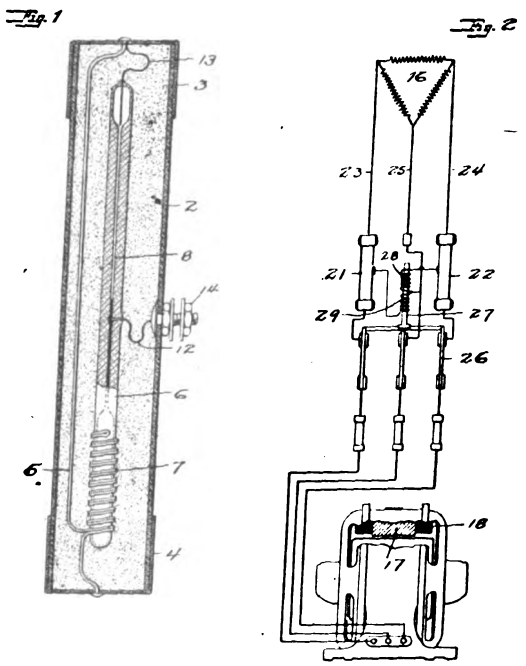
Digitized by Google

Digitized by Google

grandes batteries d'accumulateurs dans les stations centrales que comme batteries tampons. — A. B.

621.311.7. — Dispositifs de sécurité applicables aux appareils de couplage ; M.-M. Samuels et F.-N. Bechof. *Electrical World*, 30 mars 1918, t. LXXI, p. 657-659, 12 fig. — L'extension extraordinaire des usines génératrices modernes a eu pour conséquence la dispersion des appareils de couplage sur plusieurs étages ; ces appareils sont bien commandés, par des circuits auxiliaires, du tableau de distribution, mais l'opérateur doit pouvoir être renseigné que la manœuvre qu'il avait en vue a effectivement été exécutée. Beaucoup de dispositifs ont été imaginés dans ce but ; les auteurs signalent ceux qui ont reçu la sanction de la pratique. Un grand nombre de schémas accompagnent les descriptions.

621.311.7. — Dispositif protecteur pour circuits électriques. Baruch Controller Corporation. *Brevet français n° 483 605*, demandé le 27 novembre 1916, délivré le 30 avril 1917, publié le 26 juillet 1917, 392 lignes, 2 fig. — Ce dispositif comprend un conducteur 5 (fig. 1) disposé en série, avec les conducteurs de l'appareil à protéger. Ce conducteur entoure un thermostat à mercure 6 en un enroulement sans induction pour éviter l'échauffement par hystérésis d'un courant alternatif dans le mercure. Le dispositif est isolé au point de vue calorifique de façon que les caractéristiques d'échauffement soient les mêmes que celles



621.311.7. — Dispositif protecteur à action différée fondé sur la dilatation du mercure.

des parties de l'appareil à protéger possédant le moindre refroidissement. Pour cela, l'élément est enfermé dans une enveloppe 2 en porcelaine, fibre, etc., l'intérieur pouvant être garni d'un calorifuge (amiante en poudre par exemple). L'enveloppe est fermée par les chapeaux métalliques 3, 4, auxquels sont connectées les extrémités de l'élément de chauffage. — La figure 2 montre l'application à un circuit triphasé alimenté par l'alternateur 16. L'appareil à protéger est ici le moteur 17. Les dispositifs protecteurs 21 et 22 sont branchés sur les conducteurs extrêmes. Le circuit est fermé par l'interrupteur à ressort 26 tenu fermé par un verrou convenable, relié au noyau 27 des solénoïdes 28, 29. Lorsque le mercure, par l'échauffement, vient en contact avec le conducteur 13, le circuit passant par l'un des solénoïdes est fermé, ce qui déclenche le verrou et ouvre l'interrupteur en empêchant ainsi toute nouvelle élévation de température dans le moteur. Le dispositif est donc capable de protéger tous les appareils électriques contre un échauffement destructeur. Il possède une caractéristique de limite de temps en ce sens que la présence d'un courant anormal pendant un temps court n'élèvera pas suffisamment la température du thermostat pour ouvrir le circuit lorsque le même courant, passant pendant le même temps, ne produira pas de température destructive dans l'appareil électrique. — L. J.

621.311.75. — Commande pneumatique des controllers Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. *Brevet français n° 484 196*, demandé le 29 avril 1916, délivré le 21 juin 1917, publié le 12 septembre 1917, 355 lignes, 3 fig. — Les contacteurs électro-magnétiques ordinairement employés, s'ils fonctionnent parfaitement, sont compliqués et lourds. Une des principales difficultés est la nécessité d'introduire des contacts auxiliaires de verrouillage pour déterminer l'ordre de fonctionnement des contacteurs et empêcher les fonctionnements intempestifs. L'invention actuelle réalise un système dans lequel les contacteurs sont obligés, par des moyens mécaniques, de manœuvrer dans l'ordre fixé à l'avance. On emploie pour cela un certain nombre d'interrupteurs séparés qui sont normalement ouverts et peuvent être fermés par un arbre à cames dans l'ordre voulu. Ces interrupteurs peuvent être munis d'un soufflage magnétique. Pour manœuvrer l'arbre à cames, on emploie des dispositifs électropneumatiques. Par l'emploi de l'air comprimé, les interrupteurs sont fermés avec certitude et maintenus avec une dépense d'énergie minimum. Le poids et les prix de l'appareillage sont grandement réduits. L'énergie électrique dépensée pour contrôler l'air comprimé est très petite à côté de celle dépensée dans un contacteur ordinaire. L'invention comprend certaines particularités en ce qui concerne les systèmes électropneumatiques, pour fermer rapidement un des interrupteurs sur le circuit-moteur pour la première position du contrôleur principal et pour ouvrir le circuit sur ce même interrupteur quand le controller principal revient à la position de coupure.

621.311.7. — Installation et entretien des réactances ; E. Skinner. *Electrical World*, 4 mai 1918, t. LXXI, p. 924-927, 3 700 mots. 4 fig. — Dans cet article l'auteur étudie d'abord la variation des efforts attractifs exercés par les réactances sur les objets magnétiques voisins au moment des courts-circuits. Il montre comment on doit tenir compte de ces phénomènes dans l'installation des réactances en question.

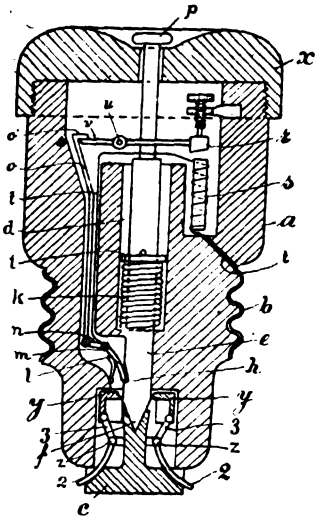
621.311.72. — Un nouveau type de relais à déclanchement direct. *R. G. E.*, 8 juin 1918, t. III, p. 838-839, 900 mots, 1 fig. Analyse d'un article publié dans la *Revue B. B. C.*, juillet et août 1916, t. III, p. 838-839, 900 mots, 1 fig.

621.311.72. — Perfectionnements aux coupe-circuits automatiques ; R. Johansson. *Brevet français n° 484 079* demandé le 4 janvier 1917, délivré le 9 juin 1917, publié le 30 août 1917, 197 lignes, 2 fig. — Les coupe-circuits automatiques ordinairement employés présentent l'inconvénient de pouvoir aisément être ramenés à la position de contact, même si les causes de l'interruption précédente subsistent, d'où endommagement possible des lignes ou appareils à protéger. Un autre inconvénient de ces appareils est la production d'étincelles à la rupture. L'appareil breveté ici, représenté en figure 1 en position de fermeture, évite ces inconvénients. Le corps a en porcelaine est muni de filets b recouverts d'une feuille de métal et d'une pièce de contact c pour la douille ordinaire. Dans le creux d se loge un pis-

Digitized by Google

Digitized by Google

ton e dont l'extrémité en forme de couteau f correspond à un soulier fourchu g relié à la pièce de contact c. Un ressort k comprimé entre la rondelle i et l'épaulement du creux tend à séparer f et g. Le piston e est maintenu normalement en contact avec g à l'aide du doigt d'arrêt l agissant sur l'encoche h du piston et muni d'un prolongement n sur l'autre côté d'un pivot m. Ce prolongement est actionné par une tringle o terminée par le crochet o' suspendu à l'extrémité d'un levier v monté sur un pivot u. L'autre extrémité de ce levier porte une armature r pour un électro-aimant s dont l'enroulement t connecte la feuille métallique b au pivot m. Le couvercle x est traversé par le piston terminé extérieurement par le bouton p. Sur les deux côtés de g on a prévu des pièces isolantes y portées par des bras de leviers 3 montés sur des pivots z, les autres bras 2 étant élastiques en sorte qu'ils tendent à maintenir les pièces y poussées vers les côtés du piston. Lorsque le bouchon est logé dans son siège, ces bras 2 ne peuvent pas être atteints. Quand l'intensité dépasse une certaine valeur, s attire r, v soulève o et fait basculer le levier n-l, ce qui dégage le doigt l. Le piston est alors poussé vers l'extérieur par son ressort et le circuit est interrompu entre f et g. Les pièces y venant au contact, la production d'étincelles est évitée. Pour empêcher que le piston e ne revienne en contact avec g malgré les pièces y, la pièce de droite recouvre un peu celle de gauche. Le contact ne peut être rétabli que si l'on dévisse de son siège l'ensemble du bouchon et si l'on manœuvre les bras 2 pour écarter les pièces y. On presse le bouton p pour assurer à nouveau le contact entre f et g et il n'y a plus qu'à revisser le bouchon sur son siège. Si la cause du courant trop élevé a subsisté, l'appareil fonctionne immédiatement pour couper à nouveau le circuit.



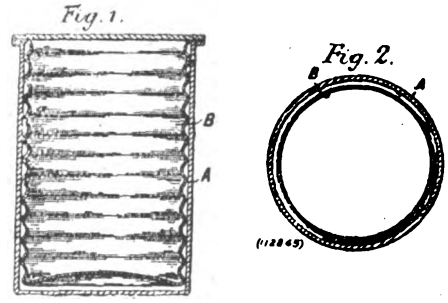
621.311.72. — Coupe-circuit automatique R. Johansson.

621.311.72. — Précautions à apporter dans le montage des fusibles pour qu'ils fonctionnent d'une façon satisfaisante. *Electrical World*, 13 avril 1918, t. LXXI, p. 763-765, 3 fig. — L'auteur s'occupe uniquement des fusibles pour transformateurs ; il insiste sur les soins à apporter dans l'installation, d'abord, puis dans le renouvellement des fusibles. Pour cette dernière opération, il arrive fréquemment que les ouvriers chargés de la réparation des lignes, interchangent les appareils ; on évitera ces inconvénients en n'employant, sur une même ligne, que des types « standards » ; contenus, par exemple, dans une boite spéciale et étiquetés de façon à éviter les confusions. Il décrit une boite destinée à recevoir à la fois des fusibles pour 2 300 v et 11 000 v ; les premiers sont placés dans des compartiments au fond de la boite ; les autres sont enfermés dans des cylindres étanches et rangés sur un plateau qui entre dans la boîte. Il signale aussi que l'on commence à trouver dans le commerce des combinaisons de fusible et sectionneur d'un prix abordable et s'adaptant bien aux tensions de 11 000 v et au-dessus. Il est facile de les disposer sur les poteaux pour être actionnés de terre, ce qui économise la main-d'œuvre d'un homme ; avant de toucher au fusible à remplacer, on ouvre le circuit pour décharger le transformateur, il n'y a plus alors de danger d'électrocution ; même en cas de court-circuit ignoré, le réparateur ne court aucun danger puisqu'il repose sur le sol. Le sectionneur a encore un autre avantage ; il permet à l'usine génératrice de s'entendre avec ses abonnés pour qu'ils mettent leurs transformateurs hors circuit afin d'éviter les pertes de la marche à vide.

621.311.72. — Surtensions électriques et systèmes de protection ; Luigi Lombardi. *Elettrotecnica*, 25 mai 1918, t. v, p. 202-204, 2 800 mots.

621.311.75. — Rhéostat à commande double ; Société Jules Munier et Cie. *Brevet français n° 484 217*, demandé le 23 novembre 1916, délivré le 21 juin 1917, publié le 14 septembre 1917, 156 lignes, 12 fig. — L'invention se rapporte à un système de connexions de deux rhéostats indépendants, agissant sur le même moteur, avec un jeu unique de résistances et permettant de laisser toute liberté aux deux conducteurs pour la manœuvre de leurs rhéostats, tout en contraignant le moteur à n'obéir qu'au rhéostat qui commande la marche la plus ralentie. Ce résultat est obtenu par un système de barres mobiles et de plots fixes sur chaque rhéostat, dont l'effet est de couper par l'un, quand il se place au ralentissement, les circuits des marches accélérées de l'autre, et de couper le propre circuit du rhéostat qui se pose sur les plots d'accélération, si l'autre ne les a pas effectuées lui-même, en même temps. — L. J.

621.311.74. — Bacs pour interrupteurs dans l'huile ; R.-W. Gregory et A. Reyrolle. *Brevet anglais n° 112 845*, déposé le 22 février 1917. Bibliographié dans *Engineering* le 3 mai 1918, t. CV, p. 805, 2 fig. — Cette invention concerne les récipients à huile des interrupteurs. Le récipient proposé se compose de deux vases séparés pénétrant l'un dans l'autre, le vase intérieur étant formé de telle manière qu'il puisse s'étendre sous l'action d'une pression intérieure. La figure montre un



621.311.74. — Système de vases concentriques pour interrupteurs dans l'huile.

système de vases de section circulaire, le vase extérieur A est cylindrique, le vase intérieur B est en métal ondulé, le fond est également cintré et concave. — Dans certains cas le fond du vase intérieur peut ne pas toucher le fond du vase extérieur, le premier étant suspendu à l'intérieur du second, laissant ainsi de l'espace pour l'extension du vase intérieur. Le couvercle peut porter toutes les pièces de l'interrupteur. — E. B.

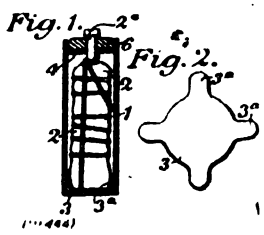
ÉCLAIRAGE

621.352 : 621.326. — Piles sèches électriques pour lampes de poche ; The Edison Swan Electric Company. *Brevet anglais n° 111 444*, accordé le 5 décembre 1917. Bibliographié dans *Engineering*, 8 février 1918, t. CV, p. 161, 1 fig. — Cette invention se rapporte aux piles pour lampes de poche ; le zinc 1 ou pôle négatif forme la boite ou enveloppe ; le pôle positif constitué par un sac 2 repose sur le fond de l'enveloppe avec interposition d'une feuille de carton 3 ; le charbon 2a passe à la manière usuelle à travers

Digitized by Google

Digitized by Google

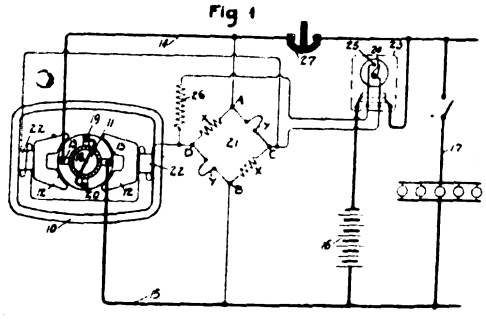
le couvercle 4 de remplissage. La pièce de carton 3 est découpée de telle manière que les projections 3 *a* puissent

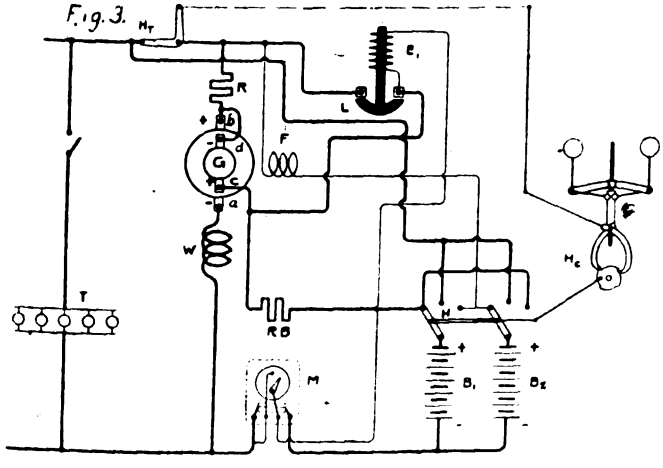


621.352:621.326. — **Modèle de pile sèche pour lampes de poche.**

maintenir au centre le sac constituant le pôle positif. — E. B.

629.11 : 621.32. — Perfectionnements aux systèmes d'éclairage avec génératrice à vitesse variable et batterie d'accumulateurs. Société M.-S. Light et Heat Corporation. *Brevet français n 484024*, demandé le 29 décembre 1916, délivré le 5 juin 1917, publié le 28 août 1917, 460 lignes, 3 fig. — Les dispositions brevetées ici sont particulièrement applicables à l'éclairage des voitures. La figure 1 montre un mode de réalisation. La génératrice 10 est du type Rosenberg dont les balais auxiliaires 19 et 20 sont mis en court-circuit. Sur les conducteurs 14, 15 est branché un pont de Wheatstone 21 entre les points A et D duquel se trouve une résistance X à coefficient de température nul. Une résistance analogue est branchée entre B et C.





629.11 : 621 32. — **Deux montages permettant d'alimenter un groupe de lampes à tension constante avec une génératrice à vitesse variable.**

Entre AC et BD se trouvent des résistances Y à coefficient de température positif (ballast en fil de fer). L'enroulement inducteur 22 de la génératrice est branché sur les points C et D. Dans le circuit de la batterie, le compteur d'ampères-heures 23, pourvu des contacts 24 et 25, enregistre à chaque instant la charge disponible de la batterie. Des points C et D part le circuit comprenant la résistance 26 et les contacts 24, et 25. L'interrupteur automatique 27 met la génératrice 10 en circuit avec la batterie 16 et le circuit d'utilisation 17 lorsque cette génératrice développe une tension suffisante. Supposons la batterie partiellement déchargée, par conséquent le contact 24, 25 ouvert. Dès que l'interrupteur 27 se fermera, un courant de charge passera dans la batterie en même temps que le circuit d'utilisation 17 pourra être alimenté. Dans les inducteurs 22 le courant qui passera sera proportionnel à la différence de potentiel entre les points C et D, égale à la différence de tension entre les branches X et les branches Y. Lorsque la tension de la génératrice tend à augmenter, le courant qui traverse les ballasts Y tend à augmenter leur résistance et, par suite, à diminuer l'intensité dans les inducteurs 22, laquelle peut devenir nulle quand les tensions atteignent la même valeur dans les branches X et Y, puisqu'alors la tension devient nulle entre les points C et D. Il en résulte donc que la tension entre les points A et B ne peut jamais dépasser une certaine valeur. Quand la batterie est chargée, les contacts 24 et 25 du compteur se touchent et branchent la résistance 26 en dérivation entre les points C et D. L'intensité d'excitation étant alors réduite, la tension de la dynamo est abaissée. La batterie ne charge plus et la dynamo continue à alimenter le circuit d'utilisation. La figure 3 représente un autre mode de réalisation. La génératrice possède un induit et un collecteur principaux avec les balais a b et un induit et un collecteur auxiliaire avec les balais c d. L'inducteur F est alimenté par une des deux batteries B_2. Un enroulement compensateur W traversé par le courant de la génératrice a pour but d'annuler la réaction d'induit. Tandis que la batterie B_2 alimente F, la batterie B_1 se charge. L'interrupteur H est actionné par un système centrifuge H_C monté sur l'arbre de la génératrice et servant à amener l'interrupteur à sa position de droite ou à celle de gauche quand la génératrice tourne à une vitesse supérieure à celle fixée. Lorsque la vitesse de la génératrice tombe au-dessous d'une valeur déterminée, le système centrifuge amène l'interrupteur à sa position médiane et en même temps ouvre l'interrupteur H_T ce qui isole la génératrice du circuit d'utilisation T que les batteries B_1, B_2 alimentent alors en parallèle. La vitesse de la génératrice dépassant à nouveau la valeur fixée, le système centrifuge amène l'interrupteur H à sa position de droite et ferme H_T. Les batteries se trouvent donc interchangées. L'invention permet d'obtenir une tension constante aux bornes de la génératrice grâce à ce fait que les inducteurs de celle-ci sont excités par la différence de tension entre la batterie B_2, qui donne une tension sensiblement constante, et la génératrice. La tension de celle-ci entre les balais a b est toujours un peu inférieure à celle de la batterie qui fournit l'excitation. L'enroulement auxiliaire c d possède environ le cinquième du nombre de tours de l'enroulement principal. Les tensions ab et cd étant dans un rapport constant, la tension de charge de la batterie B_1 entre les balais a et c reste constante. La résistance fixe RB est interposée dans le circuit de charge. Les deux batteries ayant chacune 16 éléments, soit une force électromotrice de 32 v, une tension légèrement inférieure existera entre les balais a b et par suite sur le circuit d'utilisation, tandis qu'il y aura sensiblement 38 v entre les balais a et c. Avec cette tension le courant de charge ne s'annulera jamais. Mais lorsque la batterie est chargée, le contact se produit au compteur, l'interrupteur L est actionné par la bobine L_1, ce qui ramène aux environs de 32 v la tension entre les balais a et c et annule le courant de charge. Les deux batteries étant souvent interchangées et débitant toujours en parallèle sur les lampes lorsque la vitesse de la génératrice baisse au-dessous d'une certaine

Digitized by Google

Digitized by Google

valeur, les deux batteries tendront à s'égaliser et à se répartir également les charges et les décharges. L.-J.

621.328. — Support de lampe électrique à incandescence. W.-G. Armstrong, Whitworth et A.-S. Cheetham. *Brevet anglais n° 112.320*, du 8 janvier 1917, délivré le 16 janvier 1918. Bibliographié dans *Engineering* 12 avril 1918, t. cv, page 414, 2 fig., 350 mots. — L'objet de cette invention est de créer un support de lampe perfectionné formant réflecteur et interrupteur. Dans la figure 1, a est une base fixe et b sont des tubes capables de se déplacer dans différentes directions. Le support de lampe montré en détail par la figure 2 consiste en un tube C et un réflecteur, H est la lampe qui se visse en B, F est une rainure hélicoïde, X est une

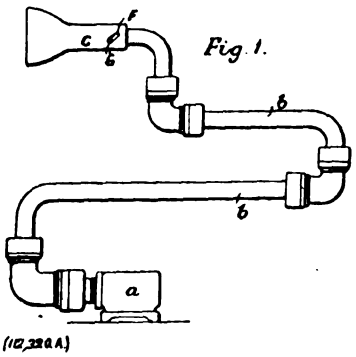


Fig. 1.

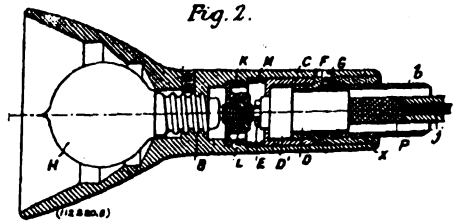


Fig. 2.

621.328. — Support pour lampe à incandescence formant réflecteur et interrupteur.

ferrure se vissant sur le dernier tube de la série et G est une clavette s'engageant dans la rainure F, K est un disque isolant et L un ressort disposé entre le contact de la lampe H et le conducteur E, M est un ressort pour maintenir le support dans l'une quelconque de ses positions extrêmes, J est un conducteur flexible terminé par une masse métallique P, D est une enveloppe métallique portant un collet D, correspondant à une rainure de la ferrure X ; la pièce D peut donc tourner librement sans se déplacer longitudinalement. En faisant tourner C, le ressort M forcera le support de lampe à se déplacer vers l'autre position extrême de la rainure F coupant aussi le circuit de la lampe. — E. B.

621.328.11. — La réduction de l'éclairage dans les ateliers ; A.-L. Powell. *Electrical World*, 6 avril 1918, t. lxxi, p. 709-711. — L'auteur insiste sur la nécessité de donner aux ateliers un éclairage suffisant, de façon à faire rendre à la main-d'œuvre son maximum de travail. Il montre aussi comment on peut concilier la dépense d'éclairage avec l'économie de charbon par une disposition judicieuse des lampes.

351.838.2 : 621.328.11. — La nouvelle législation relative à l'éclairage des usines ; C.-E. Clewell. *Electrical World*, 23 et 30 mars 1918, t. lxxi, p. 607 et 665, 6 000 mots. 8 fig. — L'auteur critique certaines dispositions de la nouvelle législation et suggère quelques modifications dont il donne le schéma. Il compare ensuite les règlements en vigueur aux Etats-Unis à ceux d'autres pays.

621.328.12. — L'éclairage des salles de travail et de réunion ; O. Weber. *Schweizerische Bauzeitung*, 2 février 1918, t. lxxi, p. 56-58, 2 200 mots, 2 fig. — L'auteur montre dans cet article l'intérêt qui s'attache à éviter les déperditions de lumière par l'emploi de réflecteurs appropriés à l'effet à obtenir et aux surfaces à éclairer. Il décrit un certain nombre de formes d'abat-jour réflecteurs spécialement étudiés en vue de ces usages particulier. — J.-C.

621.328.12 + 621.328.22. — Code de l'éclairage des établissements scolaires. *Illuminating Engineer*, février 1918, t. xi, p. 46 et 47-52, 4 500 mots.

621.328.12 + 621.328.22 (73). — Curieuses installations électriques dans une église américaine de Chicago. *Electrical Review*, Chicago, 27 avril 1918, t. lxxii, p. 716-717, 1 500 mots, 2 fig.

621.328.14 + 621.382.24. — Fontaine lumineuse électrique ; A.-L. Powell. *Electrical Review*, Chicago, 30 mars 1918, t. lxxii, p. 551-553, 2500 mots, 7 fig. — Description de l'installation du dispositif d'éclairage à couleurs changeantes d'une fontaine lumineuse.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654.25. — Le dynatron et le pliodynatron. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1918, p. 269-280, 3 800 mots, 12 fig. Traduction d'un article paru dans les *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, février 1918, sous la signature de M. Hull. — Le *dynatron* est un tube à vide comportant, comme les amplificateurs ordinaires (souvent appelés *pliotrons*), un filament chauffé par une batterie d'accumulateurs, une plaque portée à un potentiel positif relativement faible, et une troisième électrode, nommée anode, intercalée entre le filament et la plaque ; cette dernière reçoit un potentiel positif très élevé et invariable. — Placé en série avec une résistance non inductive, il sert à réaliser un *amplificateur de voltage* ; mis en parallèle avec cette même résistance, il devient un *amplificateur de courant*. Si on l'intercale en série avec un circuit oscillant contenant une inductance et une capacité, on obtient un *générateur d'oscillations*, qui peut donner des fréquences variant de 20 000 000 à 1, suivant les valeurs respectives des trois facteurs ci-dessus ; il peut servir, en particulier, pour la réception radiotélégraphie hétérodyne ; il s'applique également à la radiotéléphonie : il suffit de le commander au moyen d'un champ magnétique parallèle au filament, ce qui a pour effet de courber les trajectoires des électrons, de sorte que le nombre des électrons primaires atteignant la plaque diminue, ainsi que le nombre des électrons secondaires qui réussissent à quitter la plaque. — Dans cette dernière application, au lieu d'un champ magnétique, on peut utiliser un champ électrique, engendré par une quatrième électrode, placée entre le filament et l'anode : l'instrument devient alors un *pliodynatron*, qui participe à la fois du pliotron et du dynatron, et se comporte comme un dynatron de résistance négative, qu'on fait varier à volonté en faisant varier le potentiel appliqué à cette quatrième électrode.

654.5. — La mesure de la vitesse de réception d'un message télégraphique à travers des câbles sous-marins ; J. Rymer-Jones. *Electrical Review*, Londres, 14 juin 1918, t. lxxxii, p. 556-557, 2 200 mots, 1 tab. — Cet article montre comment en appliquant une formule tenant compte des éléments de signaux du code Morse constituant les lettres on peut déterminer la durée de transmission d'un message. Des imprimés établis d'avance que l'on remplit suivant la teneur du message permettent d'appliquer rapidement la formule.

Digitized by Google

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

621.3 : 338.97. — Réflexion d'un électricien sur le coût de la vie industrielle; G. Revessi. *Elettrotecnica*, 5 août 1918, t. v, p. 134-136, 3 000 mots. — L'auteur, considérant les difficultés qu'éprouvent les industriels à se procurer les matières premières, montre que les vastes applications de l'électricité suppléeraient en partie à cette crise économique.

621.316 : 351 (42). — Règlement pour la fourniture de l'énergie électrique en Angleterre. *Electrician*, 1er mars 1918, t. LXXX, p. 724, 900 mots.

621.3 : 31 (73). — Quelques progrès de l'industrie électrique en 1917; John Liston. *G. E. R.*, janvier 1918, t. XXI, p. 4-52, 12 400 mots, 95 fig. — Revue annuelle de l'activité qui s'est manifestée aux États-Unis, dans l'industrie électrique, au cours de 1917, exception faite des recherches en rapport direct ou indirect avec la guerre. Voici les principales branches de l'industrie envisagées : turbines, station génératrice hydro-électrique automatique, moteurs à courant continu, traction électrique, locomotives industrielles, monte-charges, jetées à Baltimore et sur l'Ohio pour la charge du charbon, grues, aciéries, raffineries de sucre, papeteries, fabriques de caoutchouc, recherches de laboratoire (équipement portatif pour rayons X, kenotron), redresseurs Tungar, condensateurs statiques, stabilisateurs de tension, transformateurs, dispositifs d'interruption, applications calorifiques, éclairage. — A. B.

621.3:31(73). — Progrès accomplis en une année aux États-Unis dans le développement des turbines à vapeur. *Electrical Review*, Londres, 8 mars 1918, t. LXXXII, p. 239, 1 500 mots.

621.3:621.7:31. — Le recensement de 1914 des ateliers de constructions électriques aux États-Unis et leur développement. *Electrical Review*, Chicago, 3 novembre 1917, t. LXXI, p. 763-765, 1 500 mots, 6 tab. — Statistiques. Tableaux comparatifs. Spécialités, etc.

621.3:341.3(73). — Les effets de la guerre sur les exploitations électriques aux États-Unis; L.-S. Goodman et W.-B. Jackson. *Electrical Review*, Chicago, 19 janvier 1918, t. LXXII, p. 107-111, 6 300 mots.

621.31.00.31. — Mesure nécessaire pour obtenir une meilleure économie de l'énergie électrique. *Elettricista*, 1er février 1918, t. VII, p. 22, 1 300 mots.

621.3 : 31(45). — Le développement de l'industrie électrique en Italie; E. Strachan Morgan. *Electrical Review*, Londres, 8, 15 et 22 mars 1918, t. LXXXII, p. 220-243 et 267, 5 000 mots.

621.3.00.3(45). — Le Comité national scientifique et technique pour le développement de l'industrie italienne. *L'Industrie électrique*, 10 janvier 1918, t. XXVII, p. 2-4, 1 400 mots; *Industria*, 1er octobre 1917, t. XXI, p. 529-532. — Dans une réunion tenue à Rome en mars 1916, la Société italienne pour le progrès des sciences avait adopté, sur la proposition d'un groupe de professeurs et d'ingénieurs, une résolution tendant à la création d'un Comité national scientifique et technique destiné à développer et à accroître la puissance de l'industrie italienne. Dès juillet 1916, ce Comité était constitué avec le concours des sociétés italiennes par actions, groupées elles-mêmes en une puissante association présidée par le sénateur Esterlé. L'article qui nous occupe fait connaître quelques-uns des travaux accomplis par ce Comité.

621.31:341.3(47). — Problèmes électriques d'après-guerre en Russie. *Electrical Review*, Londres, 5 octobre 1917, t. LXXXI, p. 317-318, 2 000 mots. — Tableau de l'état actuel de l'industrie électrique russe d'après P. Gurievitch (*Elektrichestvo*). Cette industrie repose exclusivement sur le principe de petites stations locales utilisant du combustible d'excellente qualité provenant de l'autre bout du monde, ce qui est contraire à tous les principes d'économie.

621.311 + 662.6. — La coopération des secteurs électriques et des entreprises gazières. *Electrician*, 9 novembre 1917, t. LXXX, n° 6, p. 202, 200 mots. — La réunion du National Gas Council vient d'émettre les deux vœux suivants : 1° que, dans un intérêt d'économie nationale, tous les charbons bitumineux employés directement jusqu'ici soient désormais préalablement traités pour l'extraction de leurs sous-produits; 2° que, chaque fois que des entreprises gazières sont voisines d'usines électriques, un arrangement soit conclu pour que ces dernières soient alimentées en coke au lieu de charbon gras. — J. C.

621.00.31. — Prix de revient des principales sources de force motrice; Oswald Wans. *Electrical Review*, Londres, 26 octobre 1917, t. LXXXI, p. 391-393, 2 200 mots, 5 fig. — L'objet de ce travail, présenté à la « Institution of Mechanical Engineers » est de fournir des données relativement aux dépenses qu'entraînent l'installation et le fonctionnement des principales sources de force motrice ainsi qu'à la valeur industrielle de ces sources.

621.31:31(43). — La situation de l'industrie électrique en Allemagne; F. Loppé. *R. G. E.*, 23 février 1918, t. III, p. 303-306, 3 200 mots. — Dans cette note l'auteur indique les diverses mesures prises pour obvier au manque de matières premières et de charbon.

381.2:312.91. — Sur la nécessité d'identifier la nationalité des commerçants et de l'origine des produits vendus. *R. G. E.*, 24 novembre 1917, t. II, p. 832-833, 1 100 mots.

621.3:382(73). — Les exportations américaines de matériel électrique. *Electrical Review*, Londres, 29 mars 1918, t. LXXXII, p. 298.

621.3:382(47). — Possibilités d'exportation des machines électriques en Russie. *Elettricista*, 1er août 1917, t. VI, p. 115-117, 3 000 mots.

621.3(43:494). — Sur l'influence allemande dans l'industrie électrotechnique suisse; E. Tissot, administrateur délégué de la Banque suisse des Chemins de fer à Bâle. *R. G. E.*, 12 janvier 1918, t. III, p. 75, 4 300 mots. — Cet article, dû à un ingénieur suisse bien connu dans les milieux techniques et industriels français par ses études sur l'électrification des Chemins de fer, vient d'être publié dans le « Bulletin de l'Association des Electriciens suisses », n° 12, p. 365-373. Son but est nettement défini par la note suivante du secrétariat général de cette Association. « A diverses reprises, ces derniers temps, il a paru dans notre presse quotidienne des articles plus ou moins sensationnels parlant de la pénétration allemande dans l'industrie électrique suisse. Le Comité de l'Union des Centrales suisses d'Electricité a déjà eu l'occasion de répondre à un de ces articles rédigé en termes généraux et contenant des assertions fausses sur les usines suisses d'électricité. D'autres articles ont répandu sur nos usines électriques, d'électrochimie et d'électrométallurgie, ainsi que sur nos ateliers de construction de matériel électrique, en les désignant par leurs noms, les mêmes assertions sensationnelles et fausses, et le Comité de l'Association suisse des Electriciens a donc décidé de

Digitized by Google

Digitized by Google

faire remettre les choses au point par une personne compétente et de publier le résultat de cette enquête par l'Association même. Cette décision trouve sa réalisation dans la publication ci-dessous. »

382.4(494:43). — La convention entre la Suisse et l'Allemagne. *R. G. E.*, 12 janvier 1918, t. III, p. 80.

382(44:494). — Les exportations d'Allemagne en Suisse. *R. G. E.*, 24 novembre 1917, t. II, p. 834, 800 mots.

381.1(44). — La troisième Foire de Lyon. *R. G. E.*, 16, 23 et 30 mars, 6 et 13 avril 1918, t. III, p. 410, 445, 489, 519 et 554, 15 400 mots.

FINANCES

336 : 341.3 — Les ressources publiques et la guerre ; Charles W.-Mc Kay. *Electrical Review*, Chicago, 30 mars 1918, t. LXXII, p. 548-550, 4000 mots, 4 tab.

332.1. — La Banque. *R. G. E.*, 15 juin 1918, t. III, p. 886. — Analyse du rapport de Raphaël-Georges Lévy, à la section VII « Organisation rationnelle du travail industriel » du Congrès du Génie civil.

332.16. — Nouvelles conditions affectant les tarifs d'escompte. *Electrical World*, 3 novembre 1917, t. LXX, p. 859-860, 1 500 mots.

336.34. — Le crédit des services publics ; H. Wagner. *Electrical World*, 4 mai 1918, t. LXXI, p. 916-918, 3 600 mots.

338.91. — L'organisation du crédit industriel et la mobilisation de la propriété foncière. *R. G. E.*, 15 juin 1918, t. III, p. 885-886. — Analyse du rapport de A. de Pianelli à la section VIII « Organisation rationnelle du travail industriel » du Congrès du Génie civil.

657.37(065)2. — Société norvégienne de l'azote et des forces hydro-électriques. Assemblée générale ordinaire du 14 novembre 1917. *R. G. E.*, 6 avril 1918, t. III, p. 530.

657.37(065)2. — Société d'éclairage électrique de Bordeaux et du Midi. Assemblée générale ordinaire du 3 décembre 1917. *R. G. E.*, 27 avril 1918, t. III, p. 632.

657.37(065)2. — Compagnie l'Union des Gaz. Assemblée générale ordinaire du 8 janvier 1918, t. III, p. 744.

657.37(065)2. — Société Nilmelior. Assemblées générales ordinaire et extraordinaire du 5 février 1918. *R. G. E.*, 20 avril 1918, t. III, p. 598.

657.37(065)2. — Société des Forces motrices de la Loue. Assemblée générale ordinaire du 20 février 1918. *R. G. E.*, 4 mai 1918, t. III, p. 666.

657.37(065)2. — Appareillage électrique Grivolas. Assemblée générale extraordinaire du 1er mars 1918. *R. G. E.*, 23 mars 1918, t. III, p. 456.

657.37(065)2. — Société anonyme des Forces motrices de la Garonne. Assemblées générales ordinaire et extraordinaire du 5 mars 1918. *R. G. E.*, 18 mai 1918, t. III, p. 743.

657.37(065)2. — Compagnie des tramways de l'Ouest-Parisien. Assemblée générale ordinaire du 9 mars 1918. *R. G. E.*, 11 mai 1918, t. III, p. 707-708.

657.37(065)2. — Société des Chemins de fer et Tramways du Var et du Gard. Assemblée générale ordinaire du 21 mars 1918. *R. G. E.*, 27 avril 1918, t. III, p. 631.

657.37(065)2. — Crédit commercial de France. Assemblée générale ordinaire du 22 mars 1918. *R. G. G.*, 27 avril 1918, t. III, p. 632.

657.37(065)2. — Compagnie centrale d'éclairage par le gaz (Lebon et Cie). Assemblée générale ordinaire du 16 mars 1918 *R. G. E.*, 18 mai 1918, t. III, p. 744.

657.37(065)2. — Forges et ateliers de la Longueville. Assemblée générale ordinaire du 26 mars 1918. *R. G. E.*, 20 avril 1918, t. III, p. 597.

657.37(065)2. — Société avignonnaise de l'Electricité. Assemblée générale ordinaire du 29 mars 1918. *R. G. E.*, 20 avril 1918, t. III, p. 597.

657.37(065)2. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. Assemblée générale extraordinaire du 15 avril 1918. *R. G. E.*, 18 mai 1918, t. III, p. 743.

657.37(065)2. — L'Eclairage électrique. Assemblée générale extraordinaire du 15 avril 1918. *R. G. E.*, 18 mai 1918, t. III, p. 743.

657.37(062)2. — Comptoir national d'Escompte de Paris. Assemblée générale ordinaire du 18 avril 1918. *R. G. E.*, 11 mai 1918, t. III, p. 708.

657.37(065)2. — Société générale pour favoriser le développement du commerce et de l'industrie en France. *R. G. E.*, 20 avril 1918, t. III, p. 598.

657.37(065)2. — Compagnie des Câbles télégraphiques. Assemblée générale extraordinaire du 30 avril 1918. *R. G. E.*, 11 mai 1918, t. III, p. 707.

657.37(065)2. — Compagnie des Chemins de fer nogentais. Assemblée générale ordinaire du 18 avril 1918. *R. G. E.*, 25 mai 1918, t. III, p. 783.

657.37(065)2. — Compagnie des Tramways de Nice et du littoral. Assemblée générale ordinaire du 21 mars 1918. *R. G. E.*, 25 mai 1918, t. III, p. 784.

657.37(065)2. — Electricité et Gaz du Nord. Assemblée générale ordinaire du 26 mars 1918. *R. G. E.*, 1er juin 1918, t. III, p. 816.

657.37(065)2. — Compagnie centrale d'Eclairage et de Transport de force par l'électricité (Compagnie d'Electricité de Limoges). Assemblée générale ordinaire du 25 avril 1918. *R. G. E.*, 1er juin 1918, t. III, p. 816.

657.37(065)2. — Compagnie des Tramways de Tunis. Assemblée générale ordinaire du 21 mars 1918. *R. G. E.*, 1er juin 1918, t. III, p. 815.

657.37(065)2. — Revue générale de l'Électricité. Assemblée générale ordinaire du 6 mai 1918, *R. G. E.* 29 juin 1918, t. III, p. 955.

657.37(065)2. — Compagnée française des tramways électriques et Omnibus de Bordeaux. Assemblée générale ordinaire du 18 avril 1918, *R. G. E.* 15 juin 1918, t. III, p. 888.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION INDUSTRIELLE

STATIONS CENTRALES ET RÉSEAUX

621.311.(73). — La nouvelle usine génératrice de 52 000 kw de la New Bedford Gaz and Edison Light Company (Nouvelle-Angleterre). *Electrical World*, 13 avril 1918, t. LXXI, p. 771-774, 5 fig. — En présence de la difficulté qu'éprouvent certaines industries à s'approvisionner en charbon, un grand nombre d'entre elles ont demandé aux usines génératrices d'électricité la force motrice dont elles ont besoin. C'est particulièrement le cas des industries textiles de la Nouvelle-Angleterre qui ont ainsi obligé la Bedford's Company à construire une nouvelle station de 52 000 kw. L'article donne une description détaillée de la salle des chaudières et des turbines à vapeur qu'elles alimentent. Les groupes électrogènes comprennent des unités de 4 000 kw enroulées pour 2 300 v et des unités plus puissantes, 10 000 kw et 15 000 kw, bobinées pour 13 200 v. Les excitatrices sont entraînées par moteurs ou turbines à vapeur; bien que leur puissance soit de 75, 100, 150, ou 250 kw, elles sont toutes calculées pour donner 125 v aux bornes. Les barres omnibus des génératrices à 2 300 v sont reliées aux primaires de six transformateurs de 750 kw, dans l'huile; la tension est portée à 22 000 v. Le réseau triphasé est monté en étoile, avec neutre à la terre par l'intermédiaire d'une résistance logée dans une cabine à l'épreuve du feu et installée à l'extrémité de la file de transformateurs. Les autres groupes débitent directement sur un deuxième réseau à 13 200 v. Le tableau de distribution comprend 27 panneaux et tous les accessoires nécessaires à la commande à distance des interrupteurs dans l'huile. Pour cette manœuvre, l'énergie est fournie par une batterie d'accumulateurs de 60 éléments. L'emplacement central du tableau a permis de réaliser une grande économie sur les fils de la commande à distance.

621.311 (73) : 31. — Statistique de la production des stations centrales américaines. *Electrical World*, 4 mai 1918, p. 932, 300 mots, 1 fig., 2 tab. — Cet article contient des tableaux et un graphique indiquant l'accroissement de la puissance et des recettes des stations centrales américaines en 1917 et en janvier et février 1918.

621.311.21 (494). — L'usine hydro-électrique de Faal sur la Drave. *Schweizerische Bauzeitung*, 15 juin 1918, t. LXXI, p. 257, 500 mots. — Cette station, mise en service en mai 1918, appartient à la Société d'électricité de la ville de Graz. Elle fournit la force motrice à cette ville ainsi qu'à une usine électrochimique. La puissance des machines est de 30 000 poncelets et pourra atteindre 46 000. Le barrage est établi à 15 km en amont de Marburg, la chute est de 15 m à 11 m. Le canal latéral d'amenée a de 7 m à 34 m de large et sert aussi à la navigation. Les 5 turbines de 6 000 poncelets actionnent des alternateurs à 10 000 v. La tension de distribution est de 80 000 v. — J. C.

621.311.21 (73). — Nouveaux turbo-générateurs de 30 000 kw installés à l'usine nord-ouest de la Commonwealth Edison Co. — *Electrical World*, 4 mai 1918, t. LXXI, p. 928-931, 3 200 mots, 5 fig.

621.311.21. — La nécessité de développer les usines hydro-électriques. *Electrical Review*, Chicago, 27 avril 1918 t. LXXII, p. 726, 1 500 mots.

621.316. — La fusion des Sociétés de distribution rurales d'énergie dans l'Iowa. *Electrical Review*, Chicago, 6 avril 1918, t. LXXII, p. 583-586, 4 000 mots, 6 fig. — Cet article montre les avantages qui résultent de la fusion de plusieurs exploitations voisines, principalement en ce qui concerne les centres et les lignes de transmission.

621.34. — Courbes de charges journalières relatives à différentes industries ; J.-E MELLETT. *Electrical World*, 6 avril 1918, t. LXXI, p. 721-723, 25 courbes. — L'auteur publie un certain nombre de courbes de charge enregistrées dans différents ateliers, laminoirs, concasseurs de pierres, moulin à huile, etc.

621.311.22 (73). — La combinaison des charges en vue d'une meilleure utilisation des grosses unités et d'un facteur de diversité élevé. *Electrical Railway Journal*, 9 fév. 1918, t. LI, p. 264-266, 2 400 mots, 5 fig. — Description de l'usine de Windsor, bâtie par la West Penn Power Co et l'American Gas and Electric Co.

621.34.00.3. — Effet de la valeur de la charge maximum sur le prix de revient de la commande électrique; R. SHEARER. *Electrical Review*, 4 mai 1918, t. LXXII, p. 759-761, 3 500 mots. — La charge maximum, autrement dit, la pointe et sa durée ont une grande valeur sur le prix de revient de la commande électrique, à tel point que certains tarifs tiennent compte de ces pointes. L'article en question examine quels sont les effets de ces pointes et il montre comment des charges excessives sur différents types de moteurs peuvent être réduites.

621.321. — Les effets de la variation de la lumière du jour sur la charge des centrales. *Electrical World*, 11 mai 1918, t. LXXI, p. 972-974, 1 800 mots, 9 fig. — D'intéressantes déductions peuvent être tirées de cet article qui examine, à l'aide de courbes, les effets de la variation de la lumière du jour sur la charge des centrales, notamment les moyens de prédéterminer ces charges.

621.317.8. — L'effet des circonstances de guerre sur le prix de revient et la qualité du service électrique. *R. G. E.* 19 juin 1918, t. III, p. 805-808, 2 300 mots, 1 tab. Analyse d'un article L.-S. GOODMAN et W.-B. JACKSON, publié dans *P. A. I. E. E.* janvier 1918, t. XXXVII, p. 23-39.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité.* — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

621.316.4. — Amélioration du facteur de puissance des réseaux par machines synchrones. E. Poirson. *R. G. E.* 15 juin 1918, t. III, p. 859-862, 3000 mots, 2 fig. — Dans cette étude, l'auteur envisage l'emploi des alternateurs inutilisés ou de secours des stations auxiliaires. Il montre ensuite comment on peut répartir judicieusement les courants réactifs entre plusieurs usines génératrices d'un même réseau.

621.316.4. — L'amélioration du facteur de puissance et les tarifs de vente d'énergie électrique; Barbagelata. *Elettrotecnica*, 5 juin 1918, t. V, p. 215-216, 2100 mots 4 fig.

621.317.5. — Emission de signaux par les centrales électriques, leur réception chez l'abonné; Pierre Trichard ingénieur à la Société des forces motrices du Rhône, *R. G. E.* 18 mai 1918, t. III, p. 725-732, 6000 mots, 7 fig. — Dans un aperçu historique, l'auteur signale les différents systèmes qui ont été essayés pour l'envoi de signaux par les stations centrales électriques, puis il passe à l'exposé du système qu'il propose. Dans ce système, le signal est constitué par une série de très faibles variations périodiques de tension de part et d'autre de la tension normale. On utilise un phénomène de résonance pour recevoir ce signal sur un voltmètre ou sur une combinaison très caractérisée de deux voltmètres que l'auteur appelle « différentiel voltmétrique à résonance ». Ce système de signaux est d'abord appliqué à la transmission de l'heure aux abonnés d'un réseau, puis à la tarification multiple de l'énergie; signalons aussi l'application toute d'actualité, qui pourrait en être faite pour donner immédiatement l'alerte dans Paris lors d'un bombardement.

621.311. — Comment un tracteur a pu remédier à une panne d'une petite station centrale: Joseph H. Wiley. *Electrical Review*, 4 mai 1918, t. LXXII, p. 757-758, 1500 mots, 2 fig.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

538.332. — Etude du travail pendant la course d'un électro-aimant à courant alternatif: A. Thomalen. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 27 septembre 1917, t. XXXVIII, p. 473, 6 fig. — Le travail pendant la course d'un électro-aimant à courant alternatif n'est égal à la diminution de l'énergie magnétique que si on tient compte de l'énergie magnétique moyenne. Cette manière de voir conduirait, d'autre part, à la conclusion trop simple que le travail effectué pendant la course d'un électro-aimant à courant alternatif est produit par la diminution de l'énergie magnétique, comme dans le cas d'un électro-aimant à courant continu, dans lequel le flux magnétique est maintenu à une valeur constante pendant la course. Cette conclusion n'est exacte que si, au lieu des valeurs maxima, on tient compte des valeurs moyennes. De l'étude détaillée du travail pendant la course d'un électro-aimant à courant alternatif durant une fraction de période et durant un certain nombre de périodes complètes, il résulte que ce travail peut être représenté par surfaces analogues à celles du cycle d'hystérésis et que, pour l'évaluer, il faut tenir compte de la valeur instantanée du flux au commencement et à la fin de la course. Pour simplifier, l'auteur suppose que la durée de la course de l'électro-aimant est très grande vis-à-vis de la durée d'une période, la course totale correspond donc à un grand nombre de demi-périodes et on peut négliger les surfaces irrégulières obtenues au commencement et à la fin de la course, qui, elles, ne correspondent pas à une demi-période complète, sans que cette omission conduise à une erreur appréciable dans l'évaluation du travail total pendant la course. Si on prend comme origine des temps le moment où le flux passe par la valeur zéro, la variation de l'énergie magnétique est nulle et le travail pendant la course est égal à la différence entre l'énergie magnétique et le travail restitué au réseau. On établit que le travail, pendant une demi-période, est donné par l'expression $\frac{H^2_m \times S}{8\pi} \times \frac{\sigma}{2}$, en appelant H_m l'intensité maximum du champ dans l'entrefer, S la surface de l'entrefer, σ le chemin parcouru par le noyau. On suppose que le champ dans l'entrefer est une fonction sinusoïdale simple du temps. Si, d'autre part, nous appelons l_1 et l_2 les longueurs de l'entrefer au commencement et à la fin d'un nombre complet de périodes correspondant sensiblement, comme dit ci-dessus, à la durée totale de la course, le travail total sera donné par l'expression $\frac{H^2_m \times S}{8\pi} \times \frac{l_1 - l_2}{2}$. Or, la valeur maximum de l'énergie magnétique dans l'entrefer, avant l'intervalle de temps considéré, a pour expression $U_1 = \frac{H^2_m \times S \times l_1}{8\pi}$ et après cet intervalle, $U_2 = \frac{H^2_m \times S \times l_2}{8\pi}$. Comme la valeur maximum de l'énergie magnétique dans le fer n'a pas changé, la différence entre les valeurs maxima des énergies magnétiques avant et après la course est $U_1 - U_2 = \frac{H^2_m \times S}{8\pi}(l_1 - l_2)$. On voit que cette expression est le double de celle du travail. Il y aurait égalité, si, au lieu d'envisager la différence des valeurs maxima des énergies, on introduisait les valeurs moyennes qui sont égales à la moitié des précédentes — E. P.

538.332+621.314. — Electro-aimant à pôles multiples concentriques pour courant continu; Louis Murisier. *Brevet français n° 483362*, demandé le 6 novembre 1916, délivré le 3 avril 1917, publié le 29 juin 1917, 84 lignes, 2 fig. — L'appareil est constitué par un cylindre en fer doux, massif, dans lequel sont creusées plusieurs rainures concentriques séparées les unes des autres par des parties cylindriques concentriques constituant un seul bloc avec la base qui forme la culasse de la carcasse métallique de l'électro-aimant. — Dans chacune des rainures on loge une bobine en forme de couronne. Ces bobines, alimentées séparément ou placées en tension, sont connectées de telle manière que si le noyau central est un pôle nord le premier cylindre métallique concentrique sera un pôle sud, le deuxième un pôle nord et ainsi de suite. — Ce dispositif permet de donner une grande surface portante aux électro-aimants. La culasse étant unique et d'un seul bloc, la réluctance de l'assemblage est nulle, l'ensemble de l'appareil présente une grande solidité et résiste sans déformation à de grands efforts de traction. La circulation du courant dans une série de bobines concentriques permet une saturation magnétique beaucoup plus rapide que dans les électro-aimants à noyau unique et donne, par conséquent, un meilleur rendement. — L. J.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.431.42. — Dispositif automatique d'avance à l'allumage pour magnétos; Compagnie générale de magnétos. *Brevet français n° 485354*, demandé le 4 mai 1917, délivré le 9 octobre 1917, publié le 4 janvier 1918, 800 mots, 2 fig.

621.431.42. — Bougie d'allumage et protège-bougie pour moteurs à explosion; André Stalars. *Brevet français n° 485362*, demandé le 5 mai 1917, délivré le 9 octobre 1917, publié le 4 janvier 1918, 420 mots, 2 fig.

621.431.42. — Perfectionnements dans les bougies d'allumage pour moteurs à explosion; David Fargier et Félix Fuzier. *Brevet français n° 485436*, demandé le 9 mai 1917, délivré le 16 octobre 1917, publié le 9 janvier 1918, 400 mots, 1 fig.

621.431.42. — Perfectionnements apportés aux génératrices de courant d'allumage; Société dite The Eagle Company. *Brevet français n° 485629*, demandé le 26 mai

Digitized by Google

Digitized by Google

1917, délivré le 30 octobre 1917, publié le 24 janvier 1918, 3 500 mots, 6 fig.

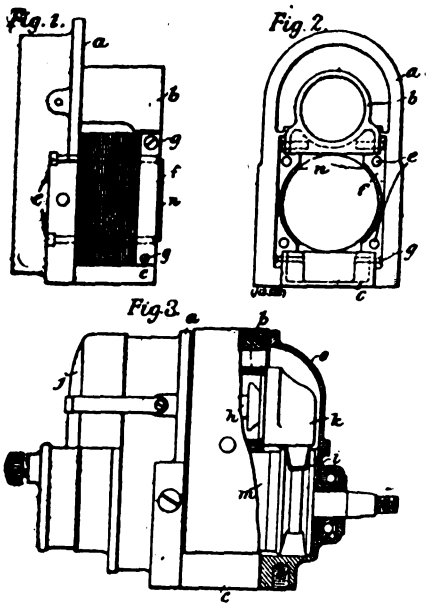
621.431.42. — Perfectionnements apportés à la fabrication des bougies d'allumage; Henry Lucilius Boudreau. *Brevet français n° 485 727*, demandé le 26 mai 1917, délivré le 8 novembre 1917, publié le 1er février 1918, 1 260 mots, 4 fig.

621 431.42. — Système d aimants pour magnétos d'allumage ou d'éclairage, supprimant les masses polaires. Société dite Eclairage Dufaux S. A. *Brevet français n° 485826*, demandé le 15 juin 1917, délivré le 16 novembre 1917, publié le 8 février 1918 500 mots, 4 fig.

621.431 42. — Bougie d'allumage des moteurs; Marcel-Jean-Etienne (dit Dhellé) Mouton. *Brevet français n° 485895*, demandé le 22 juin 1917, délivré le 23 novembre 1917, publié le 15 février 1918, 1600 mots, 1 fig.

621.364 : 621.13. — Le chauffage électrique des locomotives à vapeur. *Schweizeriche Bauzeitung*, juillet 1917, t. LXX, p. 33-36, 3 200 mots. — Ce journal suisse reproduit plusieurs lettres qu'il a reçues au sujet de l'article de M. W. Kummer paru dans un précédent numéro et dont nous avons donné un résumé. Dans la première lettre, M Thormann, ingénieur à Berne, envisage surtout l'influence de ce mode de chauffage sur la composition des trains et sur les centrales électriques et les installations de transport d'énergie. Se basant sur des expériences antérieures, il estime à 12 kg le poids de vapeur qu'il est possible de produire par heure et par mètre carré de surface de chauffe, le poids de la chaudière étant de 80 kg par mètre carré de surface de chauffe. Pour remorquer un train de 400 t sur une rampe de 10 pour 1 000 à la vitesse de 50 km à l'heure, il faudrait 220 kg de vapeur par kilomètre. La chaudière devrait donc pouvoir produire 11 000 kg de vapeur à l'heure, correspondant à 917 m² de surface de chauffe, ce qui conduirait à une augmentation de poids de 52 t par rapport à une chaudière de 250 m² de surface de chauffe et à 60 à 80 t pour l'ensemble de la locomotive. Même en admettant que l'on n'ait affaire qu'à des rampes de faible longueur, ne dépassant pas 5 km à 10 pour 1 000 par exemple, on serait encore conduit à un poids de chaudière de 30 t. En somme, l'augmentation du poids mort serait considérable, et les frais d'installation et la dépense d'énergie en seraient sérieusement affectés. L'auteur discute ensuite le prix de 1,5 centime par kilowatt-heure, et estime que ce prix devrait être au moins triplé. Il conclut en déclarant que l'échange des produits fabriqués par les usines électrochimiques permet de faire entrer en Suisse plus de charbon que n'en économiserait le chauffage électrique des locomotives. La deuxième lettre est une réplique de M. W. Kummer, à la précédente. L'auteur reproche à M. Thormann d'exiger d'un service de secours, autant et même plus que le service normal actuel qui, en rampe de 10 pour 1 000, prévoit pour les trains de voyageurs des vitesses de 44 km pour 330 t et 38 km pour 370 t, et pour les trains de marchandises 28 km pour 485 t, et 19 km pour 550 t. Il estime à 6 850 kw seulement (au lieu de 11 000) la puissance nécessaire au chauffage d'un train de 400 t à la vitesse de 50 km : sur cette même rampe. En ce qui concerne le poids de la locomotive, il trouve exagérés les chiffres donnés pour les surface de chauffe et fait remarquer que le chauffage électrique supprimerait les grilles, les cendriers et le charbon, dont le poids serait à peine compensé par celui du transformateur et des appareils de chauffage et de prise de courant. Ce mode d'exploitation aurait d'ailleurs, sur la traction électrique proprement dite, l'avantage de pouvoir être pratiqué même pendant les arrêts et les manœuvres, ce qui régulariserait la puissance absorbée. — En ce qui concerne le prix de 1,5 centime par kilowatt, l'auteur précise qu'il n'a en vue que les usines électrochimiques voisines des lignes de chemins de fer et pour lesquelles les dépenses d'installation entre l'usine et le conducteur de prise de courant seraient minimes Ces usines produisent l'énergie à raison de 0,75 centime le kilowatt-heure pour un service ininterrompu, elles pourraient donc le livrer à 1,5 centime pour un régime de 9 à 10 heures par jour. L'auteur termine en réclamant de nouveau qu'un essai pratique soit tenté et déclare qu'il préfère cette solution, d'ailleurs provisoire, à l'arrêt complet du trafic qui menace les chemins de fer suisses — La troisième lettre, de M. Trautweiler, de Zurich, préconise le *chauffage préalable* de l'eau d'alimentation, qui permettrait d'utiliser sur place toute l'énergie supplémentaire des usines électrochimiques, l'eau pouvant être portée à des températures différentes suivant les quantités d'énergie disponibles. Il suffirait de munir les tenders de doubles parois isolantes et de créer dans les dépôts les installations nécessaires au chauffage de l'eau. Un dépôt utilisant 250 m³ d'eau pour 20 locomotives pourrait consommer 5 000 kw pendant 5 heures de nuit, soit 25 000 kw-h donnant (si le rendement de la transformation est de 0,7) environ 17 500 000 calories qui suffiraient à élever de 70° toute l'eau nécessaire. Pour obtenir le même résultat, il faudrait au moins 3 000 kg de charbon. L'économie de charbon serait pour chaque dépôt de 65 700 fr par an, à 60 fr la tonne et de 109 700 fr à 100 fr la tonne. — J. D.

621.431.42. — Magnétos d'allumage; E. A. Watson et The M. L. Magneto Syndicate. *Brevet anglais n° 112532*, déposé le 1er février 1917. Bibliographié dans *Engineering*, 19 avril 1918, t. CV, p. 445, 3 fig. — Cette invention se rapporte aux magnétos d'allumage. Un des couvercles terminaux a porte des extensions b et c entre lesquelles les tôles d des pièces polaires peuvent être insérées; chacun des deux groupes de tôles peut être maintenu en position par des



621.431.42. — Nouvelle magnéto d'allumage.

rivets longitudinaux e reliant ensemble la pièce terminale a, les tôles et la plaque d'extrémité f, cette dernière est faite assez épaisse pour pouvoir admettre les vis transversales g qui maintiennent les pièces polaires à angle droit avec l'axe, l'extension c couvre un côté de l'armature; l'extension b forme partie d'un tunnel dans lequel est enfermé le distributeur h. Le conducteur à haute tension est enfermé totalement. — E. B.

644.1:621.364. — L'électricité, le gaz ou le charbon pour le chauffage domestique; A. Jude. *Engineering*, 3 mai 1918,

Digitized by Google

Digitized by Google

t. cv, p. 500, 300 mots. — L'auteur répond par lettre ouverte à un correspondant inconnu et qui est partisan de l'utilisation du premier mode d'emploi du combustible. L'auteur fait observer que tous les charbons ne sont pas susceptibles de fournir du coke de bonne qualité et que, en outre, le prix du charbon n'est pas seul déterminant du prix du courant électrique. Au prix actuel de l'énergie électrique et même à un prix encore inférieur, le prix du chauffage par l'électricité est prohibitif et à la portée seulement des gens très fortunés. Pour pouvoir utiliser l'énergie électrique au chauffage domestique il est nécessaire que cette énergie soit un sous-produit d'une autre industrie et qu'elle puisse être livrée à un prix de sous-produit, autrement il est inutile de parler de l électricité comme source de chaleur. — E. B.

644.1. — L'économie de combustible dans le chauffage domestique; Robert F. Dillon. *G. E. R.*, février 1918, t. xxi, p. 119-123, 3 200 mots, 3 fig. — Sur la production annuelle de charbon, 597 500 000 t, des Etats-Unis, environ 15 pour 100, soit 89 600 000 t, sont employées au chauffage domestique; une économie de 10 pour 100 réalisée sur cet emploi produirait donc une diminution de consommation de 8 960 000 t. Dans son article, l'auteur montre qu'il est facile de réaliser une économie de cet ordre par quelques améliorations dans nos procédés de chauffage et surtout par une surveillance plus attentive dans l'emploi de ces procédés.

621.364. — Le chauffage à basse température dans l'industrie; Dwight D. Miller. *Electrical Review*, Chicago, 9 février 1918, t. lxxii, p. 230-233, 3 photographies. — Electriquement on produit de la chaleur au moyen de résistances ou au moyen de l'arc, alimentés soit par du courant continu, soit par du courant alternatif mono ou polyphasé. Pour ces derniers, la charge de chauffage présente même l'avantage de constituer un récepteur non inductif, et, par conséquent, de faire travailler l'installation avec un facteur de puissance très voisin de l'unité. Le chauffage par arc étant, pour ainsi dire, exclusivement réservé à la soudure, l'auteur résume comme suit les avantages du chauffage par résistances : 1° économie de temps, de travail, d'espace et d'argent et nul danger de surchauffage; 2° emploi dans une atmosphère quelconque par suite des conditions exceptionnellement perfectionnées du travail; 3° moyen propre, sain et sûr, écartant tout danger d'incendie, de perte de matériel et de vies humaines; 4° grand rendement thermique, de 3 à 4 fois supérieur à celui des dispositifs qui utilisent des combustibles; 5° contrôle automatique, perfection des produits, concentration de la chaleur en un point déterminé et facilités pour rendre le service continu. L'auteur donne comme exemple de chauffage électrique celui d'une installation d'émaillage.

621.364 : 655.21. — Le chauffage électrique des fondeuses d'imprimerie. *Industrie électrique*, 10 novembre 1917, t. xxvi, p. 414-415, 1 200 mots. — La Cutler Hammer Manufacturing Co construit des creusets chauffés électriquement pour la fusion de l'alliage employé dans les linotypes et monotypes. La note qui nous occupe décrit sommairement le dispositif de chauffage employé et développe les avantages que présente ce mode de chauffage aussi bien pour les exploitants que pour les entreprises de distribution d'électricité. A ce dernier point de vue, retenons que vingt pots de fusion de monotypes fonctionnant huit à dix heures par jour consomment annuellement 50 000 kw-h.

621.364(73):3. — Progrès rapides du chauffage électrique. *Electrical Review*, Chicago, 11 mai 1918, t. lxxii, p. 803, 1 000 mots, 1 tab. — Cet article passe rapidement en revue les nombreuses applications du chauffage électrique récemment faites à Chicago.

621.364.036.9. — Réglage automatique des radiateurs électriques; G. E. Palmer. *Electrical Review*, Chicago, 30 mars 1918, t. lxxii, p. 563, 1 400 mots, 1 fig.

621.364.5:629.113. — Cuisine électrique automobile; Anson S. Rice. *G. E. R.*, avril 1918, t. xxi, p. 277-280, 2 400 mots, 3 fig. — L'article donne une description d'une voiture automobile transportant tout un matériel de cuisine chauffé électriquement; cette cuisine électrique automobile est destinée à l'armée.

621.364.5:629.113. — Cuisine électrique sur automobile pour le service en campagne. *Electrical World*, 30 mars 1918, t. lxxi, p. 662, 1 photographie. — Le courant est fourni par une génératrice entraînée par le moteur de l'automobile. On utilise aussi la chaleur cédée au réfrigérant. L'équipement comprend : deux marmites de 114 l exigeant 26 heures pour la cuisson des aliments; une cafetière et une autre marmite de 114 l également pour la préparation de la soupe; un autoclave pouvant stériliser 454 l d'eau en deux heures; des fours pour le pain et pour le réchauffage; enfin, la génératrice peut alimenter un arc de projecteur dont la portée est de 4,8 km. Toutes ces opérations peuvent s'effectuer en marche ou au repos.

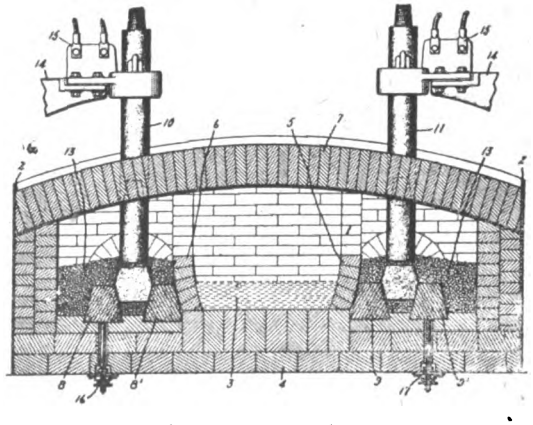
621.364.5. — Comparaison de différents résultats obtenus avec la cuisine électrique. *Electrical Review*, Chicago, 30 mars 1918, t. lxxii, p. 545-547, 4 000 mots, 3 fig., 3 tab. — Cet article donne des indications intéressantes sur les différents résultats obtenus avec la cuisine électrique dans différentes familles pour la cuisson d'un même menu. Il montre en particulier que la cuisine électrique permet de réaliser une économie de 4 à 8 pour 100 sur les aliments perdus au cours de la cuisson elle-même par rapport à la préparation avec le charbon ou le gaz.

621 364.5. — Cuisine électrique populaire de Poplar. *Electrical Review*, Londres, 12 avril 1918, t. lxxxii, p. 344, 800 mots, 1 fig.

621.365.52. — Fusion des métaux au four électrique; H.-C. Greenwood et R.-S. Hutton. *Metall. and Chem. Eng'ing*, 1er mai 1917, t. xvi, p. 529, 320 mots. — Cette note signale une communication faite par les auteurs cités à l'Institute of Metals de Londres. Le four qui y est décrit est un four à résistance chauffant un creuset de graphite pouvant contenir 50 kg environ de métal; on a pu y fondre 40 kg d'alliage nickel-argent en trois heures avec une consommation de 53,6 kw-h et en une heure trente-cinq avec une consommation de 29,2 kw-h.

621.365.036.5. — Dispositif pour le refroidissement des garnitures réfractaires des fours électriques; E.-F. Price. *Brevet américain n° 1 239 214*, 4 septembre 1917; *Metall. and Chem. Eng'ing*, 15 mars 1918, t. xviii, p. 315.

621.365. — Four électrique pour opérations à basse température; I.-R. Valentine. *Brevet américain n° 1 242 275*,



621.365. — Four électrique pour opérations à basse température.

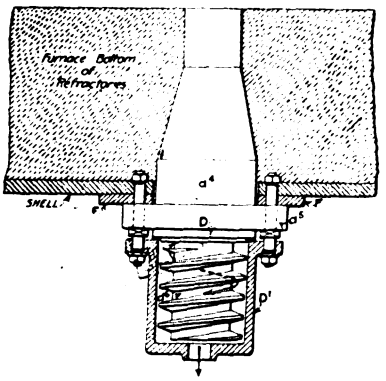
9 octobre 1917; *Metall. and Chem. Eng'ing*, 15 mars 1918, t. xvi, p. 315. — La figure représente ce four. La matière à

Digitized by Google

Digitized by Google

chauffer est placée en 3. Le courant entrant par les électrodes 10 et 11 passe ensuite aux prismes conducteurs 8,8' et 9,9' par l'intermédiaire de blocs de graphite placés immédiatement au-dessous des électrodes; il ressort par des électrodes 10' et 11' disposées en arrière de 10 et 11 et, pour cette raison, non visibles sur la figure; du charbon granulé entoure les électrodes et les prismes conducteurs. La cavité centrale 3 se trouve ainsi chauffée par conduction.

621.365.036.6. — Electrode de fond à refroidissement par circulation d'eau; Martin Sperling, de Essen (Krupp A.-G.). *Brevet américain n° 1234947*, 31 juillet 1917; *Metall. and Chem. Eng'ing*, 15 mars 1918, t. xviii, p. 315.



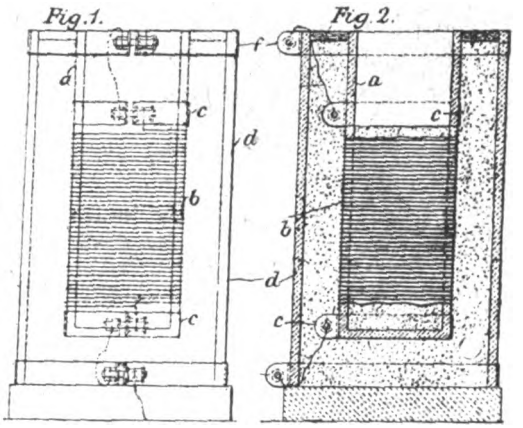
621.365.036.6. — Electrode de fond à refroidissement par circulation d'eau.

— La figure représente en d^4 l'électrode encastrée dans le fond du four; le courant électrique lui est amené par le collier métallique d^4 et les plaques de bronze F; un prolongement d^6 de l'électrode est refroidi par un courant d'eau dont la circulation est indiquée par la flèche D.

621.365.036.6. — Procédé pour la mise en marche des fours électriques; W.-K. Booth. *Brevet américain, n° 1244415*, 23 octobre 1917; *Metall. and Chem. Eng'ing*, 15 mars 1918, t. xviii, p. 315. — Dans les fours où le courant doit passer de l'électrode aux parois, ce passage ne se fait pas tant que le four est froid. Pour la mise en marche, l'inventeur emploie une électrode auxiliaire qui est enlevée du four dès que celui-ci a pris une température suffisante.

621.365 : 669.245.1. — Four électrique pour la fusion des alliages nickel-argent. *Mémoires de la Société des ingénieurs civils de France* (chronique), octobre-décembre 1917, 70e année, p. 954-956. — Dans cette note, intitulée « fusion des métaux » et relative à une série de communications faites au Metal Institute de Londres, nous relevons le passage suivant: MM. Greenwood et R.-S. Hutton décrivent un four du type à résistance pour la fusion d'alliage de nickel et d'argent. Ce four, comparé au four à gaz, présente l'avantage que son atmosphère, à cause de son état de tranquillité, est d'une nature tout à fait réductrice et que la perte de métal peut être réduite au minimum. Il y a également bien moins de dangers de contamination par l'action du soufre, une plus grande durée des creusets et une amélioration importante de la qualité du métal. Dans des expériences qui ont été faites au début de la guerre, les auteurs ont obtenu avec ce four un rendement thermique d'environ 22 pour 100 contre 6 pour 100 avec un four chauffé au gaz.

669.187. — Four électrique à tremper; L.-N. Wild et E.-P. Barfield *Brevet anglais n° 112731*, déposé le 26 juin 1917, accordé le 30 janvier 1918. Bibliographié dans *Engineering*, 3 mai 1918, t. cv, p. 505, 2 fig. — Cette invention a pour objet une forme perfectionnée de four destiné à la trempe de l'acier et dans lequel on emploie un creuset contenant un sel fusible à l'intérieur duquel le métal à tremper est immergé; en conséquence, le four comprend un creuset en silice ou tube a dont la partie inférieure est fermée et autour duquel est enroulé un fil conducteur de résistance convenable, tel qu'un fil de nickel-chrome b, les extrémités de ce fil sont fixées à deux bandes de métal c entourant certaines parties du tube ou creuset. Cet enroulement est relié à une source convenable de courant, ce qui a pour résultat de chauffer le fil ainsi que le creuset et le sel que ce dernier



669.187. — Vues du four électrique à acier système L.-N. Wild et E.-P. Barfield.

contient. L'enroulement s'étend seulement sur une partie de la hauteur du creuset de façon à en laiser libre la partie supérieure. Le creuset est enfermé dans une enveloppe d, dans l'espace entre les deux parties, une matière isolante, aussi bien au point de vue calorifique qu'électrique, est introduite de manière à le remplir complètement, cette matière peut être, par exemple, de la poudre de quartz; les colliers conducteurs c sont reliés à des colliers semblables f fixés sur l'enveloppe extérieure et connectées à la source de courant. — E. B.

621.365 : 669.342. — Four électrique pour la fusion du laiton; Woolsee Mc A. Johnson. *Brevet américain n° 1243416*, 16 octobre 1917. *Metall. and Chem. Eng'ing*, 15 mars 1918, t. xviii, p. 315.

621.392. — La soudure électrothermique; M. Bousquet. *La Nature*, 20 avril 1918, n° 2 325, p. 241-246, 3 600 mots, 8 fig. — Dans cet article l'auteur énumère rapidement les procédés Lagrange et Hobo où la résistance est électrolytique, Elihu-Thomson par incandescence et la méthode de l'arc, dispositifs Bernardos, Bremer, Zerener, Coffin, Slavianoff, Kjellberg, etc.

621.392 : 623.81. — La soudure électrique dans les chantiers navals. *Electrical World*, 30 mars 1918, t. lxxi, p. 683. — M. Adams rend compte des travaux du Comité qui s'est constitué pour la propagande en faveur de la soudure électrique dans la construction des navires.

621.392. — Métal d'électrodes pour soudure électrique; Dean Treat. *Electric Railway Journal*, 6 avril 1918, t. li, p. 665, 1 000 mots.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

669.713.7. — Four électrique pour l'obtention de l'aluminium en partant du carbure; Paul R. Hershman (Minerals Products Co). *Brevet américain n° 1220843*, 27 mars 1917; *Metall. and Chem. Eng'ing*, 1er mai 1917, t. xvi, p. 531. — Le carbure d'aluminium, mélangé avec 10 ou 20 pour 100 en poids d'oxyde, de chlorure ou de sulfure d'aluminium, est traité dans un four électrique à une tempéra-

Digitized by Google

Digitized by Google

ture de 2100 à 2200° C et sous une pression de 0,7 à 1 kg : cm² au-dessus de celle de l'atmosphère ; on obtient de l'aluminium. Si au lieu d'oxyde, chlorure ou sulfure d'aluminium on ajoute un composé d'un autre métal, on obtient un alliage ; ainsi on a préparé un alliage de 94,2 parties d'aluminium et 5,8 parties de cuivre.

621.365. — Discussion à Chicago sur les développements du four électrique. *Electrical Review*, Chicago, 9 mars 1918, t. LXXII, p. 423-424, 1100 mots.

621.365. — L'alimentation des fours électrométallurgiques monophasés par les systèmes de distribution triphasés ; E. PIERNET, ingénieur I. E. N., licencié ès sciences. *R. G. E.*, 18 mai 1918, t. III, p. 732-735, 2300 mots, 2 fig. — Les usines électrométallurgiques étant souvent amenées à utiliser les fours monophasés en les alimentant par des réseaux triphasés, l'auteur examine les moyens d'atténuer ou de compenser les déséquilibres produits lors de l'arrêt d'un ou deux éléments d'une batterie de fours monophasés.

669.16.056.1(485). — La fabrication de la fonte au four électrique à Domnarfvet, en Suède. *Métall. and Chem. Eng'ing*, 1er mai 1917, t. XVI, p. 509-510, 1900 mots, 2 fig. — L'article donne des indications sur les consommations d'énergie électrique, de coke et d'électrodes relevées dans l'installation érigée en 1913 ainsi que dans l'installation qui a été réalisée plus récemment. Les deux figures qui l'accompagnent montrent des sections du four.

MÉDECINE ET HYGIENE

621.386. — Nouvel indicateur d'incidence normale pour radiographie. *Revue scientifique*, 18 et 25 mai 1918, t. LVI, p. 300, d'après *Archives d'électricité médicale*, janvier 1917. — Le docteur Mazérès a imaginé un indicateur d'incidence normale qui donne toujours la perpendiculaire à la plaque, quelle que soit la position de cette dernière par rapport au plan horizontal. C'est un petit cube de 4 cm de côté, construit en bois lourd (gaiac par exemple) afin d'aplatir le papier d'enveloppe de la plaque pour qu'ainsi sa base soit toujours parallèle à celle-ci. Deux tiges métalliques sont incluses dans le bois, l'une sur une face, l'autre sur la face opposée, rigoureusement parallèles, de même longueur, ne débordant pas le cube et contenues dans un même plan normal à la base. Pour l'emploi, il suffit de placer le cube sur la plaque, lors de la pose, de manière qu'une des tiges soit sur la face supérieure. La radiographie donne de la tige supérieure une image plus grande et déviée, de la tige inférieure une image concordant avec elle. Il suffit de réunir sur la plaque les extrémités correspondantes des deux images pour obtenir, à la rencontre des deux lignes ainsi tracées, le point d'incidence normale. Si on place le cube de manière que les deux tiges soient perpendiculaires à la plaque, leurs images respectives prolongées se coupent au point d'incidence normale. La détermination exacte du point d'incidence étant ainsi obtenue automatiquement, la prise de la double radiographie pour la localisation des projectiles est simplifiée ; on peut ainsi mettre au point très vite les compas à trois pointes ou à simple pointe. En combinant l'emploi de cet indicateur et de l'échelle préconisée par le docteur Mazérès dans les « Archives d'électricité médicale » du 25 mars 1914, on peut mettre le compas de Hirtz au point en cinq minutes, sans construction graphique et sans calcul. Avec l'indicateur et l'échelle le chevauchement osseux dans les fractures, les grandeurs des esquilles, les valeurs des angles d'inclinaison et de déclinaison fémorale sont obtenues d'une façon rapide et automatique.

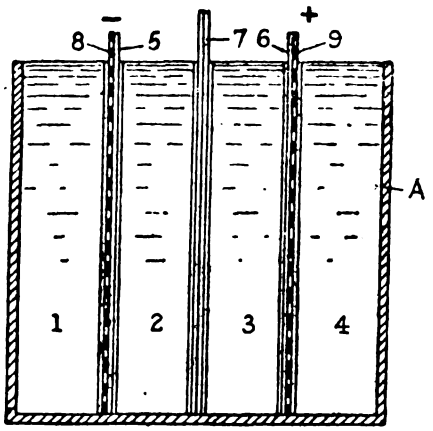
621.386. — Repérage de corps étrangers par la radioscopie ; A. BORDRIONNET. *R. G. E.*, 30 mars 1918, t. III, p. 463, 1000 mots, 3 fig. — Ce procédé de repérage est d'autant plus intéressant qu'il ne demande aucun calcul, aucun tracé sur l'écran, aucun déplacement du blessé et qu'il donne par simple lecture la distance à laquelle se trouve le projectile.

615.84 + 621.386. — Diathermie et radiographie. *Electrician*, 19 avril 1918, t. LXXX, p. 876-877, 3700. — Deux communications faites à la Section électrique de la « Royal Society of Medicine », l'une par M. CUMBERBATCH, l'autre par M. Robert KNOX. — L'emploi du courant électrique pour élever la température du corps en certains points a permis de combattre certaines affections. On examine dans la première communication l'ordre de grandeur des courants employés, le moyen de les appliquer et leur effet dans des cas bien conçus. Dans la deuxième on envisage la radiographie instantanée par l'emploi des tubes de Coolidge ; une discussion intéressante complète le tout.

APPLICATIONS DIVERSES

621.39 : 628.511. — La purification électrique des gaz ; J. SAJET. *R. G. E.*, 9 février 1918, t. III, p. 227-232, 3500 mots, 4 fig. — Cet article comporte un historique sommaire des divers procédés auxquels on a industriellement recours pour capter les particules solides ou liquides contenues dans les gaz et entretient les lecteurs du procédé employé à cet effet par la Société de Purification industrielle des Gaz. Aux renseignements généraux sur la captation électrique sont ajoutées des indications sur les appareils de production du courant à haute tension utilisé pour provoquer l'ionisation des particules et leur déplacement dans le champ électrique créé.

675.024.5. — Tannage par l'électricité. *Electrician*, 7 décembre 1917, t. LXXX, p. 341, 700 mots. — Description d'un procédé de tannage breveté par Botho Schwerin de Francfort-sur-le-Mein. Sur la figure 1, A représente une cuve à section rectangulaire subdivisée en 4 compartiments par les diaphragmes 5 et 6. Le compartiment médian est en outre subdivisé en compartiments 2 et 3 par la peau 7 (supposée plombée à la chaux) tendue dans un cadre. En arrière des diaphragmes sont disposées des électrodes perforées 8 et 9, en contact avec les diaphragmes. Ceux-ci peuvent



675.024.5. — Coupe d'une cuve destinée au tannage par l'électricité.

être constitués par une préparation de cellulose, comme le papier parchemin. Le compartiment cathodique 1 et le compartiment anodique 4 sont remplis d'eau rendue conductrice par des traces de soude caustique dans le compartiment cathodique et d'acide sulfurique dans le compartiment anodique. Dans le compartiment anodique médian il y a de l'eau, dans le compartiment cathodique médian, un acide dilué pour décalcifier la peau. Quand les électrodes sont reliées avec les pôles de la source de courant électrique, la peau est d'abord purifiée en ce que la chaux et autres

Digitized by Google

Digitized by Google

résidus basiques s'éliminent et passent dans le compartiment négatif à travers le diaphragme faiblement négatif. Ce premier stade du traitement est terminé quand l'élimination des résidus basiques est complète. — On introduit alors la liqueur tannante dans le compartiment situé en face de la cathode. Par l'action du courant électrique, ces constituants cathodiques, qui pourraient empêcher l'osmose, passent au travers du diaphragme cathodique. D'un autre côté, les ions négatifs qui empêchent ou limitent la migration du tannin traversent la peau et pénètrent dans le compartiment anodique à travers le diaphragme indifférent. Proportionnellement à cette purification progressive de la liqueur tannante, la solution du tannin émigre à travers la peau et apparaît dans le compartiment médian 3, où la solution est retirée. Après qu'il a été rempli on peut l'utiliser à nouveau. Ce mode opératoire présente l'avantage que, plus longtemps on utilise la liqueur tannante et plus pure elle est. Le diaphragme anodique doit avoir un potentiel tel que les vrais ions puissent passer au travers et que le tannin ne le puisse pas. Si on utilise, dès le début, la solution d'acide tannique pur, qui ne contient pas d'ions pouvant arrêter l'osmose, il n'est pas nécessaire que la peau soit tendue dans la chambre médiane ; elle peut y être simplement suspendue. La circulation de la liqueur tannante par aspiration est alors possible. — Si une liqueur tannante impure contient des résidus acides, l'osmose de la solution de tannin ne se produit pas tant que les résidus acides n'auront pas traversé la peau afin d'être séparés par le diaphragme anodique. Si alors on amène par aspiration les résidus du côté de la cathode, la migration de la solution de tannin et, par suite, le tannage, seront plus ou moins retardés. De même, les résidus basiques qui sont amenés par aspiration du côté anode de la peau agissent pour diminuer la charge électrique de la peau par la migration inverse et ceci s'accompagne évidemment d'un retard dans la migration du tannin. Dans les solutions impures de tannin, la peau doit donc être tendue. — A. B.

DIVERS

01 : 62. — L'organisation en France d'offices de documentation. *R. G. E.*, 15 juin 1918, t. III, p. 885. Analyse de rapport du général Sébert à la section VIII, « Organisation rationnelle du travail industriel » du Congrès du Génie civil.

621.3 (062). — Comité électrotechnique français. *R. G. E.*, 23 février 1918, t. III, p. 279, 900 mots. — Compte rendu de la séance du 24 janvier 1918.

92. — Notice nécrologique sur Léon Letombe ; A. Bochet. *Mémoire de la Société des Ingénieurs civils de France*, octobre-décembre 1917, 70e année, p. 900-902, 800 mots. — Bien que n'appartenant pas à l'industrie électrique, Letombe a rendu service à celle-ci par ses travaux sur les moteurs à gaz qui ont permis la construction des grands moteurs utilisant les gaz de hauts fourneaux et de fours à coke pour la production de l'énergie électrique. Dans sa notice, M. Bochet rappelle que c'est peu après l'Exposition de 1889 que Letombe entreprit la construction de son premier moteur à double effet à quatre temps et à détente prolongée ; en 1898, il créa le moteur triplex et plus tard de grands moteurs à double effet tandem à quatre temps. Il rappelle aussi que Letombe a apporté une importante contribution aux progrès de l'automobile, qu'il a rendu des services signalés pendant la guerre à l'automobilisme militaire et qu'il poursuivait une étude de grand avenir sur l'utilisation de l'alcool dans les moteurs lorsque la mort est venue le terrasser.

6 (017) (73). — La standardisation aux Etats-Unis ; J.-B. Pomey, ingénieur en chef des Télégraphes. *R. G. E.*, 16 février 1918, t. III, p. 261-272, 1 200 mots.

551.594 : 629.132. — Danger provenant des décharges électriques durant l'ascension des aérostats. *Elettricista*, 15 février 1918, t. VII, p. 25-26, 1800 mots, 2 fig.

551.594 : 727.1. — La question de la protection contre la foudre dans les écoles allemandes. *R. G. E.*, 22 décembre 1917, t. II, p. 993-994, 950 mots ; analyse d'une communication de Detmar reproduite dans *E. T. Z.* du 26 juillet.

ENSEIGNEMENT, LABORATOIRES

621.3.00.72. — Sur la formation des ingénieurs électriciens. M. Chenaille, lieutenant au 8e génie, *R. G. E.*, 23 février 1918, t. III, p. 307-308, 1500 mots. — L'auteur présente quelques remarques sur la formation des ingénieurs dans les Ecoles techniques supérieures allemandes (Techuische Hoschschule). Ces remarques tirent leur intérêt du fait que M. Chenaille, après avoir terminé ses études secondaires dans un lycée de Berlin, est resté pendant trois ans, jusqu'en juillet 1914, à la Technische Hochschule de cette ville et a pu ainsi se rendre compte par lui-même de tous les détails d'organisation de cette école. Cette organisation est d'ailleurs celle des autres Technische Hochschule, toutes ces écoles étant équivalentes au point que l'étudiant peut, et il fait un large usage de cette faculté, changer d'école pendant ses études, sans aucun préjudice pour lui, les « semestres » passés dans l'une étant reconnus comme valables par les autres.

62.00 72. — Les moyens de développer plus rapidement l'expérience des futurs ingénieurs. *R. G. E.*, 13 avril 1918, t. III, p. 563-564, 800 mots. Analyse d'un rapport de R. Guillery, à la section III « Mécanique, Machines-outils » du Congrès du Génie civil

62.00.72. — La période de transition pour la formation des ingénieurs et techniciens. *R. G. E.*, 15 juin 1918, t. III, p. 886. Analyse du rapport du lieutenant-colonel Espitallier à la section VIII « Organisation rationnelle du travail industriel » du Congrès du Génie civil.

621 9 (07). — Le développement à donner à l'enseignement de la mécanique. *R. G. E.*, 13 avril 1918, t. III, p. 565-567, 2 000 mots. Analyse du rapport de Rateau à la section III « Mécanique, Machines-outils » du Congrès du Génie civil.

62. — Les applications de l'art de l'ingénieur dans les pays d'outre-mer ; Leonard Andrews. *Electrician*, 19 avril 1918, t. LXXX, p. 872-873, 2 500 mots, 1 tab., 1 fig.

6 (073). — La recherche industrielle ; G. Basil Barham, *Electrical Review*, 25 janvier 1918, t. LXXXII, p. 93, 1 200 mots.

621.307. — La vérification des instruments de mesure. *R. G. E.*, 13 avril 1918, t. III, p. 567-568, 600 mots. Analyse du rapport de J. Conti à la section III « Mécanique, Machines-outils » du Congrès du Génie civil.

620.12 (072). — Les laboratoires sidérurgiques modernes, leurs méthodes, leur outillage : André Cornu-Thénard. *La Nature*, 1er et 8 juin 1918, nos 2331 et 2332, p. 337-343 et 353-359, 8 500 mots, 10 fig. — L'auteur donne brièvement dans son article, les méthodes et l'outillage communs aux divers laboratoires sidérurgiques de contrôle et de recherches. Ces recherches portent sur les essais chimiques, mécaniques (les uns statiques : traction, compression, dureté, flexion, pliage et emboutissage, les autres dynamiques : choc) ; physiques (analyse thermique, métallographie comprenant la macrographie et la micrographie); magnétiques et électriques. Ces diverses opérations sont envisagées par l'auteur qui décrit la machine la plus usitée dans chacun des cas.

Digitized by Google

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

337.3. — Arrêté du 13 décembre 1917 abrogeant, en ce qui concerne les charbons pour l'électricité, les dispositions de l'arrêté du 24 février 1915 relatif à des dérogations aux prohibitions de sortie. *R. G. E.*, 2 février 1918, t. III, p. 200.

654.25 : 35. — Décret du 15 décembre 1917, instituant une Commission chargée d'examiner les questions d'ordre général se rapportant à l'exploitation de la télégraphie sans fil et de préparer les dispositions législatives ou administratives propres à réaliser l'organisation rationnelle du service radiotélégraphique. *R. G. E.*, 2 février 1918, t. III, p. 200.

53 + 62 (061). — Décret du 23 janvier 1918 portant création à l'Académie des Sciences d'une division ayant pour titre « Application de la Science à l'Industrie » *R. G. E.*, 2 février 1918, t. III, p. 200.

351.832.15. — Les lois sur les pensions et les minima de salaires aux États-Unis; MORTIMER, BRADLEE, et RICE. *Electric Railway Journal*, 17 février 1917, t. XLIX, p. 282-288, 8 750 mots.

621.364 : 351.715. — L'extension de l'impôt sur l'énergie électrique pour le chauffage; SOLERI. *Elettricista*, 1er juin 1917, t. VI, p. 86, 1 500 mots; 15 juin 1917, t. VI, p. 92, 1 500 mots.

382. — A propos des récentes prohibitions à l'importation et à l'exportation. *R. G. E.*, 14 juillet 1917, t. II, p. 69-70, 990 mots.

351.82 : 621.316 (43.6). — Un projet de loi sur les distributions d'énergie en Autriche : G. TOCHON. *R. G. E.*, 20 avril 1918, t. III, p. 599-600, 1 800 mots.

351.82 : 621.316 (43). — La réglementation des distributions d'énergie électrique en Allemagne. *R. G. E.*, 13 avril 1918, t. III, p. 558-559, 1 800 mots. Arrêté pris en date du 2 novembre, publié dans *E. T. Z.*, 20 novembre 1917.

351.793. — Circulaire relative aux attributions du ministère de l'Agriculture et du ministère de l'Armement en ce qui concerne les usines hydro-électriques. *R. G. E.*, mars 1918, t. III, p. 384.

351.79 (45). — La nouvelle législation italienne sur les eaux publiques ; M. BONGHI. *Elettrotecnica*, 25 avril 1918, t. XXII, p. 162-168, 7 000 mots.

351.793. — Décret du 11 avril 1918 relatif à l'établissement d'usines hydrauliques sur les cours d'eau du domaine public. *R. G. E.*, 4 mai 1918, t. III, p. 670, 1 300 mots.

351.793. — La procédure d'instruction des demandes de concessions sur le domaine public ; G. TOCHON, avocat à la Cour d'appel de Paris. *R. G. E.*, 4 mai 1918, t. III, p. 667-669, 2 800 mots. — La grande majorité des usines hydrauliques étaient jusqu'à ce jour établies presque uniquement sur des cours d'eau privés, tandis que l'énergie utilisable sur les cours d'eau du domaine public n'était presque jamais captée. Cela tenait aux difficultés que notre législation apportait à l'établissement d'usines hydrauliques sur les rivières du domaine public. Un décret, pris en date du 11 avril 1918 par le ministre des Travaux publics et des Transports, modifie notre législation et simplifie considérablement la procédure d'instruction des demandes de concessions sur les cours d'eau du domaine public. C'est ce décret très important que M. Tochon commente dans cet article qui est suivi de la reproduction in extenso du décret.

351.791.3 (73). — Le nouveau programme concernant la législation américaine des cours d'eau. *Metall. and Chem. Eng'ing*, 15 janvier 1918, t. XVIII, p. 62-63, 1 600 mots.

351.791.3 (73). — Revision de la législation des États-Unis sur les cours d'eau. *Electrical World*, 30 mars 1918, t. LXXI, p. 684 685. — La proposition émane de sir Franklin K. Lane, secrétaire du Département de l'Intérieur.

385.14. — Loi du 31 mars 1918 portant autorisation du relèvement temporaire des tarifs sur les grands réseaux de chemins de fer d'intérêt général. *R. G. E.*, 20 avril 1918, t. III, p. 600.

351 812. — Décret du 8 janvier 1918 portant organisation des services chargés du contrôle des chemins de fer d'intérêt général et de l'étude des questions économiques et commerciales se rattachant à l'ensemble des voies de communication. *R. G. E.*, 11 mai 1918, t. III, p. 712, 180 mots.

351.812.3. — Décret du 27 novembre 1917 portant règlement d'administration publique pour l'exécution de l'article 47, 1° et 2° de la loi du 31 juillet 1913 relative aux voies ferrées d'intérêt local. *R. G. E.*, 9 mars 1918, t. III p. 383-384

351.812.3. — Décret du 11 novembre 1917 portant règlement d'administration publique sur la police, la sûreté et l'exploitation des voies ferrées d'intérêt local et d'intérêt général. *R. G. E.*, 23 février 1918, t. III, p. 311-312, 1 600 mots.

351.812.3. — Décret du 17 décembre 1917 portant règlement d'administration publique sur les enquêtes, en matière de voies ferrées d'intérêt local *R. G. E.*, 6 avril 1918, t. III, p. 535.

347.771. — La législation relative aux brevets d'invention. *R. G. E.*, 1er juin 1918, t. III, p. 809-815, 6 200 mots. Analyse du rapport présenté par M. BOURDIL à la section X du Congrès général du Génie civil.

347.771 + 347.773 (42). — La nouvelle loi anglaise visant les brevets et dessins. *L'Industrie électrique*, 25 janvier 1918, t. XXVII, p. 36-38, 1 400 mots. — Cette note commente un article publié à ce sujet par *Electrician*, du 14 décembre 1917.

347.772 + 608.6 (494). — Les marques de fabrique en Suisse. *R. G. E.*, février 1918, t. III, p. 240. Extrait d'une note de Edg. MERCINIER, parue dans le *Bulletin de la Chambre de Commerce française de Genève* du 20 novembre 1917.

347.772. — La protection des marques collectives. *R. G. E.*, 25 mai 1918, t. III, p. 780, 200 mots. Analyse du rapport de F. MAINIÉ à la section X « Législation industrielle » du Congrès du Génie civil.

341.324 — Décret du 23 janvier 1918 et arrêté du 24 janvier 1918 fixant l'organisation des services du ministère du Blocus et des Régions libérées. *R. G. E.*, 6 avril 1918, t. III, p. 536.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant* : J.-B. NOUET.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.1. — Application des courants thermo-ioniques à l'étude de l'ionisation par collision; Frank Horton. *Phil. Magazine*, décembre 1917, t. xxxiv, p. 461-477, 3900 mots, 5 fig.

546.78 + 537.531. — La série K du tungstène et l'excitation des rayons X au point de vue de la théorie des quanta; R. Ledoux-Lebard et A. Dauvillier. *C. R. Acad. des Sc.*, 11 décembre 1916, t. clxiii, p. 754-757. 850 mots, 2 fig.

537.531(062). — La Société Röntgen. *Electrical Review*, 30 novembre 1917, t. lxxxi, p. 525-526, 760 mots. *Electrician*, 16 novembre 1917, t. lxxx, p. 241.

537.531.3. — Détermination du rendement dans la production des rayons X. *R. G. E.*, 15 juin 1918, t. iii, p. 862-864. 1200 mots, 1 fig., 2 tab. Analyse d'un article de Paul T. Weeks publié dans *Physical Review*, novembre 1917, t. x, p. 564-574, 4200 mots, 5 fig. 2 tab.

537.531. — Vérifications expérimentales de la formule de Lorenz-Einstein sur les rayons cathodiques de grande vitesse; C.-E. Guye et Ch. Lavanchy. *Archives des Sciences physiques et naturelles* (Genève), 15 octobre 1916, quatrième période, t. xlii. n° 10.

537.531 + 538.87. — Appareil pour faciliter l'interprétation des oscillogrammes obtenus avec le tube de Braun; G.-C. Trabacchi. *L'Elettricista*, 1er mai 1918, t. xxvii, p. 66-67, 1400 mots, 2 fig. — Les courbes que donne le tube de Braun sont fermées sur elles-mêmes; l'appareil permet de les transformer en courbes dont les abscisses sont les temps et les ordonnées le champ magnétique produit par le courant périodique agissant sur le faisceau cathodique du tube. Pour faire cette transformation on place la courbe donnée par le tube sur une planche à dessin et on suit son contour avec une pointe fixée sur un support monté excentriquement sur une poulie; le mouvement ainsi communiqué à la poulie est transmis par des fils à un crayon qui trace la courbe en coordonnées cartésiennes du champ magnétique en fonction du temps.

538.1. — Mise en évidence expérimentale du magnéton Parson; L.-O. Grondahl. *Physical Review*, novembre 1917, t. x, p. 586-588, 900 mots, 1 fig.

538.25. — Démagnétisation du fer; Arthur Smith Whitmore. *Physical Review*, septembre 1917, t. x, p. 284-290, 2700 mots, 2 fig.

669.715.9. — Propriétés mécaniques, électriques et magnétiques des alliages fer-aluminium fondus dans le vide. *R. G. E.*, 8 juin 1918, t. iii, p. 825-828, 2200 mots, 5 fig. Analyse d'un article de Trygve Yensen et Walter A. Gatward, publié dans *University of Illinois Bulletin*, 29 janvier 1917, t. xiv, 50 pages, 19 fig.

551.14(54). — La radio-activité des roches préhistoriques de l'Etat de Mysore dans l'Inde du Sud. *R. G. E.*, 22 juin 1918, t. iii, p. 904. 200 mots. Analyse d'un article de W. F. Smeeth et H. E. Watson, publié dans *Philosophical Magazine*, février 1918, t. xxxv, p. 206-214.

SCIENCES DIVERSES

52.272. — Sur le choix du sens positif des rotations. *R. G. E.*, 15 juin 1918, t. iii, p. 864, 900 mots. Analyse d'une note de L. Lecornu publiée dans *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 22 avril 1918, t. clxvi, p. 630-632.

536.75. — Sur la nécessité d'améliorer l'équation d'état de Clausius; E. Ariès. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 31 décembre 1917, t. clxv, p. 1088-1092, 1200 mots, 1 tab.

546.432. — Diffusion de l'émanation de l'actinium et parcours du recul; L. W. Mc Keehan. *Physical Review*, novembre 1917, 2e série, t. x, p. 473-482, 3350 mots, 3 fig., 2 tab. — La diffusion de l'émanation de l'actinium et la distribution du dépôt actif auquel elle donne naissance ont fait l'objet de nombreuses recherches. — En aucun cas cependant, le dispositif expérimental n'avait été géométriquement assez simple pour permettre d'étudier aisément la distribution à partir des phénomènes connus relatifs à la diffusion gazeuse et au recul radio-actif. Dans le travail que nous analysons c'est cette simplicité de forme géométrique que l'auteur a eu en vue de réaliser. — Il montre que les lois de la diffusion gazeuse ordinaire et du recul radio-actif suffisent à expliquer les effets principaux observés relatifs à la diffusion de l'émanation de l'actinium et aux dépôts qu'elle produit. Le parcours du recul à partir de cette émanation, dans l'air à la pression normale et à la température de 20°7 C, est environ 0,0092 cm (± 2 pour 100), le coefficient de diffusion dans les mêmes conditions est environ 0,109 (± 2 pour 100). — A. B.

546.432. — La diffusion de l'émanation de l'actinium et sa répulsion par ce corps; L. W. Mc Keehan. Communication à la Philosophical Society of Washington, 10 novembre 1917. Signalée dans *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 4 février 1918, t. viii, p. 74. — L'auteur rappelle les travaux qui ont été faits sur l'émanation de l'actinium et sur le dépôt actif qui se forme sur des plaques chargées, puis examine les causes de quelques incertitudes que l'on éprouve dans l'interprétation des résultats. Il décrit ensuite un appareil éliminant ces causes d'incertitudes et fait connaître les résultats qu'il a obtenus.

669.342.02. — Les défauts du laiton. Microstructure et tensions initiales dans les laitons bruts à 60 parties

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

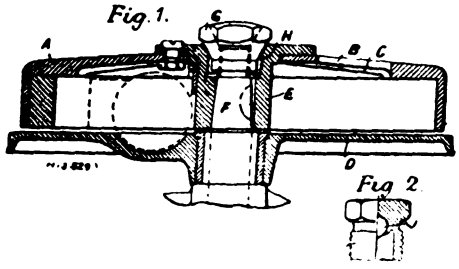
Digitized by Google

Digitized by Google

de cuivre et 40 parties d'étain ; Paul Merica et R. W. Woodward, *Technologic Papers of Bureau of Standards*, n° 82, 29 janvier 1917, 72 pages, 120 fig.

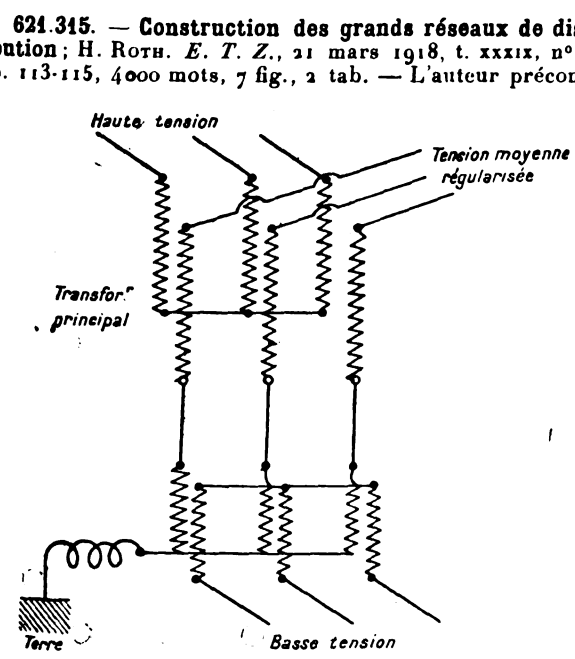
PRODUCTION ET DISTRIBUTION

538.811. — Dispositif de magnéto volant ; The Villers Engineering Company, G. Funk et F. H. Faner. *Brevet anglais n° 112529*, déposé le 31 janvier 1917. Bibliographié dans *Engineering*, 19 avril 1918, t. cv, p. 445, 2 fig. — L'invention concerne un dispositif destiné à faciliter l'enlèvement du volant de l'arbre qui le supporte. La figure 1 montre la disposition adoptée, A est un volant muni de bras B renforcés de nervures c, D est la pièce arrière portant le rupteur, la bobine d'induction, les condensateurs, etc. Le moyeu E du volant est alésé cône pour coiffer l'arbre F et maintenu sur ce dernier à l'aide d'un écrou conique G, L'extrémité de l'alésage du moyeu est filetée en H et peut recevoir un écrou I (fig. 2) si l'on désire enlever le volant. Lorsque l'écrou I est vissé sur le volant, l'extrémité de l'arbre vient en contact avec la bille J placée dans l'écrou, il en résulte que si on continue à faire avancer l'écrou ce dernier force le volant à quitter l'arbre sur lequel il est claveté. — E. B.



538.811. — Magnéto volant de la Villers Engineering Co.

621.315. — Construction des grands réseaux de distribution ; H. Roth. *E. T. Z.*, 21 mars 1918, t. xxxix, n° 12, p. 113-115, 4000 mots, 7 fig., 2 tab. — L'auteur préconise, pour les grands réseaux de distribution, la création de sous-stations de transformation intermédiaires comportant des transformateurs rotatifs alimentés par le transformateur principal. Le principal avantage de cette disposition est de permettre la régulation automatique et rapide de la tension, ce qui serait impossible avec les transformateurs statiques seuls. L'auteur indique deux schémas de montage de ces transformateurs rotatifs, suivant qu'ils sont branchés en série avec un transformateur de courant alimenté par la basse tension du transformateur principal, ou bien directement en série avec l'enroulement basse tension du transformateur principal avant la réunion des phases au point neutre (figure). Il recommande particulièrement cette deuxième solution qui est plus simple, et dont il donne une description complète. Il examine ensuite comment le nombre des sous-stations intermédiaires doit varier suivant les valeurs admises pour la tension de distribution et suivant la section des conducteurs. — J. C.

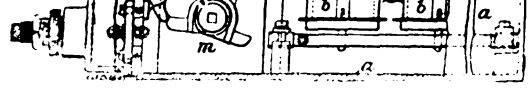


621.315. — Schéma de montage de transformateurs rotatifs dans une sous-station.

538.332+621.314. — Electro-aimant soufflleur pour les électrodes de rupture des commutateurs électriques ; Aktiengesellschaft Brown, Boveri et Cie. Première addition n° 20361 au *Brevet français n° 468889*, demandée le 11 novembre 1916, délivrée le 12 juin 1917, publiée le 28 novembre 1917, 60 lignes, 1 fig. — Cet électro-aimant de soufflage pour les électrodes de rupture d'interrupteurs électriques pourvus d'une bobine de soufflage cylindrique, est caractérisé en ce que l'électrode ou les électrodes se meuvent concentriquement par rapport à la bobine de soufflage.

621.315. — Problèmes spéciaux concernant les lignes de transmission d'énergie. *Electrical World*, 4 mai 1918, t. lxxi, p. 919-922, 3200 mots, 12 fig. — Dans cet article on étudie en particulier les dispositifs d'ancrage des supports de lignes à très haute tension et à grandes portées ainsi que le moyen d'obtenir sur les isolateurs des tensions mécaniques sensiblement égales.

621.315. — Coupleur électrique ; N. J. Austin et G. E. Taylor. *Brevet anglais n° 112664*, déposé le 18 janvier 1917. Bibliographié dans *Engineering*, 3 mai 1918, t. cv, p. 505, 1 fig. — Une série de blocs b (figure) sont disposés pour recevoir chacun une broche de couplage c et sont montés dans une boîte a ayant un couvercle glissant o dans lequel sont pratiquées des rainures disposées pour recevoir une partie réduite c_1 de la pièce c ; le couvercle est, en outre, relié mécaniquement à l'interrupteur m lequel se déplace le couvercle o dans le cas où on le ferme, de telle manière que les broches d'accouplement c ne peuvent être enlevées et que d'autres ne puissent être mises en place. L'ensemble peut être placé dans l'huile ou dans tout autre isolant liquide, l'interrupteur est manœuvré à l'aide d'une clef mobile. — E. B.



621.315. — Coupleur électrique Austin et Taylor.

621.315. — Cornières spéciales pour la fixation du fil de terre dans les courbes. *R. G. E.*, 15 juin 1918, t. iii, p. 874, 1 fig. Analyse d'un article publié dans *Electrical World*, 9 février 1918, t. lxxi, p. 308.

621.315.1 (73). — Ligne de transmission artificielle de la « Telluride Power Company », de Provo, Utah (Etats-Unis). *R. G. E.*, 8 juin 1918, t. iii, p. 829-836, 6 000 mots,

Digitized by Google

Digitized by Google

7 fig. — L'article décrit une ligne artificielle qui est l'image réduite d'une portion de 660 km du réseau de transmission de la Telluride Power Company. Il indique la valeur et la répartition des self-inductions et des capacités qu'il convient d'adopter pour reproduire exactement les constantes caractéristiques de la ligne réelle. Comme étude intéressante, il rappelle les essais de court-circuit et de mise à la terre entrepris par M. H. Gray pour expliquer cette anomalie des relais wattmétriques qui, sous certaines conditions de charge, fonctionnent à rebours du sens qu'il faudrait.

538.53 : 621.315 5. — Formules pratiques pour le calcul de la self-induction des inducteurs tubulaires. *R. G. E.*, 1er juin 1918, t. III, p. 798, 350 mots. Analyse d'un article de H.-B. Dwight, publié dans *Electrical Review*, Chicago, 9 février 1918, t. LXXII, p. 224-225, 1 200 mots, 2 fig.

621.315.62. — Le vieillissement des isolateurs en porcelaine. *Génie civil*, 18 mai 1918, t. LVXII, p. 356, 2 300 mots, 7 fig. — Les isolateurs en porcelaine des lignes à haute tension s'altèrent en service. L'auteur cite, par exemple, les nombres suivants : si sur une ligne à haute tension on trouve la première année 0,1 pour 1 000 d'isolateurs défectueux, on en trouve 1 pour 100 au bout de la sixième année, 6 pour 100 au bout de la huitième année et 20 pour 100 au bout de la neuvième année. L'auteur, après avoir rappelé les essais électriques qu'ont à subir les isolateurs neufs, indique, ce que savent tous les praticiens, que si on répète ces essais sur les mêmes isolateurs après un certain temps de service, on trouve qu'ils percent à une tension bien inférieure à celle qu'ils avaient supportée lors de la première épreuve. — On a cherché quelles pouvaient être les causes de cette détérioration. La première cause serait due à la constitution même de l'isolant. La porcelaine peut être considérée comme formée de cristaux de silice, partiellement dissous dans du feldspath et de cristaux de sillimanite ($Al^2 Si O^3$). Ces cristaux, généralement grands et anisotropes et répartis au hasard donneraient lieu, d'après M. W. D. Peaslie à des concentrations de flux produisant une fatigue de l'isolant suivant certaines directions ; tout défaut a, d'ailleurs, tendance à s'augmenter rapidement en raison du coefficient de température négatif de la porcelaine. Le remède à ce défaut consisterait dans le remplacement de la porcelaine par un corps homogène amorphe, tel que le quartz fondu, ou par une matière formée de corps ayant les mêmes caractéristiques. Une deuxième cause de détérioration des isolateurs est due aux différences de dilatation du métal des ferrures, de la porcelaine et du ciment employé au scellement ; on peut remédier à ce défaut en donnant aux isolateurs une forme convenable et en faisant les scellements avec soin. Une troisième cause est due au changement de volume du ciment du scellement sous l'influence de l'humidité ; on atténue cet effet en diminuant au strict minimum l'épaisseur du scellement. Enfin une quatrième cause de détérioration est la porosité de la porcelaine ; on peut l'éviter en surveillant attentivement la fabrication. L'auteur termine en décrivant les isolateurs de la compagnie Jeffery-Dewitt qui, d'après les constructeurs, n'auraient pas les défauts des isolateurs ordinaires.

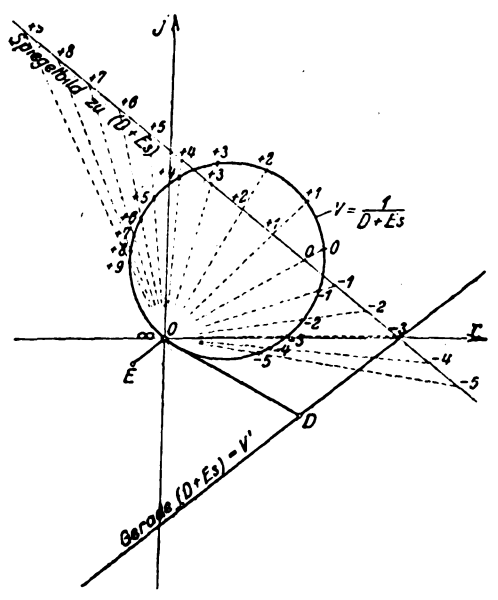
621.316.00.12. — Abaque pour faciliter le calcul des réseaux à courants alternatifs au moyen de la méthode de M. Boucherot; A. Castex. *R.G.E.*, 8 juin 1918, t. III, p. 821-823, 1 700 mots, 1 fig. — Cet abaque complète la méthode indiquée par M. Boucherot pour le calcul des réseaux de distribution ; il en rend l'usage plus pratique et moins pénible pour ceux qui n'ont plus la grande habitude des calculs numériques.

621.316. — La prédétermination de la charge sur les circuits alimentant les quartiers de résidence ; O. Reyneau. *Electrical World*, 11 mai 1918, t. LXXI, p. 969-971, 1 800 mots, 1 fig.

537.1. — Gradient du potentiel et centre électrique d'un circuit d'éclairage. *Electrical World*, t. LXXI, 13 avril 1918, p. 769-770, 1 fig. — Après la description du réseau (monophasé, 37,5 kv-a, 60 p : sec) et l'évaluation kilométrique des divers embranchements dont le développement atteint 21,9 km, l'auteur énumère toutes les mesures qui ont été faites pour la détermination du centre électrique. Celui-ci une fois fixé, il est facile de localiser un défaut sur le circuit, car entre le centre électrique mis à la terre et la terre accidentelle toutes les lampes s'éteignent. D'autres essais sont en cours ; de ceux déjà réalisés on peut tirer les conclusions pratiques suivantes : 1° le circuit n'étant pas mis à la terre, on obtient de meilleures conditions de tension, une moindre contrainte diélectrique par rapport à la terre et une plus grande souplesse pour le réglage du circuit ; 2° la mise au sol du centre électrique détruit l'uniformité du gradient de potentiel et déséquilibre le système de distribution ; 3° l'avantage d'une rapide localisation d'un défaut ne compense pas les nombreux inconvénients de la mise à la terre du centre électrique, d'autant plus que, en cas de terre accidentelle, il est toujours facile de se créer en un point quelconque une terre artificielle. En résumé, le réseau isolé est toujours préférable au réseau mis à la terre.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.25. — Une nouvelle forme du diagramme circulaire du moteur asynchrone ; Otto Bloch. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 24 et 31 janv. 1918, t. XXXIX, p. 34 et 42, 11 100 mots, 7 fig. — Des équations générales d'un moteur à induction polyphasé dont le stator est monté en étoile et le rotor à bagues en triangle, les balais étant réunis à une résistance de démarrage montée en étoile, l'auteur déduit que le vecteur de courant I dans une phase du stator peut être repré-



621.313.25. — Une nouvelle forme du diagramme circulaire du moteur asynchrone.

senté par une expression de la forme $I = \frac{A + Bs}{D + Es}$ et le vecteur de courant J dans une phase du rotor, par $J = \frac{Cs}{D + Es}$, s étant le glissement ; A, B, C étant des nombres complexes déterminés. Ces expressions définissent, dans le système de Gauss, des cercles que l'on construit en tenant compte des constantes de l'équation. En effet, si on se

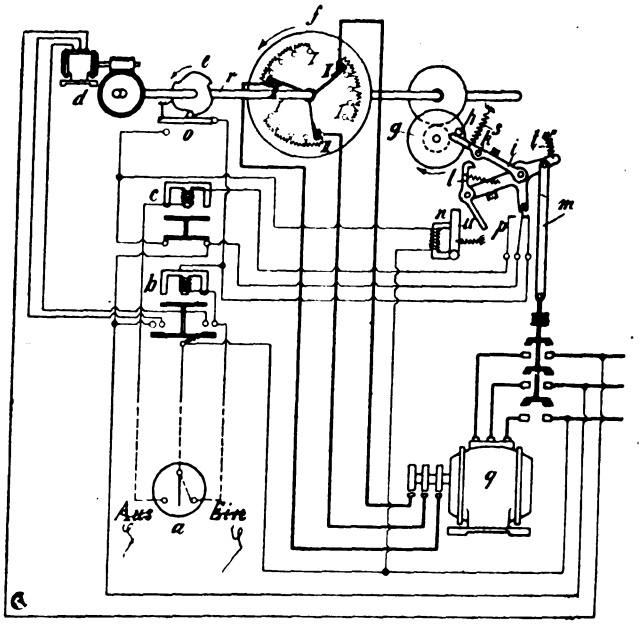
Digitized by Google

Digitized by Google

donne un nombre complexe B, il correspond à un point B du plan ayant pour coordonnées les parties réelles et imaginaires ; le rayon vecteur reliant l'origine au point B est également défini. Si nous multiplions le nombre complexe B par un paramètre réel s qui peut prendre toutes les valeurs entre $+\infty$ et $-\infty$, le vecteur B devient une droite Bs passant par l'origine et ayant même direction. Les valeurs de s sont uniformément réparties sur cette droite, l'unité de l'échelle étant B. L'expression $A + Bs$ sera également représentée par une droite parallèle à la droite Bs. Ainsi l'extrémité du vecteur $V = A + Bs$ se déplace sur une droite quand s varie. Il en serait de même pour l'extrémité d'un vecteur $V' = D + Es$. Le vecteur $\frac{1}{V'} = \frac{1}{D + Es}$ est le vecteur réciproque du précédent. Le lieu géométrique de son extrémité, lorsque s varie, est un cercle passant par l'origine. Le centre de ce cercle se trouve sur la perpendiculaire abaissée de l'origine sur la droite. Pour établir les points correspondants de la droite $D + Es$ et du cercle $\frac{1}{D + Es}$ quand s varie, il faut d'abord construire la droite conjuguée à $D + Es$ et mener par l'origine les rayons vecteurs correspondant aux différentes valeurs de s sur la droite conjuguée (fig. 1). Si nous envisageons maintenant la fraction $I = \frac{A + Bs}{D + Es}$, on obtient par division $I = \frac{B}{E} + \left(A - \frac{B}{E} D\right) \frac{1}{D + Es}$; la fraction $\frac{1}{D + Es}$ est la seule quantité dépendant du paramètre s, mais par rapport au cas précédent les rayons vecteurs du cercle sont multipliés par un facteur complexe de valeur constante. Si nous posons $V = \frac{1}{D + Es}$ et $G = A - \frac{B}{E} D = Ge^{iy}$ (où $i = \sqrt{-1}$) et si nous considérons d'autre part un autre vecteur quelconque $V_1 = e^{iv}$, en multipliant V_1 par G nous obtenons $V_1 G = V_1 Ge^{i(v+y)}$, la grandeur du vecteur est égale à G fois celle du vecteur initial, sa direction fait avec la direction de ce dernier un angle γ ; pour achever de construire le cercle lieu des extrémités des vecteurs I quand s varie, il suffit de construire comme dit précédemment le cercle $\left(A - \frac{B}{E} D\right) \frac{1}{D + Es}$ et de déplacer ce cercle parallèlement à lui-même d'une quantité correspondant à $\frac{B}{E}$. — Le lieu des extrémités des rayons vecteurs J correspondant au courant secondaire est également un cercle qui se déduit du précédent en changeant convenablement la grandeur des rayons vecteurs et leurs directions, la répartition des points correspondant à l'échelle des glissements sur sa périphérie est identique à celle obtenue sur le lieu des vecteurs I ; c'est pourquoi il est possible d'envisager le même lieu géométrique pour les vecteurs I et J, en tenant compte pour la mesure de ces derniers d'un changement d'unité de longueur et en choisissant un pôle convenable comme origine des vecteurs J. Comme cette fois il n'y a pas au numérateur de membre constant, quand $s = 0$, $J = 0$; le pôle se trouve donc sur le cercle lui-même, précisément au point où $s = 0$. L'unité de mesure pour le courant secondaire se déduit aisément des équations générales développées. Le principe de ce diagramme étant ainsi exposé, l'auteur passe à l'analyse détaillée de son exécution en apportant quelques simplifications aux équations générales ; il en fait une application numérique et compare les résultats obtenus avec le nouveau diagramme et avec celui d'Arnold sur un moteur triphasé de 350 kw, 1 200 t : min, 1 000 v. — E. P.

621.33 + 621.43. — Démarreurs électriques pour automotrices à pétrole. *R. G. E.* 1er juin 1918, t. III, p. 804-805, 1 500 mots. Analyse d'un article publié dans *Electrician*, 1er février 1918, t. LXXX, p. 640-641, 2 200 mots, 4 fig.

621.313.25. — Démarreur automatique triphasé ; W. Ernst. *E. T. Z.* 24 janv. 1918, t. XXXIX, p. 36-38, 1 800 mots, 10 fig. — Ce type, de démarreur trouve son emploi dans la commande des pompes et des compresseurs mus par des moteurs électriques. L'appareil de démarrage permet de manœuvrer l'interrupteur placé sur le circuit du stator et le rhéostat de démarrage en circuit avec le rotor au moyen d'un moteur auxiliaire. Après chaque démarrage, le rhéostat doit être ramené automatiquement à la position de départ avant que l'interrupteur du circuit du stator puisse de nouveau se fermer. Dans le système décrit, le moteur auxiliaire conserve toujours le même sens de rotation. Le moteur est alimenté au moyen d'un appareil à contacteur spécial. La rotation arme tout d'abord le mécanisme de commande de l'interrupteur du stator ; le rhéostat de démarrage est en même temps ramené de la position de court-circuit à la position de démarrage ; à ce moment l'interrupteur du circuit du stator se ferme et le rhéostat de démarrage est amené progressivement à la position de court-circuit. L'arrêt du moteur est effectué par l'intermédiaire d'un relais à minimum n (fig. 1), qui par l'intermédiaire de l'armature u vient



621.313.25. — Démarreur automatique triphasé.

frapper, lorsque la tension aux bornes de la bobine est nulle, sur la queue du levier l, et libère ainsi le mécanisme d'enclenchement. Dans le schéma de la figure 1, q représente le moteur principal et d le moteur auxiliaire. Le relais a permet, à la position d'enclenchement, d'envoyer du courant dans le relais intermédiaire b, qui ferme le circuit du moteur auxiliaire. A la position de déclenchement il envoie par contre du courant dans le relais n, par l'intermédiaire du relais e et provoque l'ouverture de l'interrupteur du stator. Le moteur auxiliaire attaque un arbre r qui commande par l'intermédiaire d'une paire d'engrenages, la roue g, le doigt h, le levier i. Sur cet arbre est également calée une roue à cames e, qui commande le contact o, lequel s'ouvre dès que la résistance de démarrage est en court-circuit, ce qui provoque l'arrêt du moteur auxiliaire. Un relais de contrôle p commandé par le mécanisme de l'interrupteur du stator empêche toute fausse manœuvre en rendant solidaire le fonctionnement des relais b et c de la position de l'interrupteur du stator. — E. P.

621.344 : 621.874. — Nouveaux ponts roulants à électro-aimant et à mouton ; H. Hermanns. *E. T. Z.* 17 janvier 1918,

Digitized by Google

Digitized by Google

t. XXXIX, p. 21-25, 2 500 mots, 5 fig.—Après quelques considérations sur la construction et les difficultés de réalisation des ponts roulants de cette catégorie, l'auteur décrit un de ces appareils en fonctionnement aux hauts fourneaux de Bergeborbeck de la Société Phœnix à Hœrde. Ce pont roulant permet : à l'aide d'un mouton, de briser les gueuses de fonte dans les rigoles de coulée, de saisir les morceaux à l'aide d'un électro-aimant, de les rassembler dans une caisse de chargement intermédiaire qu'on dirige ensuite sur l'endroit où on désire vider cette caisse. Ce pont roulant est un pont à chariot. Le chariot porte deux charpentes métalliques latérales sur lesquelles viennent se placer d'un côté l'électro-aimant de levage, de l'autre côté le ou les moutons; la cabine du conducteur se trouve située entre les deux longerons de la charpente transversale du pont et réunit entre elles les deux charpentes métalliques latérales du chariot. — Le type décrit comporte deux moutons qui peuvent fonctionner tous deux en même temps ou chacun individuellement à tour de rôle. Dans cette installation la hauteur du chemin de roulement du pont étant considérable, la charpente totale de chaque mouton est séparée par le milieu en deux parties, la partie inférieure venant s'ajuster au moyen d'un organe de fixation démontable sur la portion supérieure. Pour tenir compte des différences de niveau des rigoles de coulée, toute la charpente des moutons peut être élevée ou abaissée au moyen de deux treuils manœuvrés de la cabine du conducteur. Le principe de fonctionnement des moutons est le suivant : chacun d'eux est supporté par une courroie plate en poil de chameau qui peut se mouvoir dans les deux sens à l'intérieur d un fourreau; en haut de ce fourreau est une poulie plate munie de joues latérales, autour de laquelle la courroie plate s'enroule sur les deux tiers de la périphérie. Au moyen d'un galet mobile, la courroie plate est appuyée contre la poulie de manière à obtenir l'adhérence nécessaire pour soulever le mouton. Lorsque la hauteur d'élévation voulue est atteinte, on libère le galet mobile, le mouton retombe. Le mouvement du galet est guidé par une roue à cames agissant sur un levier portant ce galet. Le nombre de coups frappés par le mouton correspond au nombre de tours de la roue à cames ; la poulie portant la courroie est actionnée par un moteur tournant toujours dans le même sens, de direction contraire au sens de la chute du mouton. La puissance prise par ce moteur est donc constamment variable ; pour diminuer les à-coups on dispose en bout d'arbre un volant de compensation qui, au moment de la chute du mouton emmagasine l'énergie et qui vient en aide au moteur au moment de la levée. Le moteur actionnant le mouton absorbe une puissance de 7,7 kw à pleine charge à la vitesse de 830 t : min. On peut donner à la roue à cames deux vitesses différentes de rotation correspondant respectivement à 30 et à 15 chutes du mouton par minute. Comme le pont roulant avance en même temps que le mouton frappe, la partie inférieure du mouton est reliée à la partie supérieure par un organe de liaison flexible. Pendant le chargement des gueuses brisées par le mouton, on remonte complètement ce dernier; il est maintenu en place au moyen d'un verrouillage approprié. Le moteur de levage pour l'électro-aimant absorbe une puissance de 40 kw a une vitesse de 480 t : min pour une charge de 10 t ; un moteur de levage auxiliaire absorbant 17,5 kw à 590 t : min pour une charge de 5 t sert à manœuvrer un crochet de levage pour permettre le déchargement de la caisse remplie de gueuses. Pour faciliter la manœuvre, cette caisse est suspendue, après le chargement, d'une part à deux crochets venus de fonte avec le bâti de l'électro aimant et d'autre part au crochet de manœuvre auxiliaire. Ceci permet d'éviter comme dans les modèles précédents de remplacer à chaque manœuvre l'électro-aimant de levage par la caisse de chargement et réciproquement. Le moteur pour la trauslation du chariot absorbe à pleine charge une puissance de 9,2 kw à 630 t : min, le moteur de translation du pont une puissance de 40 kw à la vitesse de 480 t : min. Le mouton est soulevé à une vitesse de 119 m : min, la vitesse de déplacement du chariot peut atteindre deux valeurs 55,5 m : min lors du déchargement des gueuses et 6,2 m : min seulement pendant la manœuvre des moutons. La vitesse de déplacement du pont est de 116 m : min. Généralement les ponts roulant de ce type sont munis d'un petit groupe convertisseur rotatif produisant du courant continu à 220 v pour l'éclairage du pont et pour l'excitation de l'électro-aimant. Ce petit groupe convertisseur rotatif est naturellement fixé sur le chariot. — E. P.

621.316 : 621.7. — Installations intérieures de distribution dans les usines; BASSETT JONES, *R. G. E.* avril 1918, p. 285-299, 6 000 mots, 32 fig. — Comme suite à l'article qu'il a publié antérieurement sur ce sujet, l'auteur décrit en détail une installation réalisée dans les ateliers de la Sprague Electric Co.

621.953. — Petites perceuses électriques. *Produire*, 25 avril 1918, t. 1, p. 19-20, 1 600 mots, 8 fig. — Description sommaire de perceuses à main et de perceuses d'établi commandées électriquement.

621.345 : 622.914. — Etude comparative entre les montages avec système triphasé et système Ward-Léonard; A.-L. BALLARD. *Electrician*, 22 février 1918, t. LXXX, p. 709-710, 2000 mots, 2 fig. — Communication à la South African Institute of Electrical Engineers.

621.346 : 621.931.1. — Scie à billettes de grande puissance à commande électrique. *Génie civil*, 13 avril 1918, t. LXXII, p. 264, 350 mots, 1 fig. — Notre confrère décrit, d'après l'*Engineer* du 20 mars 1918, une nouvelle scie à métaux employée dans les usines de guerre anglaises. Cette scie coupe plus économiquement et plus vite que toutes les machines utilisées jusqu'ici des blocs de 66 cm d'acier à canon trempé dans l'huile. La scie est commandée par un moteur électrique de 3 ch à double réduction d'engrenage. Un seul opérateur sans compétence spéciale peut assurer le service de 6 machines semblables. Cette scie a réduit le coût du travail à 1/6 de sa valeur primitive. Un seul ruban de scie suffit pour couper un bloc à section carrée de 66 cm de côté.

621.346 : 674.83. — Emploi de l'électricité dans une fabrique de bouchons; H. EASTON. *Electrical Review*, 16 mars 1918, t. LXXII, p. 462-463, 800 mots, 4 fig.

621.346 : 664.11. — L'électrification des fabriques de sucre de canne; C.-A. KELSEY. *G. E. R.*, avril 1918, t. XXI, p. 252-268, 9500 mots, 28 fig. — Dans cet article, l'auteur établit qu'il y a économie à employer l'électricité au lieu de la vapeur dans les diverses opérations mécaniques que nécessite la fabrication du sucre de canne.

621.346 : 664.12. — L'électrification des fabriques de sucre de betteraves; E.-M. ELLIS. *G. E. R.*, mars 1918, t. XXI, p. 188-195, 2 200 mots, 16 photographies. — La question présente un intérêt pour nos régions par suite de la destruction de nombreuses fabriques de sucre en Belgique, en France et en Russie, elle en présente également pour les Etats-Unis dont la production sucrière a dû être augmentée pendant la guerre et où le nombre de fabriques de sucre de betteraves, qui a passé de 78 en 1913 à 92 en 1917, va en croissant continuellement. — L'article donne une description sommaire des diverses opérations que comporte la fabrication du sucre de betteraves et montre par des vues photographiques comment la commande par moteurs électriques peut y être utilisée. — Des électrifications de ce genre ont été réalisées récemment dans plusieurs fabriques de la Caroline du Sud. Les essais faits dans ces fabriques ont montré que pour un traitement journalier de 1 000 t de betteraves il faut environ 800 ch, sans compter 250 ch que requiert le traitement des mélasses et 300 ch pour les installations de séchage de la pulpe quand ces installations sont jointes à la fabrique. — L'auteur fait encore remarquer que la commande électrique est

Digitized by Google

Digitized by Google

non moins économique dans les fabriques de sucre de canne comme l'ont montré des articles antérieurement publiés par la « General Electric Review » dans ses numéros d'août 1913, p. 572 et de janvier et décembre 1914, p. 74 et 1204.

621.346 : 664.1. — Les installations électriques d'une sucrerie; F.-A. Ortiz. *Electrical Review*, 2 mars 1918, t. LXXII, p. 369-371, 3000 mots, 4 fig. — Dans cet article, l'auteur examine le rôle de l'électricité dans les sucreries, en particulier pour la mise en action rapide des centrifugeuses.

621.346 : 664.1. — La commande automatique des moteurs évite le gaspillage de combustible dans les sucreries. *Electrical World*, 30 mars 1918, t. LXXI, p. 673, 300 mots, 1 fig. — Dans la raffinerie de sucre de canne de Cunagua (Cuba), les meules étaient entraînées par des moteurs d'induction à vitesse variable, réglés à la main. Or, on remarquait que, malgré le ralentissement de la marche des moteurs, il fallait toujours alimenter ceux-ci comme s'ils travaillaient à pleine charge. On ne réalisait donc aucune économie sur le combustible constitué par les refus des cannes à sucre; il fallait parfois recourir au charbon et au bois. La Westinghouse Electric and Manufacturing Co a installé un tableau commandant la vitesse des moteurs au moyen d'un relais équilibré et d'un rhéostat actionné par un moteur triphasé. Les moteurs entraînant les meules, seuls ou à deux, reçoivent leur énergie d'une turbine indépendante de la sucrerie et, par conséquent, les variations de vitesse des meules n'affectent pas la marche des pompes et autres machines.

621.313 : 621.175. — Emploi du moteur électrique dans une réparation de fortune à bord d'un navire de guerre; E.-E. Wilson. *Engineering*, 12 avril 1918, t. CV, p. 397-398, 3 000 mots, 2 fig. — Un accident à la turbine à vapeur commandant l'une des pompes de circulation du condenseur du cuirassé « Arkansas », de la marine de guerre des Etats-Unis, força ce dernier à diminuer considérablement sa vitesse; aussi le personnel du bord fut-il amené à entreprendre une réparation de fortune pour lui permettre l'utilisation des deux pompes de circulation. La turbine avariée développait 75 ch en tournant à 600 t : min; il était donc nécessaire de trouver un moteur capable de la remplacer; comme il ne fallait pas songer à employer un moteur à vapeur, on fut donc amené à rechercher parmi les moteurs électriques du bord celui qui pouvait le mieux convenir et le choix se porta sur un moteur d'une grue de pont dont la puissance, en régime intermittent, était seulement de 35 ch à la vitesse de 350 t : min, beaucoup trop faible par conséquent; mais comme il n'y avait pas d'autre moteur disponible, on se décida à l'utiliser. Le moteur fut accouplé directement à la pompe de circulation dont la vitesse se trouva réduite au voisinage de 400 t : m; le moteur étant muni d'une excitation série, la charge de la pompe se réglait ainsi automatiquement; la vitesse du navire put être ramenée à peu près à la valeur primitive. Le moteur travaillait par suite continuellement à une charge égale à celle pour laquelle il était destiné en service intermittent, il en aurait résulté un échauffement préjudiciable si des dispositifs spéciaux de ventilation et de refroidissement n'avaient été adoptés; deux manches à vent branchées sur la conduite d'air sous pression étaient disposées pour assurer une circulation active d'air à l'intérieur du moteur; ce moyen de refroidissement s'étant montré insuffisant, le fond de la culasse du moteur fut rendu étanche et rempli d'eau, l'évaporation de cette eau due à son échauffement et à la ventilation active permit de maintenir un échauffement acceptable du moteur; le niveau de l'eau dans le fond de la culasse était maintenu automatiquement. — E. B.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33.00.3. — Sur les limites des conditions économiques de la traction électrique sur les chemins de fer; P. Lanino et N. Giovene. *Rivista tecnica delle ferrovie italiane*, 15 avril 1918, t. XIII, p. 125-134, 4000 mots, 6 fig.

621.33.004 (73). — Discussion sur l'exploitation du chemin de fer aérien de Boston. *Electric Railway Journal*, 6 avril 1918, t. LI, p. 660-661, 2000 mots.

621.33 : 625.3(494). — Le chemin de fer électrique à voie étroite de Biel-Täuffelen-Ins; R. Walther. *Schweizerische Bauzeitung*, 8 juin 1918, t. LXXI, n° 23, p. 241-247, 5 000 mots, 17 fig. — Cette ligne a été mise en service en mars 1917. Elle longe à quelque distance la rive sud du lac de Biel. Elle avait été commencée en juillet 1914. Sa longueur est de 20308 m, dont la moitié en bordure des routes. La pente maximum est de 4,6 pour 100. Le rayon des courbes est de 70 m, sauf dans les stations où il s'abaisse à 50 m, les 3/4 du trajet sont en alignement. La vitesse maximum des trains est de 25 km : h pour les parties établies sur routes et de 45 km : h pour les autres. La ligne traverse une tourbière sur une longueur de 3500 m : on a dû construire des remblais de 2 m de profondeur sur 4 m de largeur. — La tension d'utilisation est de 1200 v continus, obtenus par transformation des 8000 v alternatifs fournis par l'usine de Hagneck. Le poste de transformation, ainsi que les dépôts et ateliers se trouvent à Täuffelen vers le milieu de la ligne; les deux groupes convertisseurs sont de 150 kw, il y a un troisième groupe de secours et une batterie d'accumulateurs en tampon de 580 éléments et 253 A-h au régime d'une heure. La ligne est en cuivre profilé de 85 mm², elle est suspendue à un câble d'acier de 35 mm². Les poteaux sont en sapin imprégné sauf dans les courbes et aux stations où ils sont en béton armé. Les feeders d'alimentation ont 55 et 105 mm². Les joints de rails sont des rubans de cuivre serrés sous les éclisses; des câbles d'équilibre réunissent les deux files de rails tous les 200 m. L'ensemble des frais d'installation s'est élevé à 2 675 000 fr, dont 400 000 fr pour le matériel roulant. Les prix du kilomètre sont les suivants : sur route 51 180 fr, le long des routes : 51 800 fr, sur tracé spécial : 54 200 fr. (41 400 fr si l'on tient compte de l'augmentation de dépense résultant de la traversée de la tourbière). Il en résulte que le tracé spécial est, à tous les points de vue, plus avantageux que le tracé sur route. — J. C.

627.1 + 621.33(43.6). — Utilisation des forces hydrauliques pour l'électrification des chemins de fer autrichiens. *E. T. Z.*, 7 mars 1918, t. XXXIX, p. 96, 800 mots. — Malgré la richesse de l'Autriche en forces hydrauliques, aucune ligne de chemin de fer importante n'utilise l'énergie électrique. Pourtant, depuis 1905, des projets très complets ont été étudiés, ils comportent la captation de 433 chutes pouvant fournir ensemble 1,5 million de kilowatts. 17 concessions sont déjà obtenues et 7 autres sont demandées. L'ensemble des 24 concessions atteint 135 000 kw. De plus l'Etat possède l'option sur 16 concessions particulières, comportant 37 chutes dont l'aménagement a été préparé. Des projets d'électrification des chemins de fer ont été également préparés, mais sans commencement d'exécution; les deux principaux concernent la ligne Steinach-Irdning-Attnang-Enchheim, et la ligne de l'Arlberg (Insbruck à Bludenz). L'électrification de ces lignes ne pourra être faite qu'après la guerre. — J. C.

627.1 + 621.33(45). — La traction électrique et les forces hydro-électriques en Italie. *Elettrotecnica*, 25 juin 1918, t. V, p. 242-244, 3 200 mots.

625.621.73. — Nouveau procédé pour la rectification des voies de tramways. *Tramway and Railway World*, 11 avril 1918, t. XLII, p. 219-221, 2 000 mots, 6 fig. — Un chariot porte des réservoirs d'oxygène et d'acétylène sous pression ainsi qu'une cuve pleine d'eau. Ce chariot se déplace pendant que fonctionne à la surface des rails un chalumeau oxy-acétylénique dont l'action est complétée par celle d'un filet d'eau qui refroidit le rail.

Digitized by Google

Digitized by Google

625.621.1.00.3. — Economies à réaliser grâce à une plus grande uniformisation du tracé des courbes des lignes de tramways; T. Ryder. *Electric Railway Journal*, 6 avril 1918, t. LI, p. 649-652, 2500 mots, 13 fig. — L'auteur montre comment on pourrait apporter de grandes simplifications au tracé des voies par une entente entre les constructeurs et les exploitants.

625.172. — Mesure des actions dynamiques rapides et irrégulièrement variables. Application à la vérification de l'état des voies ferrées; L. Schlussel, ingénieur des Arts et Manufactures. *Génie civil*, 13 avril 1918, t. LXXII, p. 254-256, 4600 mots, 5 fig.

625.621.11. — Procédé d'établissement des voies de tramways utilisé conjointement avec des travaux d'élargissement des rues. *Electric Railway Journal*, 30 mars 1918, t. LI. p. 609-611, 2500 mots, 2 fig., 19 photographies.

621.332. — Bons résultats provenant de l'emploi d'un feeder négatif isolé à Lynchburg; P. Way. *Electric Railway Journal*, 4 mai 1918, p. 861-862, 1250 mots, 1 fig.

621.332 : 674.03. — Etude comparative sur l'emploi de diverses essences de bois dans la confection des poteaux pour chemins de fer électriques ; Ch.-R. Harte. *Electric Railway Journal*, 20 avril 1918, t. LI, p. 743-747, 5600 mots, 4 tab., 1 fig.

625.23 + 684.27. — Les caisses des voitures doivent être étudiées aussi bien en vue d'une construction économique que de leur solidité mécanique ; Norman Litchfield. *Electric Railway Journal*, 20 avril 1918, t. LI, p. 754 757, 4 500 mots, 4 fig.

621.9 : 625.23. — Outillage mécanique pour l'entretien des voitures à voyageurs. *Génie civil*, 16 mars 1918, t. LXXII, p. 185, 700 mots, 7 fig. — Notre confrère décrit le matériel employé par la Compagnie du chemin de fer d'Orléans pour le nettoyage et le petit entretien des voitures à voyageurs. Pour le nettoyage des peintures et vernis la Compagnie d'Orléans a remplacé les brosses et tampons à main par des brosses et frottoirs actionnés soit pneumatiquement, soit électriquement ; les boiseries sont brossées d'une façon analogue ; le nettoyage des draps en place s'effectue en les brossant avec une brosse mécanique, en les lavant à l'essence à détacher et à l'eau et en les séchant avec un aspirateur à vide. Les résultats obtenus par ces procédés mécaniques sont si concluants que la Compagnie est décidée à en étendre l'emploi.

621.866 : 625.622.1. — Vérin pour trucks de tramways. *Tramway and Railway World*, 16 mai 1918, t. XXIII, 600 mots, 4 fig.

625.622.33. — Les voitures légères de tramways à un seul homme; J.-C. Thirlwall. *G. E. R.*, avril 1918, p. 281-284, 2 000 mots, 6 fig. — Les voitures de ce genre ont pris un assez grand développement aux Etats-Unis ; l'article montre qu'elles sont notablement plus économiques que les voitures ordinaires dans de nombreux cas.

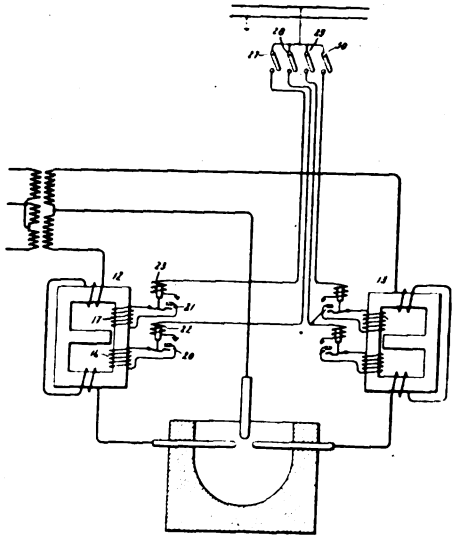
621.335 + 656.4. — Les conditions du trafic interviennent pour la détermination des caractéristiques de l'équipement des voitures de tramways électriques ; C.-W. Squier. *Electrical Railway Journal*, 20 avril 1918, t. LI, p. 748-750, 2500 mots, 6 fig.

621.336. — Substitution de l'archet à la roulette pour l'alimentation des tramways de la ville de Zurich ; Winterhalter, *Schweizerische Bauzeitung*, 17 mai 1918, t. LXXI, p. 204-207, 4000 mots, 9 fig. — Par suite des inconvénients reconnus du système de prise de courant par roulette (déraillements fréquents de la roulette, ruptures du trolley), les tramways de Zurich ont adopté le contact par archet qui a les avantages suivants : simplification de l'installation de la ligne, impossibilité du déraillement, suppression du retournement de la perche pour le changement de marche. Le remplacement n'a coûté que 225 fr par voiture, la modification de la ligne 1000 fr par kilomètre. Le type d'archet adopté a 2 m de largeur avec une longueur de contact de 1,20 m, la force de pression est de 5,5 kg. L'archet en aluminium pèse 2800 g. On le remplace en moyenne au bout de 19000 km ; la refonte exige environ 685 g d'aluminium. — J. C.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.365.036.7. — Procédé de fabrication des noyaux conducteurs des fours électriques; James H. Gray. *Brevet américain n° 1 220839*, 27 mars 1917; *Metall. and Chem. Eng'ing*, 1er mai 1917, t. XVI, p. 532. — L'inventeur revendique en faveur de son procédé qu'il n'exige que douze heures alors que les procédés anciens exigent deux semaines pour la même opération.

621.365.036.9. — Dispositif de régulation du courant dans les fours électriques ; J.-A. Seede (General Electri Co). *Brevet américain n° 1 242250*, 9 octobre 1917. *Metall. and Chem. Eng'ing*, 15 mars 1918, t. XVIII, p. 316. — La figure indique le schéma du dispositif préconisé par l'inventeur en



621.365.036.9. — Schéma du dispositif de régulation du courant dans les fours électriques.

vue d'intercaler des réactances dans le circuit principal sans interrompre le courant. La variation de la réactance est obtenue en mettant en court-circuit ou en circuit ouvert les enroulements secondaires 16, 17 des transformateurs 12 et 13 au moyen d'électro-aimants 22 et 23 commandés par les interrupteurs 27 à 30.

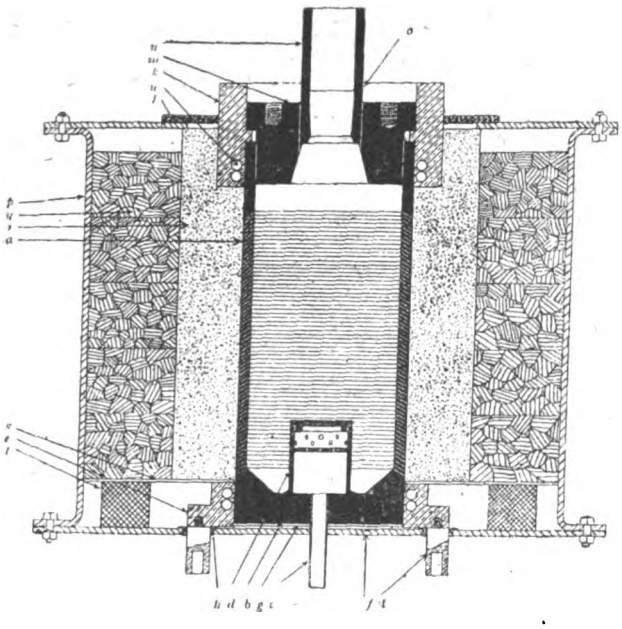
621.365.54. — Four à induction à fonctionnement continu ; Parvin Wright. *Brevet américain n° 1 218 151*, 6 mars 1917, *Metall. and Chem. Eng'ing*, 15 avril 1917, t. XVI, p. 452.

621.365.52. — Four électrique à résistance pour hautes températures; Walter Rosenhain et E.-A. Coad-Pryor, du National Physical Laboratory. Communication à la Faraday Society, 14 février 1918, 3 000 mots, 3 fig. — Dans cette communication, les auteurs décrivent en détail le four dont une coupe est donnée par la figure ci-jointe. Avec un four de ce type de 7 cm de diamètre interne, ils ont pu obtenir une température de 1500° avec une consommation de puissance de 3 kv-a pendant trente minutes environ et une tem-

Digitized by Google

Digitized by Google

pérature de 1 700° avec 10 kv-a, soit 400 a sous 25 v. Avec un four de 8 cm de diamètre intérieur, ils ont facilement fondu le fer pur avec une consommation de 11 kv-a et une

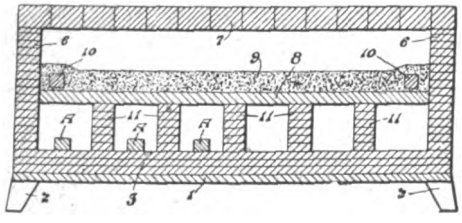


621.365.52. — Four électrique à résistance pour hautes températures.

a, anneaux en graphite ; b, blocs en graphite ; d, support du creuset ; e, électrode en cuivre à circulation d'eau ; f, plaque de base en acier ; g, plaque isolante en uralite ; h, rondelles en fibre isolante ; i, prises de courant ; k, électrode en cuivre à circulation d'eau ; l, plaque en alliage d'aluminium ; m, bouchon en graphite ; n, tube en graphite ; o, joint des tubes en graphite ; p, enveloppe en acier ; q, morceaux de magnésie ; r, noir végétal ; s, feuille en uralite ; t supports en briques réfractaires, u, tube de fer pour circulation d'eau.

intensité de courant de 550 a. Dans un four de plus grandes dimensions, de 17,5 cm de diamètre interne et qui est celui auquel se rapporte la figure, ils obtenaient une température de 1 650° avec 23 kv-a et 2 000 a.

621.367. — Four électrique à réchauffer les métaux ; Frank T. Cope. *Brevet américain n° 1218 058*, 6 mars 1917, *Metall. and. Chem Eng'ing*, 15 avril 1917, t. xvi, p. 452. — Les billettes à réchauffer sont placées dans les cases 11 en



621.367. — Four électrique à réchauffer les métaux.

briques réfractaires ; le chauffage est obtenu par le passage à travers une masse granulaire semi-conductrice 8 d'un courant circulant entre les électrodes 10.

621.365 : 666.13. — Méthodes de contrôle de la température dans les fours utilisés pour la fusion du verre ; Clarence N. Fenner. *Physical Review*, février 1918, 2e série t. xi, p. 141-142, 500 mots. — Aux températures auxquelles sont effectuées les opérations les plus importantes de la fabrication du verre (1 300° 1 400° C), l'auteur a vérifié que les déterminations de la température effectuées par un pyromètre optique du modèle Holborn-Kurlbaum s'accordent bien avec celles d'un couple thermo-électrique Pt-Pt Rh. Le pyromètre permet ainsi une mesure précise et commode de la température, mesure qui peut être effectuée par un ouvrier un peu exercé. En surveillant ainsi de près la température dans la fusion du verre, un certain nombre de troubles qui avaient été tout d'abord constatés ont pratiquement disparu. — A. B.

669.187. — Four électrique à acier pour procédé combiné acide et basique ; George G. Mc Murtry. *Brevet américain n° 1217972*, 6 mars 1917 ; *Metall. and Chem. Eng'ing*, 15 avril 1917, t. xvi, p. 452. — Le revêtement réfractaire du four est formé de zircone ; la conduite de l'opération et l'addition de diverses substances permettent l'élimination du soufre, puis l'affinage suivant le procédé acide.

669.187.036.9. — Système de réglage des fours électriques à acier ; Joseph L. Dixon. *Brevet américain n° 1214763*, 6 février 1917 ; *Metall. and Chem. Eng'ing*, 15 avril 1917, t. xvi, p. 452.

669.187. — Four d'affinage de l'acier à chauffage mixte par l'électricité et par le coke ; Alois Helfenstein. *Brevet américain n° 1220111* 20 mars 1917 ; *Métall. and Chem. Eng'ing*, 1er mai 1917, t. xvi, p. 531. — C'est un four cylindrique, tournant, permettant la production de l'acier Martin, traversé par le gaz combustible d'un gazogène à coke et en outre chauffé électriquement ; deux figures donnent une coupe transversale et une coupe longitudinale de l'appareil.

669.711. — L'avenir de l'aluminium. *Journal du Four électrique et de l'Electrolyse*, 1er mai 1918, t. xxvii, p. 97-98, 1 900 mots. — On peut estimer à 150 000 t la production mondiale de l'aluminium en 1917 ; ce chiffre sera certainement dépassé en 1918, les seules usines des Etats-Unis et du Canada, contrôlées par l'Aluminium Company of America, ayant une capacité de production de plus de 100 000 t. Une telle production place l'aluminium au quatrième rang des métaux usuels après le cuivre, le plomb et le zinc, mais avant l'étain (120 000 t). Sur cette production, 90 000 t environ sont utilisées par les Alliés pour la fabrication des aéroplanes ; la consommation des Empires centraux paraît être de 15 000 t seulement d'après la capacité de leurs usines de production ; le reste, soit 45 000 t, est inférieur à ce qui était produit en 1914 (68 000 t), mais d'une assez faible quantité. On peut donc se demander quels débouchés trouveront après la guerre les 100 000 t au moins aujourd'hui utilisées dans l'aviation. L'article qui nous occupe répond à cette question par l'analyse d'un article paru dans « The Mining Journal ». — D'après ce dernier, il y a lieu d'abord de compter sur les industries qui employaient l'aluminium avant la guerre et qui ont dû restreindre leur consommation et sur l'application de l'aluminium à la construction des câbles électriques ; il faut toutefois prévoir la nécessité d'un accord des producteurs des pays alliés pour asseoir le marché de l'aluminium sur des bases solides et éviter les fluctuations des prix. — Notre confrère ajoute qu'en France on devrait profiter de l'engouement actuel sur l'aluminium pour faire en sorte de restreindre l'exportation du métal brut, qui ne laisse qu'un bénéfice réduit et développer la fabrication d'objets en aluminium.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

TRACTION ET LOCOMOTION

621.332.3. — Expériences des chemins de fer de l'Etat italien sur les canalisations de prise de contact à courant alternatif. *E. T. Z.*, 21 mars 1918, t. XXXIX, n° 12, p. 116-118, 3000 mots, 14 fig., 1 tab. — L'article donne une liste des différentes lignes de chemins de fer italiens électrifiés jusqu'à ce jour, avec la longueur des trajets, le nombre des points d'arrêt, la section des conducteurs employés, etc. Il rappelle que le système de courant adopté est le triphasé avec deux conducteurs aériens. Ceux-ci peuvent être suspendus à des fils ou barres isolées placés soit perpendiculairement à la voie, soit parallèlement à la ligne (suspension caténaire). C'est la première solution qui a été adoptée presque partout en raison surtout de l'importance des trajets en tunnels. La distance entre les poteaux varie de 20 à 30 m en raison de la vitesse qui atteint 50 km : h. La dépense moyenne d'installation est de 25000 fr par kilomètre de voie simple ; l'entretien coûte 500 fr par kilomètre et par an (moyenne des 10 dernières années). La disposition des lignes en zigzag présente des difficultés et entraîne des oscillations des organes de prise de courant qui nuisent à la régularité de la marche des moteurs ; on a été amené, par suite, à réduire à 20 m la distance des supports en diminuant la pression de l'archet. On a décidé d'unifier le plus possible le type des supports, et d'employer partout des mâts métalliques tubulaires type Mannesmann, distants de 30 à 33 m dans les lignes droites et de 20 m, dans les courbes de 500 m de diamètre. Ces valeurs correspondent à deux fils de ligne de 50 mm² tendus à 300 kg et à une force de pression de l'archet de 5 kg. On s'est efforcé de réaliser des systèmes de suspension unique pour les deux conducteurs, avec double isolation par rapport à la terre : l'article donne les descriptions, avec dessins à l'appui, des différents appareils employés. En ce qui concerne les isolateurs, ils sont de quatre sortes : 1° isolateurs à l'ambroïne (ligne de la Valteline), qui ont fait leur preuve depuis dix ans ; 2° isolateurs Brown-Boveri en porcelaine (ligne des Giovi) qui ont donné de bons résultats, depuis six ans, sauf parfois dans les tunnels ; 3° les isolateurs F. S. (Ferrovia dello Stato) (ligne du Mont-Cenis), très robustes mais résistant mal à la tension ; 4° les isolateurs à cloche type « succursale », formés de deux cloches superposées réunies par une ceinture métallique et qui ont donné d'assez mauvais résultats. Un nouveau type d'isolateurs à haute tension, créé par Brown-Boveri vient également d'être essayé avec succès. L'article décrit ensuite les différents systèmes d'aiguillage adoptés (systèmes Valteline, Spinelli, Donati, F. S. et anglais) et en fait ressortir les inconvénients. — J. C.

621.335 (73). — Nouvelle locomotive à voyageurs du Chicago Milwaukee and Saint-Paul Railway. *Electrical Review, Londres*, 21 juin 1918, t. LXXXII, p. 597-578, 950 mots, 3 fig.

621.333. — Procédé pour la suppression des coups de feu sur les collecteurs, appliqué sur le chemin de fer de Saint-Paul ; W. STORER et T. HAGUE. *ElectricRailway Journal*, 4 mai 1918, p. 858-860, 2600 mots, 1 fig. — Ce procédé, étudié en détail dans l'article en question, consiste en un ensemble de contacteurs ayant pour but de mettre en court-circuit trois bagues reliées à trois points de l'induit au moment où un coup de feu se déclare. Les courants triphasés qui prennent ainsi naissance ont un double rôle, ils font diminuer brusquement la tension entre lames au collecteur et réagissent sur le champ inducteur qu'ils paralysent. Le point essentiel est que les contacteurs agissent rapidement ; pratiquement, ils entrent en jeu 0,006 à 0,008 sec après le coup de feu. Des oscillogrammes recueillis sur une machine ont montré que la suppression de l'arc sur le collecteur est indépendante de la valeur de la tension alternative au moment où il se produit et, par conséquent, indépendant de la position de l'induit. Des résultats d'essais sont donnés dans l'article en question.

656.23 (73). — Etude du trafic dans Pittsburgh. *Electric Railway Journal*, 4 mai 1918, p. 842-846, 3000 mots, 6 fig.

656.23 (42). — L'organisation du trafic de Londres : *Tramway and Railway World*, 16 mai 1918, t. XLIII, p. 300, 1200 mots.

656.02 : 656.4. — La suppression des arrêts inutiles améliore le service des tramways de Washington. *Electric Railway Journal*, 4 mai 1918, p. 849-850, 1800 mots, 1 fig.

656.4.03. — L'augmentation des tarifs de tramways électriques arrêtée à New-York. *Electric Railway Journal*, 13 avril 1918, t. LI, p. 698-699, 2000 mots.

625.622. — La constance du rendement du matériel de tramways assurée par un bon entretien. *Electric Railway Journal*, 27 avril 1918, t. LI, p. 807-809, 2000 mots, 2 tab. — L'inspection systématique et régulière des voitures du réseau de tramways de Memphis (Tun) a montré que les rendements sont à revoir tous les trois mois environ. L'article contient des renseignements intéressants, sur l'usure des pignons, des paliers, le coût du graissage, etc.

656.28. — L'accident des tramways de Bradford. J.-W. PRINGLE. *Tramway and Railway World*, 16 mai 1918, t. XLIII, p. 302-303, 2000 mots.

656.4.03. — L'utilisation des tramways pour le transport des marchandises. *R. G. E.*, 25 mai 1918, t. III, p. 777-778, 500 mots. Note publiée d'après le « Bulletin de la Chambre de Commerce d'Orléans ».

621.344 : 621.867.1. — Nouveau chariot transbordeur électrique de 21 m pour voitures de voyageurs. *Locomotive Magazine*, t. XXII, p. 214-215, 600 mots, 3 fig. — Il s'agit d'un transbordeur possédant à la fois les avantages des transbor-

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

deurs à fosse et de ceux de surface et pouvant servir pour les longues voitures à bogies. Longueur de la plate-forme : 18,9 m ; largeur, 4,2 m ; 14 roues de 457 mm de diamètre. Courant, 230 v, amené par trolley à un moteur de 45 ch, 500 t:min, qui actionne également un treuil amenant les voitures sur le chariot. — L. P.

621.335 : 621.89. — Le graissage des locomotives. *Locomotive Magazine*, t. XXII (1916), p. 57-60, 70-72, 116-120, 158-162, 202-205, 225-227 ; t. XXIII (1917), p. 7-9, 32-35, 51-56, 79-82, 96-99, 141-146, 162-164, 180-183, 207-208, 234-235, 248-249 ; t. XXIV (1918), p. 8-9, 29-30, 47-50, 70, 84-85, 100-101 ; 81 fig. et dessins. — Cette longue série d'articles renferme maints renseignements applicables à divers organes des locomotives électriques et des automotrices.

621.348 : 629.123. — La propulsion électrique des navires. *Engineering*, 24 mai 1918, t. CV, p. 581-582, 1 500 mots. — Un intérêt considérable est attaché actuellement à cette question, bien que le terme propulsion électrique soit inexact puisque les machines dynamos servent seulement d'intermédiaire de transmission. La flexibilité du système de transmission électrique permet de réaliser une économie de combustible sur une étendue relativement considérable de puissance et, par suite, entre des vitesses du navire assez éloignées ; aucun autre système ne peut donner à ce point de vue des résultats aussi satisfaisants. En outre, on évite à la turbine à vapeur des dispositifs compliqués et l'addition de turbines de croisière qui peuvent être utilisées seulement lorsque la vitesse pour laquelle elles ont été établies est atteinte et à laquelle elles sont économiques, bien que encore moins avantageuses que la transmission électrique. Il est clair que cet avantage de la transmission électrique est surtout sensible lorsque le navire doit opérer loin de sa base, comme c'est le cas pour les navires de guerre des Etats-Unis. Un autre avantage de ce système est d'être installé dans des endroits où il a peu à craindre des attaques de l'ennemi, en particulier de la torpille. Le système de transmission électrique peut être comparé avec le système à engrenages sur les points suivants : a, frais de premier établissement ; b, économie de combustible ; c, personnel ; d, sécurité de fonctionnement à la mer et facilités de réparation ; e, poids en espace occupé. — En ce qui concerne le prix d'établissement, on a actuellement peu de renseignements, cependant on peut le prévoir élevé. L'économie de combustible est probable, mais on manque actuellement de données à ce sujet. Actuellement le personnel habitué aux machines à vapeur verra d'un mauvais œil l'introduction de la transmission électrique qui nécessitera la création d'un nouveau personnel. Les réparations seront certainement moins faciles à faire que dans le cas de la commande directe à vapeur, cependant cela ne peut être un obstacle insurmontable. — E. B.

621.33.033.5. — Halage électrique sur les canaux ; A. Tumerelle. *R. G. E.*, 15 juin 1918, t. III, p. 865-874, 5 500 mots, 13 fig. — Parmi les voies navigables, les canaux occupent, chez nous, la première place. Leur outillage mécanique avant la guerre était à peu près inexistant. Celle-ci a montré combien la transformation était nécessaire et surtout possible à réaliser. Parmi les modifications à apporter, la substitution du halage mécanique à la traction animale s'impose. La traction électrique est une nécessité de demain pour les canaux à trafic important. Depuis plus de dix ans fonctionnait d'ailleurs sur une fraction des canaux du Nord, le halage par tracteurs électriques ; il ne s'était pas développé pour ces causes qui ont paralysé chez nous tant d'œuvres qu'il eût fallu au contraire développer. Un système de halage funiculaire électrique a été étudié et appliqué à titre d'essai sur plusieurs kilomètres de canal. La question doit donc retenir toute l'attention des ingénieurs électriciens. Dans son étude, l'auteur fait connaître les plus récentes installations effectuées.

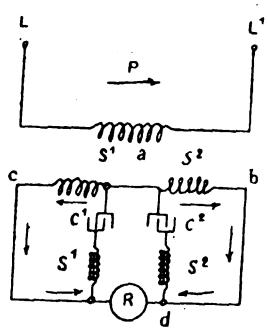
TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654.6 (42). — Bureau central téléphonique à fonctionnement automatique à Leeds. *Electrical Review*, Londres, 24 mai 1918, t. LXXXII, p. 483-485, 1 500 mots, 5 fig. et *Electrician*, 31 mai 1918, p. 84-87, 3 000 mots, 6 fig. Description sommaire d'un bureau desservant 6 800 abonnés et prévu pour 15 000.

654.6 (73). — Les lignes téléphoniques aux Etats-Unis ; G. Valensi, *R. G. E.*, 22 juin 1918, t. III, p. 909-915, 5 800 mots, 12 fig. — L'article reproduit une conférence faite le 12 octobre 1917 à l'École supérieure des Postes et Télégraphes. L'auteur étudie les lignes téléphoniques aux Etats-Unis d'Amérique, leur construction, l'emploi des câbles aériens et les différentes méthodes employées pour la localisation des défauts.

654. — Séparateur de courants électriques ; Arturo Perego. *Brevet français 483.771*, demandé le 11 décembre 1916, délivré le 15 mai 1917, publié le 8 août 1917, 148 lignes, 6 fig. — L'invention concerne un dispositif pour permettre que dans un appareil déterminé puissent seulement circuler des courants ayant des caractéristiques déterminées, et que les autres types de courants en soient éloignés. Ce dispositif peut être employé dans la téléphonie et la télégraphie simultanées, dans les lignes téléphoniques exposées à des troubles d'induction. Il peut résoudre aussi le problème de téléphoner au moyen des conducteurs d'énergie ; il peut aussi garantir que les courants d'une fréquence déterminée ne peuvent être cause de tensions dangereuses dans les appareils connectés. La figure 4 représente un des schémas de montage. Il comprend un transformateur formé d'un noyau en fer laminé sur lequel est disposé un enroulement primaire P et deux bobines secondaires S^1 S^2 d'un nombre égal de spires mais disposées en opposition de manière à développer des forces électromotrices d'induction opposées. L'appareil d'utilisation R (téléphone, télégraphe, révélateur ou transmetteur de tous types) est relié en série sur les secondaires. Deux circuits déterminants comprennent les condensateurs C^1 C^2 et les selfs-inductances S^1 S^2. En déterminant chacun de ces circuits de telle manière que $4\pi^2 f^2 LC = 1$ on aura un décalage nul et un facteur de puissance égal à 1. Par conséquent, pour la fréquence déterminée f, sur l'appareil R n'existent que des potentiels égaux et contraires. Pour des fréquences différentes, il y a avance de phase dans le circuit S^1 et retard dans le circuit S^2. Dans ce dernier cas, soient OE et OE^1, les forces électromotrices de S^1 et S^2 (fig. 5) OV et OV^1, représenteront les potentiels dans les deux circuits déterminants. C'est leur résultante OV^2 qui exercera son action sur l'appareil R.

Fig. 4.



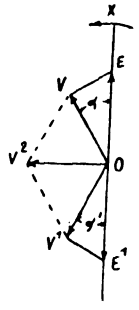


Fig. 5.

654. — Séparateur de courants électriques.

ÉCLAIRAGE

621.32 : 625.622.35. — Notes sur l'éclairage électrique des trains. *Locomotive Magazine*, t. XXII, p. 231-232, 900 mots, 1 tab., p. 250-253, 1 100 mots, 5 fig., 2 tab. — Le premier article est relatif aux conditions d'entretien des équipements de voitures. Le deuxième décrit avec quelques

Digitized by Google

Digitized by Google

détails les ateliers du service de l'éclairage électrique des trains installés à York par le North Eastern Ry. — L. P.

621.32 : 625.622.35. — L'effet de la guerre sur l'éclairage électrique des trains. *Locomotive Magazine*, t. XXII, p. 206-207, 600 mots. — La couche de peinture bleue ou pourpre appliquée sur les lampes diminue leur vie utile, parce qu'empêchant le rayonnement de la chaleur. Le rendement a généralement diminué par suite de l'abaissement de l éclairement des compartiments. — L. P.

621.326.3. — Le vacillement de la lumière dans les installations d'éclairage électrique; K. SIMONS. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 13-20-27 septembre 1917, t. XXXVII, p. 453, 465 et 475. — L'auteur étudie le phénomène du vacillement de la lumière dans les lampes à filament métallique qui peut être provoqué soit par des irrégularités dans le fonctionnement de la machine motrice du générateur de courant, soit par des données particulières de construction de ces générateurs, soit par les conditions de marche en parallèle de ces derniers, soit par les phénomènes de réaction du réseau. Cette étude a été faite pour une expertise rendue nécessaire en Argentine par le fonctionnement défectueux d'une installation d'éclairage. Il s'agissait de déterminer si le phénomène était imputable à la machine motrice ou à la partie électrique de l'installation. Le réseau était alimenté par du courant monophasé à assez basse fréquence, 42 p : sec; les machines motrices étaient des moteurs Diesel, très employés en Argentine; le vacillement produit était à la limite extrême perceptible et, cependant, au dire des abonnés, il était très difficile de lire. Les différents chapitres de cette étude comportent : 1° l'examen des diverses études souvent contradictoires permettant d'établir dans quelles circonstances un vacillement périodique d'une source lumineuse peut impressionner la rétine; 2° les essais permettant de fixer les plus basses périodicités ne laissant pas apparaître le phénomène du vacillement; 3° la détermination des plus grandes variations de tension ne provoquant pas l'apparition du phénomène, soit en courant continu, soit en courant alternatif. Dans ces derniers essais, le nombre de périodes du courant alternatif doit être tel que le phénomène du vacillement ne se produise pas lorsque la tension reste fixe; 4° l'exposé d'une méthode pour mesurer la fréquence du vacillement dans un réseau à courant continu et dans un réseau à courant alternatif; 5° l'étude théorique des différentes parties d'un groupe machine motrice générateur de courant susceptibles d'engendrer des variations de tension; 6° l'étude des différentes méthodes de mesure permettant de déterminer la régularité du fonctionnement d'un générateur de courant électrique au point de vue du vacillement de la lumière. — E. P.

622.49. — Lampes électriques de mines. *E. T. Z.*, 21 mars 1918, t. XXXIX, n° 12, p. 119-120, 1 500 mots, 2 fig. — Compte rendu des essais faits par l'Administration des Mines américaines (*Technical paper, n° 75, Ministeriums des Inneren Bergamt*, Washington, 1914) sur divers modèles de lampes présentés en vue d'empêcher tout danger d'explosion de grisou par suite de la rupture des ampoules. — Parmi les six systèmes proposés, trois furent écartés immédiatement, les trois autres sévèrement essayés. 1° Dans la lampe Ceag, l'ampoule est supportée par deux ressorts spirales, de sorte que le courant est coupé lors de la rupture de l'ampoule ou de son protecteur. A la suite des essais nombreux dont l'article donne le détail, cette lampe a été acceptée. 2° La lampe Hirsch comporte un système de ressorts qui coupe automatiquement le courant lorsque la vitre protectrice de l'ampoule vient à se briser. De plus, la lampe est mise en court-circuit en cas de choc latéral violent. Ce système a été accepté pour les lampes de tête, mais refusé pour les lampes à main. 3° Dans la lampe Wico, l'ampoule est supportée par un petit ressort; si l'ampoule se brise, le ressort se détend et la laisse tomber. Cette lampe a été acceptée comme lampe de tête. L'administration américaine a, de plus, fixé les conditions minima suivantes : flux lumineux, 3 lumens pour les lampes à main, 1,5 lumen pour les lampes de tête; durée d'utilisation, 300 h sur accumulateurs au plomb, 200 h sur accumulateurs alcalins; durée des plaques d'accumulateurs au plomb, 3 200 h; alcalins, 7 200 h; durée utile de la décharge, 12 h. — J. C.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

621.37+621.365(494). — L'industrie électrochimique et électrométallurgique en Suisse en 1916. *Schweizerische Bauzeitung*, 26 janvier 1918, t. LXXI, p. 46, 250 mots. — Ces industries marquent un progrès par rapport à l'année 1915. La production de carbure de calcium a passé de 60 000 t à 70 000 t dont 48 000 t ont été exportées en Allemagne et 10 000 t en France. Celle de la cyanamide calcique atteint 20 000 t à 25 000 t, en augmentation de 100 pour 100. Celle du carborundum 1 500 t. La production de l'aluminium est inconnue, mais son exportation atteint 11 400 t contre 9 400 t en 1915; 20 000 t de ferro-silicium ont été exportées contre 14 000 t en 1915. En ce qui concerne l'acier électrique, une nouvelle fabrique a été créée à Bex et produit dès le début 30 t. Une autre usine se monte à Giubiasco. L'acide azotique est fabriqué à Chippis et Bodis en partant de l'azote de l'air, en quantité suffisante pour répondre aux besoins du pays; 2 500 t d'ammoniaque ont été produites à Monthey. Une usine installée à Bex pour la production du sulfate de cuivre électrolytique en a produit 300 t. J. C.

621.761(45). — Usine électrosidérurgique « Catani » à Rome. *Rivista tecnica delle ferrovie italiane*, 15 mars 1918, t. XIII, p. 113-115, 600 mots, 8 fig.

621.312.1:621.371. — Puissantes dynamos à courant continu pour l'électrolyse fournies à la Norvège. *Electrical Review*, Chicago, 6 avril 1918, t. LXXII, p. 594, 750 mots, 1 fig. — Description sommaire de génératrices à courant continu de 12 000 A sous 335 V à 300 t : min.

661.931. — Procédé pour l'obtention électrolytique de l'oxygène pur d'hydrogène; John F. SANDERS. *Brevet américain n° 1218584*, 6 mars 1917; *Metall. and Chem. Eng'ing*, 15 avril 1917, t. XVI, p. 453. — Dans la préparation de l'oxygène dans les sous-marins, il importe d'avoir un gaz débarrassé complètement d'hydrogène. Dans ce but l'inventeur emploie une cathode en éponge de palladium avec un peu de rhodium. Le palladium absorbe l'hydrogène; quand il n'en absorbe plus on le plonge dans une solution de persulfate d'ammonium qui régénère le palladium. Le rhodium agit comme catalyseur dans cette dernière réaction. L'électrolyte employé est de l'eau ordinaire.

661.931. — Electrolyseur pour l'obtention de l'oxygène et de l'hydrogène; R. J. J. MUELLER et G. ROWLANDS (Universal Oxygen Co). *Brevet américain n° 1219 843*, 20 mars 1917; *Metall. and Chem. Eng'ing*, 15 avril 1917, t. XVI, p. 453. — L'appareil est construit de manière à produire automatiquement la circulation de l'électrolyte.

661.931. — Electrolyseur pour l'obtention de l'oxygène et de l'hydrogène; R. J. J. MUELLER et E. G. ROWLANDS (Universal Oxygen Co). *Brevet américain n° 1220262*, 27 mars 1917; *Metall. and Chem. Eng'ing*, 1er mai 1917, t. XVI, p. 531. — Les inventeurs indiquent quelques perfectionnements de détail à un appareil déjà breveté : dispositif de suspension du diaphragme, fermeture hermétique pour prévenir l'échappement ou le mélange des gaz, etc.

663.63:661.41. — Stérilisation de l'eau potable par le chlore électrolytique. *Schweizerische Bauzeitung*, 26 janvier 1918, t. LXXI, p. 46, 300 mots. — Description, d'après l' « English News Record » de l'installation faite à Montréal (Canada) pour la stérilisation de l'eau par le chlore

Digitized by Google

Digitized by Google

produit par électrolyse du sel dans des cuves en béton de 2,15 m × 0,51 m, sous une tension de 3,3 v et un courant de 600 A. Des éjecteurs d'eau produisant un vide de 100 mm entraînent le gaz qui se dissout dans l'eau. Cette eau vient ensuite se mélanger à l'eau potable en proportions convenables. Ce procédé est plus économique que le procédé à l'hypochlorite. — J. C.

661.26. — Utilisation des gaz de fours à coke et des gaz pauvres à la fabrication de l'acide nitrique. *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France* (chronique), octobre-décembre 1917, 70e année, p. 952-954, 700 mots. — Dans cette note se trouve rappelé le procédé Hausser qui permet d'obtenir les composés oxygénés de l'azote par explosion d'un mélange de gaz et d'air et donne ainsi la possibilité de fixer l'azote de l'air.

661.26(494). — Le problème de l'azote en Suisse : Ph. A. Guye, professeur à l'Université de Genève. *Journal du Four électrique et de l'Electrolyse*, 1er mai 1918, p. 102-104, 1900 mots. Reproduction d'un article paru dans le *Journal suisse de Chimie*. — Parmi les divers procédés qui permettent la fixation de l'azote de l'air, chaque pays doit choisir celui qui s'accorde le mieux avec ses ressources naturelles en combustibles et en force motrice hydraulique : en Suisse, le procédé à l'arc électrique convient le mieux comme étant le seul n'exigeant pas de combustible. L'auteur donne ensuite quelques indications sur les consommations diverses qu'exigent les différents procédés. Dans le procédé à l'arc, l'acide récupéré dans les tours à 25 ou 36 pour 100 peut être facilement amené à une teneur de 64 pour 100 en AzO^3H par les chaleurs perdues des fours ; celles-ci permettent, en outre, de concentrer l'acide sulfurique dilué obtenu lorsqu'on concentre l'acide azotique de 64 à 96 pour 100 par distillation en présence de l'acide sulfurique ; la seule consommation de charbon est celle qu'exige cette distillation, et elle est très faible. Quant au rendement de ce procédé il ne peut manquer d'augmenter, d'une part, par suite des perfectionnements apportés aux fours, d'autre part, par des modifications dans la manière de transformer les gaz des fours : au lieu d'absorber ceux-ci par l'eau on les recueille sous forme de AzO^2 liquide et on transforme ce dernier directement en acide azotique à 96 pour 100 par simple réaction avec l'eau et l'oxygène. Dans le procédé à la cyanamide, il faut 6 à 7 t de coke pour la fabrication du carbure de calcium donnant 1 t d'azote sous forme de AzH^3 en fin d'opération ; la transformation de la cyanamide en ammoniaque exige aussi une consommation de vapeur, et conséquemment de combustible, qui est appréciable ; le prix de revient de la tonne d'azote fixé est évalué par les Américains à 28 dollars, soit 140 fr environ. Le procédé synthétique de Haber demande aussi une notable consommation de charbon, la seule fabrication du gaz à l'eau ($H^2 + CO$) d'où l'on retire l'hydrogène exigeant 1,3 t de coke par tonne d'azote fixé. — L'auteur évalue ensuite les besoins de la Suisse et les moyens d'y faire face. Pour l'acide azotique, il admet 5000 t par an et encore en tenant compte des industries chimiques nouvellement créées ; une puissance de 10000 à 12000 kw au maximum suffirait à cette production. Si à cette production devait s'ajouter celle de 5000 t de nitrate de calcium synthétique (en 1912, la Suisse n'a consommé que 2500 t de nitrate de soude), il faudrait doubler cette puissance ; l'ensemble serait néanmoins peu important en regard des 2000000 ch que peuvent donner continûment les ressources hydrauliques de la Suisse. Quant aux engrais ammoniacaux, ils peuvent être fournis jusqu'à concurrence de 2500 t de sulfate d'ammonium par les usines à gaz suisses ; s'il était nécessaire on pourrait recourir à la transformation de l'acide azotique en ammoniaque. — L'auteur conclut donc que le procédé à l'arc fournit en Suisse la meilleure solution du problème de la fixation de l'azote de l'air. Dans les autres pays le choix du procédé peut être différent, toutefois celui qui lui paraît le moins rationnel en tout pays est le procédé à la cyanamide qui ne lui semble défendable que comme procédé de guerre là où l'on dispose déjà d'usines importantes pour la fabrication du carbure de calcium.

661.621. — L'industrie du nitrate au Chili ; Habsbawn et J. L. Grigioni. *Metall. and Chem. Eng'ing*, 1er mai 1917, t. XVI, p. 525-528, 4000 mots, 2 fig. — L'article donne une communication faite par les auteurs cités à la Society of Chemical Industry de Londres ; il décrit les procédés qui ont été appliqués en vue d'augmenter le rendement des gisements du Chili, en particulier le procédé Butters et le procédé Gibbs.

661.62 : 31. — L'industrie des produits azotés de 1912 à 1916. *R. G. E.*, 9 mars 1918, t. III, p. 376-378, 2000 mots. Analyse d'un article de Helen R. Hosmer publié dans *General Electric Review*, janvier, février et mars 1917, t. XX, p. 76, 156 et 252.

661.513. — La récupération de l'ammoniaque dans les usines de distillation du goudron ; Clarence R. Woodward. *Metall. and Chem. Eng'ing*, 15 mars 1918, t. XVIII, p. 299-301, 2100 mots.

661.311.2. — Procédé électrolytique d'extraction de la potasse du feldspath ; Edward L. Anderson. *Brevet américain n° 1253560*, 15 janvier 1918, *Metall. and Chem. Eng'ing.*, 15 mars 1918, t. XVIII, p. 317. — On commence par faire un mélange intime du feldspath et de charbon de manière à obtenir une masse conductrice que l'on place dans le compartiment anodique d'un électrolyseur à diaphragme ; on remplit ce compartiment d'une solution à 5 ou 10 pour 100 d'acide hydrofluosilicique, tandis que le compartiment cathodique est rempli d'eau. On obtient par le passage du courant de la potasse dans le compartiment cathodique et un mélange d'oxyde d'aluminium et de silice, dans le compartiment anodique.

669.187. — Production de l'acier par l'électricité. *L'Industrie électrique*, 10 décembre 1917, t. XXVI, p. 448-450, 1800 mots. — Dans cet article se trouvent résumées quelques conférences faites à la réunion des fondeurs, à Boston, en septembre. L'un des conférenciers, Douglas Walker, indique les perfectionnements récents apportés à la fusion au four électrique ; un autre, C.-R. Messinger expose les résultats obtenus dans diverses aciéries ; un troisième, Edwin L. Crosley étudie les répercussions que peuvent avoir le développement du four à acier sur l'exploitation des réseaux de distribution ; enfin John A. Crowley donne la description d'un four de 1 t de son invention.

669.187(45). — Les aciéries électriques en Italie. *Journal du Four électrique et de l'Electrolyse*, 1er mai 1917, p. 121-122, 1350 mots. — En Italie, les industriels accordent leurs préférences au four à arc Stassano ou ses variantes, notamment le four Stassano-Bassanesi, qui chauffent le bain et le laitier par rayonnement des arcs et par réverbération de la voûte. L'article donne ensuite la liste des sociétés qui utilisent le four électrique ; il fait remarquer en terminant que si le four électrique est apprécié dans la grande métallurgie (aciéries de Cerni, Piombino, Ansaldo, etc.), le développement de ses applications se fait surtout sentir dans les petites fonderies ; il ajoute que c'est la même tendance qui se manifeste en Suède, où grâce, au bon marché du courant électrique, on voit toutes les petites fonderies ou ateliers de construction installer un four Rennerfelt de 100 ou 200 kw.

669.144.2. — Le fer et le nickel-fer électrolytiques. *Engineering*, 19 avril 1918, t. CV, p. 453, 750 mots. — La préparation électrolytique du fer pur n'est en aucune manière une opération aussi simple qu'on le suppose ordinairement. Lorsque des acides organiques sont ajoutés aux bains, comme on le fait souvent pour améliorer le dépôt, ce dernier contient du carbone. Lorsque toutes les autres impuretés sont disparues, le dépôt contient encore de l'hydrogène.

Digitized by Google

Digitized by Google

— La difficulté réside dans le fait que le fer et l'hydrogène sont déposés dans des solutions aqueuses sous la même différence de potentiel (0,41 v et 0,46 v). — Pour éviter que le dépôt ne contienne de l'hydrogène et de l'oxygène, Kremann a proposé de faire l'électrolyse dans un bain chaud et saturé. Le résultat obtenu est encore meilleur si l'électrolyse s'effectue sous une pression d'hydrogène de 20 atmosphères environ, dans ce cas, le dépôt de fer ne contient que 0,015 pour 100 d'hydrogène : l'analyse ordinaire n'aurait certainement pas révélé cette petite quantité, aussi Kremann utilisa un autre moyen : il oxyda 2 g de fer électrolytique et pesa le poids d'eau ainsi obtenu, la proportion d'oxygène contenue par le dépôt ne fit l'objet d'aucune recherche. L'hydrogène dans le dépôt rend ce dernier fragile, cassant, spécialement du côté de la cathode, mais Kremann ne pense pas que cette fragilité soit en rapport direct avec la proportion d'hydrogène contenue par le dépôt.— En ce qui concerne l'électrolyse d'alliages de fer et de nickel, Kremann a essayé d'obtenir des alliages à haute teneur de nickel de différentes manières et particulièrement en augmentant la pression de l'hydrogène au delà de vingt-cinq atmosphères, mais sans succès. Si des sulfates des deux métaux sont mélangés et électrolysés, les alliages déposés sont plus faibles en nickel que le bain et ils sont en outre cassants. Kremann ne pouvait améliorer ces résultats et les deux métaux paraissent ne pas pouvoir être déposés ensemble. — E. B.

669.213.7 — Procédé électrolytique d'extraction de l'or avec le cyanure de potassium. *Metall. and Chem. Eng'ing.*, 15 avril 1917, t. XVI, p. 456, 1200 mots. — L'article décrit le procédé de MM. Sell et Sill, ingénieurs à Los Angeles. Le minerai est traité par le cyanure, dans un électrolyseur circulaire dont la cathode est formée par une couche de mercure recouvrant le fond en cuivre et dont les anodes, constituées par des anneaux, sont continuellement en rotation ; un courant d'air est envoyé à travers la solution. L'or du minerai est dissous rapidement puis, par l'électrolyse, est amalgamé avec le mercure ; la perte en mercure est extrêmement faible et le procédé est économique en même temps que rapide.

669.213.7 + 669.22 + 669.337. — La précipitation électrolytique de l'or, de l'argent et du cuivre des solutions de cyanure. *L'Industrie électrique*, 10 décembre 1917, t. XXVI, p. 453-457, 2900 mots. — Les solutions obtenues dans l'extraction de l'or par le procédé au cyanure peuvent contenir un grand nombre de composants, parmi lesquels l'or, l'argent, le cuivre, les deux premiers métaux en quantités extrêmement faibles. L'article donne quelques renseignements sur l'application du procédé électrolytique Siemens et Halske dans le Rand et à l'exploitation de Minas Prietas au Mexique.

669.723.7. — La fabrication électrolytique du magnésium, son rapide développement aux Etats-Unis. *Metall. and Chem. Eng'ing.*, 15 mars 1918, t. XVIII, p. 284-285, 1500 mots. — Alors qu'avant la guerre tout le magnésium consommé aux Etats-Unis provenait d'Allemagne, la production s'y est élevée, en 1916, à 34000 kg d'une valeur d'environ 150000 fr et, en 1917, à 52000 kg valant 116000 fr. Le prix du kilogramme, qui était de 2,2 fr avant la guerre, atteignait 4,5 fr en 1916 et redescendait à 2,5 fr en 1917 ; le prix maximum de 5,5 fr fut atteint en 1916 ; à la fin de 1917 on cotait 2 fr. — Dès 1915 la General Electric Co s'était trouvée dans l'obligation de produire elle-même le magnésium nécessaire à ses fabrications, mais, par suite de la stablilisation des cours résultant d'une plus grande production des usines électrochimiques, elle cessa en 1917 de s'occuper de cette production ; l'Electric Reduction Co, de Washington, après avoir fabriqué du magnésium en 1915 et 1916, abandonna aussi cette fabrication en 1917 trouvant plus de profit à utiliser sa force motrice à d'autres usages ; en 1917 les producteurs étaient les Norton Laboratories, de Lockport, la Rumford Metal Co, de Rumford, l'American Magnesium Corporation de Niagara Falls, et la Dow Chemical Co, de Midland. La Rumford Metal Co et l'American Magnesium Corporation fabriquent en outre des alliages, en particulier des alliages de magnésium et de cuivre : l'un à 50 pour 100 de chacun de ces métaux, l'autre à 20 pour 100 de magnésium et 80 pour 100 de cuivre. — L'article donne ensuite quelques renseignements sur les applications actuelles du magnésium et de ses alliages : fabrication de pièces d'aviation, désoxydation des bains de laiton et de bronze, affinage du cuivre.

669.337. — Récupération par électrolyse du cuivre des bains. *R. G. E.*, 25 mai 1918, t. III, p. 778, 500 mots, 1 fig. Note publiée dans le *Bulletin des Usines de guerre*, 18 juin 1917, p. 64 et 15 octobre 1917, p. 198-199.

669.617.7 (73). — Les usines d'aluminium de Whitney, Etats-Unis. *Journal du Four électrique et de l'Electrolyse*, 1er mai 1917, p. 122-123, 800 mots. — On sait que ces usines ont été commencées par un groupe d'industriels français et que la guerre à mis ce groupe dans la nécessité de s'associer avec un groupement américain pour l'achèvement des travaux. — La puissance hydraulique est fournie par deux chutes dont l'une, la chute des Narrows, régularisée par un barrage de 64 m de hauteur, donne 45000 à 50000 kw, et dont l'autre, la chute des Falls, fournira 15000 kw quand elle sera aménagée. — L'usine hydro-électrique contient trois groupes de 31000 ch, à turbines Francis, fonctionnant sous une charge de 50 à 54 m à la vitesse angulaire de 154 t : min, et à alternateurs de 18000 kw, fournissant directement le courant à la tension de transmission de 32000 v.

669.713.7 — Sur le mécanisme de la réaction dans la fabrication électrolytique de l'aluminium ; Richard Seligman. *Journal du Four électrique et de l'Electrolyse*, 1er mai 1917, p. 125-126, 2000 mots. — On admet généralement que dans la fabrication de l'aluminium par électrolyse d'un mélange fondu de cryolithe et d'alumine, on a à l'anode la réaction $Al^2O^3 + 3C = 3CO + 2Al$, et cette hypothèse se trouve confirmée par le fait que la consommation de charbon des électrodes n'est guère que d'un tiers au-dessus de celle qui correspond à cette formule, cette consommation complémentaire étant expliquée par la combustion par l'oxygène de l'air. Néanmoins, le docteur G.-H. Bailey pensait, d'après quelques essais, qu'il peut y avoir aussi formation de CO^2 ; des expériences ultérieures vinrent confirmer son opinion qu'en opérant à une température suffisamment basse, c'est bien ce gaz qui se produit ; ainsi, tandis que dans une opération effectuée à 1055° les gaz recueillis contenaient 86,4 pour 100 de CO et seulement 6 pour 100 de CO^2, en opérant à 945°, la proportion n'était plus que 43,6 pour le premier gaz et 45,6 pour le second. Le docteur Bailey en conclut qu'on doit admettre la formule $2Al^2O^3 + 3C = 4Al + 3CO^2$, c'est-à-dire que, pour une masse atomique d'aluminium, il ne faudrait que 0,75 masse atomique de carbone, tandis que la première formule indique 1,5. — Cette conclusion présente un intérêt pratique très important, car elle conduit à envisager la possibilité de réduire notablement la consommation des électrodes dans la fabrication de l'aluminium et l'on sait que la dépense résultant de cette consommation entre pour une large part dans le prix de revient du métal.

669.537. — Le traitement hydrométallurgique et électrolytique des minerais de zinc ; E.-E. Watts. *Metall. and Chem. Eng'ing*, 1er mai 1917, t. XVI, p. 485, 100 mots. — Dans cette courte note, qui fait partie d'un compte rendu sommaire de la réunion de Kansas City de l'American Chemical Society, notre confrère ne fait que signaler le contenu de la communication de M. Watts : description de l'installation expérimentale de la mine de Sullivan, à Kimberly, B. C. ; description du procédé dans lequel, après avoir traité le minerai par l'acide sulfureux, on obtient de l'oxyde

Digitized by Google

Digitized by Google

de zinc d'où l'on retire le métal par électrolyse ; enfin description de l'installation d'essai de l'Electro Zinc C° de Welland, Ont. Ajoutons que dans cette même réunion, les divers problèmes que soulève la métallurgie du zinc ont donné lieu à sept autres communications.

DIVERS

654.97. — Les sirènes avertisseuses des bombardements aériens ; Jacques Boyer. *La Nature*, 15 juin 1918, n° 2 333, p. 382-384, 2 000 mots, 3 fig. — L'auteur décrit quelques-uns de ces appareils de défense.

654.97 + 534.83. — La signalisation scientifique et la sécurité à la mer. *Engineering*, 17 mai 1918, t. CV, p. 535-537, 3 600 mots, 3 fig. — On sait que, dans le brouillard, il n'existe pas de moyen sûr pour se diriger, le son est transmis d'une manière tout à fait capricieuse par l'atmosphère, la sonde est le seul moyen qui permettre de naviguer dans le voisinage des côtes. On a installé récemment sur les côtes anglaises un système de signaux *synchrones* optiques et acoustiques, le temps mesuré entre la perception des deux signaux donne une idée de la distance, mais le brouillard ou la pluie empêche souvent l'utilisation de ce système. On a aussi utilisé des bouées munies de cloches automatiques dont chaque coup est accompagné d'un éclair lumineux, ce système a les mêmes inconvénients que le premier. Avec l'aide de la radiotélégraphie et de la signalisation sous-marine, ces dispositifs ont pu être largement perfectionnés, le son dans l'eau ayant une vitesse de 1 450 m : sec environ, l'intervalle de temps entre la perception de deux signaux indiquera comme ci-dessus la distance entre les postes émetteur et récepteur. La cloche sous-marine utilisée pèse environ 100 kg et est faite en bronze, elle donne 1215 vibrations dans l'eau, elle est suspendue dans l'eau pas une chaîne, à une profondeur de 6 m environ. Le son est reçu à bord à l'aide de microphones disposés sur la coque de part et d'autre du navire, l'agent chargé de la réception est muni de récepteurs téléphoniques qu'il peut brancher à volonté sur les microphones de l'un ou de l'autre bord. L'emplacement des microphones et leur disposition varie avec le bâtiment, il faut procéder à des essais pour déterminer le meilleur. La portée du son dans l'eau est d'environ 10 km, les dimensions de l'antenne du système radiotélégraphique ont été déterminées de telle sorte que la portée soit approximativement la même, de manière à éviter les mélanges avec d'autres signaux. L'oscillateur de Fessenden est un concurrent menaçant pour le système à cloche, il fonctionne comme transmetteur et récepteur et sa portée atteint 50 km, l'article montre le fonctionnement de ce système qui permet la communication entre deux navires en marche.

537.531 : 63. — Electroculture, notes sur les appareils de décharges à haute tension. *L'Industrie électrique*, 25 décembre 1917, t. XXVI, p. 465-468, 2 850 mots. — Dans cette note sont résumés les résultats des essais faits en Angleterre par Sir Oliver Lodge et Priestley, résultats publiés dans le *Journal of Board of the Agriculture*, avril 1910, octobre 1913, janvier 1915, octobre 1916 et avril 1917.

627.217. — Sur l'utilisation des ports de commerce. *R. G. E.* 20 avril 1918, t. III, p. 595-596, 1 300 mots, et 4 mai 1918, p. 665, Analyse du rapport de Jean Hersent, à la section II « Industries des transports » du Congrès du Génie civil.

USINES ET ATELIERS
AMÉNAGEMENT OUTILLAGE

621.9. — Sur la force motrice. *R. G. E.*, 13 avril 1918, t. III, p. 565, 120 mots. Analyse du rapport de Compère, à section III « Mécanique, Machines-outils » du Congrès du Génie civil.

621.9. — L'étude de l'évolution des machines et procédés industriels. *R. G. E.*, 13 avril 1918, t. III, p. 564, 250 mots. Analyse du rapport de L. Guillot, à la section III « Mécanique, Machines-outils » du Congrès du Génie civil.

621.98. — Conseils pratiques pour le montage des tuyauteries ; Terrell-Croft, *Electrical Review*, Chicago, 4 mai 1918, t. LXXII, p. 774-775, 1 700 mots, 13 fig.

621.9 (44). — La construction mécanique en France et les causes de son faible développement. *R. G. E.*, 13 avril 1918, t. III, p. 563, 260 mots. Analyse du rapport de H. Ernault, à la section III « Mécanique, Machines-outils » du Congrès du Génie civil.

621.9.00 14. — L'unification et l'étalonnage des éléments des constructions industrielles. *R. G. E.*, 13 avril 1918, t. III, p. 562-563, 1 100 mots. Analyse du rapport de Ed. Sauvage, à la section III « Mécanique, Machines-outils » du Congrès du Génie civil.

621.9.00.14. — Appareils et instruments de précision pour la production des pièces mécaniques interchangeables. *R. G. E.*, 13 avril 1918, t. III, p. 561-562, 700 mots. Analyse du rapport de Ch. Marre à la section III « Mécanique, Machines-outils » du Congrès du Génie civil.

621.9 669.143.1. — Organisation scientifique de l'usinage. Recherche du mode d'emploi économique d'un acier à outils dans les travaux de chariotage, fraisage et perçage ; P. Denis. *Génie civil*, 23 février, 9, 16, 23 et 30 mars 1918, t. LXXII, p. 125, 146, 163, 179, 194 et 211, 28000 mots, 80 fig. 20 tab.

621.992 3. — Sur la fabrication des filières ; P.-I. Sappat. *Revue de la Soc. russe de Métal. I*, 723-728 (1915), *Revue de Métallurgie*, janvier 1918, t. XV, p. 51-52, 700 mots, 1 fig.

620.123.141. — Sur la fatigue des pièces de machines. *Schweizerische Bauzeitung*, 9 mars 1918, t. LXXI, p. 120-121, 200 mots. — Mention d'une étude de A. Léon dans le numéro du 10 mars 1917 de la « Zeitung des Vereins deutscher Ingenieure » et d'un article de P. Ludwik dans le numéro du 20 octobre 1916 de la « Zeitschrift des Oesterr. Ing. und Arch. Vereins », sur cette question. — J. C.

620 124.31. — Essais des arbres à gorges à la flexion; A. Stodola et F. Schule. *Schweizerische Bauzeitung*, 30 mars 1918, t. LXXI, p. 145-147, 3500 mots, 5 fig.

621.123.14. — Sur les nouvelles méthodes de calcul de résistance et sur la nécessité de les introduire dans les programmes d'enseignement. *R. G. E.*, 4 mai 1918, t. III, p. 664, 300 mots. Analyse du rapport de Henri Lossier à la section I « Travaux publics et Constructions civiles » du Congrès du Génie civil.

691.9(017). — La standardisation des profilés entrant dans les constructions. *R. G. E.*, 4 mai 1918, t. III, p. 664-665, 100 mots. Analyse du rapport de Drosne et Rousselet, à la section I « Travaux publics et Constructions civiles » du Congrès du Génie civil.

620.125.23. — L'essai Brinell dans l'industrie de guerre ; G. Bernardot, ing. A. et M., *Produire*, 25 avril 1918, t. I, p. 7-9, 4000 mots, 7 fig. — L'auteur expose comment se fait cet essai ; les figures montrent diverses coupes de l'appareil et deux vues de l'appareil en fonction.

621.9. — Production économique des bagues et rondelles. *Produire*, 25 avril 1918, t. I, p. 21-25, 4 000 mots, 5 fig. — L'auteur décrit des méthodes et procédés employés

Digitized by Google

Digitized by Google

lans une usine des Etats-Unis et qui ont permis d'abaisser de 50 pour 100 le prix de revient.

621.774.11. — Procédés pratiques employés pour couder les tubes. *Electrical Review*, Chicago, 27 avril et 11 mai 1918, t. LXXII, p. 733-807, 4 500 mots, 10 fig.

621.9(017). — La normalisation dans la construction mécanique ; comment la concurrence ennemie la prépare ; L. DESCROIX, ancien élève de l'Ecole polytechnique. *Produire*, 25 avril 1918, t. I, p. 35, 2 500 mots, 3 tab. — Dans cet article l'auteur, après quelques généralités sur la normalisation, indique quelques-unes des prescriptions prises récemment par la Verein deutscher Ingenieure, de Berlin ; comme exemple de ces prescriptions l'auteur reproduit trois tableaux se rapportant aux dimensions et poids de goupilles et aux diamètres normaux des pièces métalliques.

621.832.3. Les engrenages à vis sans fin ; Francis BOSTOCK. *Produire*, 25 avril et 10 mai 1918, t. I, p. 12 et 51, 8000 mots, 16 fig. — L'auteur, qui est associé à MM. David Brown and Sons de Hudersfield, fabricants d'engrenages à vis sans fin, expose, après quelques généralités sur le tracé de ces engrenages, les procédés employés dans ces ateliers pour leur réalisation. Il décrit non seulement les machines qu'ils ont étudiées et construites pour cette fabrication spéciale, mais encore les appareils de vérification qui permettent d'apprécier rapidement des variations de dimensions de l'ordre du centième de millimètre.

331.87 + 331.823. — L'organisation méthodique des ateliers et chantiers ; le perfectionnement du matériel et de l'outillage : les moyens présentifs contre les accidents du travail. *R. G. E.*, 11 mai 1918, t. III, p. 704-705, 800 mots. — Analyse du rapport de SCHWARTZ à la section I « Travaux publics et constructions civiles » du Congrès du Génie civil.

351.712.2 :691.5. — Sur les cahiers des charges pour la réception des chaux et ciments. *R. G. E.*, 4 mai 1918, t. III, p. 665, 300 mots. Analyse du rapport de R. FERET à la section I « Travaux publics et constructions civiles » du Congrès du Génie civil.

621.891. — Le graissage des machines. *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*, (chronique), octobre-décembre 1917, soixante-dixième année, p. 937-940, 1 200 mots. — Un bon lubrifiant doit, non seulement avoir un coefficient de frottement réduit, mais encore maintenir les parties frottantes séparées par une très mince pellicule. Toutes les substances ne sont pas aptes à former cette pellicule ; telles sont les huiles végétales et les huiles animales. Les huiles minérales, surtout les huiles épaisses, sont meilleures sous ce rapport ; le graphite remplit fort bien cette condition, mais il faut qu'il ne contienne aucune impureté comme le mica, le talc ou l'argile. En somme, on peut conclure de l'étude qui nous occupe, que le graissage est une opération compliquée qui exige un lubrifiant spécial pour chaque sorte d'appareil, on pourrait dire pour chaque partie d'un appareil mécanique.

621.89. — La question du graissage des groupes électrogènes ; G. Basil BARHAM. *Electrical Review*, Londres, 31 mai 1918, t. LXXXII, p. 509, 1 500 mots. — Conditions que doivent remplir les huiles destinées au graissage des machines des stations centrales électriques.

621.89. — Appareil automatique pour le graissage au départ. *R. G. E.*, 8 juin 1918, t. III, p. 839-840, 700 mots, 3 fig. Analyse d'un article de MICHELL publié dans *Engineering*, 23 novembre 1917, t. CIV, p. 548-549, 2200 mots, 7 fig.

MATIÈRES PREMIÈRES

621.315.00.48. — Utilisation des matériaux usagés ; L.-M. KLAUBER. *Electrical World*, 9 mars 1918, t. LXXI, p. 509-512, 2 800 mots, 4 fig. — Dans une installation électrique, rien de ce qui peut être encore utilisé ne doit être mis au rebut. L'auteur donne quelques indications utiles sur la manière d'utiliser des matériaux de seconde main : poteaux usagés, vieux câbles, isolateurs, etc. — A. B.

621.894. — La viscosité et la constitution des huiles de graissage. *Engineering*, 19 avril 1918, t. CV, p. 433-434, 2 100 mots. — Nous savons fort peu de chose sur la relation qui lie la viscosité d'une huile à ses qualités lubrifiantes et sur l'influence des divers corps entrant dans la composition de l'huile sur ces mêmes qualités. Cette ignorance est due aux difficultés du problème beaucoup plus qu'à la négligence des recherches ; les différentes huiles composant forcément un mélange donné comme huile de graissage donnent à celle-ci leurs défauts et leurs qualités sans qu'il soit possible de distinguer les uns des autres. L'auteur, le Dr Dunstan montre les travaux de Mabery sur les huiles américaines brutes, ceux de Eugler sur les huiles de Bakou, les recherches de Sabatier et Senderens qui obtinrent des huiles synthétiques ; mais en aucun cas la constitution chimique d'un composant d'une huile de graissage n'a été établie. Dans leurs recherches, les Drs Dunstan et Thole déterminèrent la viscosité des huiles et leurs coefficients de température au moyen de l'appareil d'Ostwald et donnèrent les valeurs en unités absolues. La viscosité dépend de la structure moléculaire et du poids moléculaire qui varie entre 16 et plusieurs centaines. Un lubrifiant devrait posséder une faible viscosité, un grand pouvoir lubrifiant et une grande stabilité. La viscosité doit être faible pour empêcher une absorption inutile d'énergie et la production de chaleur due au frottement interne, d'autre part, l'huile de graissage doit avoir un certain « corps », une propriété dépendant probablement de la viscosité et de la capillarité, on sait également peu de chose sur la tension de surface des huiles de graissage, cette tension de surface des liquides de graissage paraît d'ailleurs jouer un rôle négligeable dans le problème considéré. Le Dr Dunstan suggère que les huiles de graissage pourraient être des colloïdes ou plutôt des iso-colloïdes, il montre, à l'aide de procédés optiques, que les particules de l'huile ont un diamètre maximum de 0,03 mm. L'auteur termine par différentes considérations relatives à la stabilité et la conservation des qualités des huiles. — E. B.

621.89(01). — Théorie de la lubrification ; Lord RAYLEIGH. *Philosophical Magazine*, janvier 1918, 6e série, t. XXXV, p. 1-12, 3 fig. — L'auteur donne une nouvelle théorie mathématique de la lubrification, conformément aux idées de Reynolds, Tower et Michel que nous avons exposées déjà dans *La Revue électrique*, 15 décembre 1916, t. XXVI, p. 383.

621.894. — Sur la mesure de la viscosité des huiles. *R. G. E.*, 25 mai 1918, t. III, p. 777, 900 mots. Communication faite par C. CHÉNEVEAU à la Société française de Physique, publiée dans le *Journal de Physique*, 5e série, t. VI, p. 103. Compte rendu de cette communication faite par de CHARDONNET.

621.899. — Procédé pour filtrer et dessécher l'huile des transformateurs ; M. S. MONTGOMERY. *Electrical Review*, Chicago, 2 mars 1918, t. LXXII, p. 386, 750 mots, 1 fig.

621.892. — Etude sur les huiles pour transformateurs ; INSTITUTO SPERIMENTALE. *Rivista tecnica delle Ferrovie italiane*, 15 février 1918, t. XIII, p. 63-64, 600 mots.

Digitized by Google

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

331.87 + 351.738.7. — L'organisation industrielle; R. Legouez, membre de la Chambre de Commerce de Paris, *R. G. E.*, 23 mars 1918, t. III, p. 447-456, 10 000 mots. — L'article reproduit une conférence faite au Conservatoire national des Arts et Métiers, le 24 février, où l'auteur montre les conséquences de la raréfaction de la main-d'œuvre après la guerre et l'orientation nouvelle qui s'annonce pour les rapports entre le capital et le travail. Après avoir établi ce que sont en Amérique la standardisation et la taylorisation, il fait ressortir que nous pouvons sinon les copier, du moins en tirer d'utiles enseignements. Enfin, parlant des cartels et des trusts, il insiste sur la nécessité de l'union sous toutes les formes.

331.87. — L'organisation l'enseignement et la vulgarisation des nouvelles méthodes de travail; sur la rémunération du travail et sur le contrat du travail. *R. G. E.* 18 mai 1918, t. III, p. 737-741, 4 800 mots. Analyse du rapport de A. Villemin, à la section I « Travaux publics et constructions civiles » du Congrès du Génie civil.

338.91. — Sauvegarde du capital représenté par le matériel en stock. *Electrical Review*, Chicago, 11 mai 1918 t. LXXII, p. 799, 500 mots.

331.1 (42). — Le travail et le capital en Grande-Bretagne. *R. G. E.*, 15 juin 1918, t. III, p. 875-883, 8 000 mots. — L'article indique la solution préconisée par la Commission qui, en Angleterre, a été officiellement chargée d'étudier la question des relations entre employeurs et employés; il est suivi de la traduction de trois des rapports émanant de cette commission.

331.1 (73). — Le travail et le capital aux Etats-Unis. *R. G. E.*, 11 mai 1918, t. III, p. 705-707, 2 000 mots.

621.3 : 341.3 (73). — Les effets de la guerre sur les grandes entreprises publiques; H.-G. Bradlee, *G. E. R.*, août 1917, t. XX, p. 632-635, 2800 mots. — L'auteur examine quelles seront aux Etats-Unis les conséquences de l'état de guerre pour les finances publiques et les conditions économiques générales : 1° la guerre provoque une activité industrielle intense; 2° l'épargne publique, au lieu d'être engagée dans les grands travaux publics, est presque entièrement absorbée par l'Etat (exemples numériques tirés du budget de la Grande-Bretagne). D'autre part : 1° il y a raréfaction du travail, des matériaux et hausse des prix; 2° les capitaux sont rares pour les nouvelles créations (ce dernier point semble appeler certaines réserves ou des précisions); 3° le travail est rare : hausse des salaires, emploi des femmes. L'auteur exprime ensuite son opinion sur les problèmes économiques qui se poseront pour les Etats-Unis et demande en terminant une organisation aussi efficace que possible pour toutes les branches de l'industrie.

621.31 : 341.3. — Production de l'énergie en temps de guerre; Walter Slade, *Electric Railway Journal*, 23 mars 1918, t. LI, p. 567-569, 3 500 mots. — Cet article montre comment se pose le problème, la qualité du combustible ayant beaucoup baissée, tandis que la puissance demandée a augmenté soudainement.

338.58 + 385.14 (73). — Prix de revient de fabrication et de transport aux Etats-Unis. *Electrician*, 17 mai 1918, t. LXXXI, p. 43, 1700 mots.

338.8 (43). — Les unions d'achats et de vente en Allemagne. *R. G. E.*, 16 mars 1918, t. III, p. 416, 300 mots. Information prise dans la *Chronique financière dauphinoise* du 15 février 1918.

382. — Développement du commerce étranger en ce qui concerne les produits manufacturés; E.-M. Herr. *Electrical Review*, London, 4 mai 1918, t. LXXXII, p. 755-756, 2 500 mots.

382 : 341.3 (065). — Rapport du comité Balfour sur la réglementation du commerce après la guerre. *Electrical Review*, Londres, 13 mai 1918, t. LXXXII, p. 415-416, 1 500 mots.

382. — Le commerce d'outre-mer après la guerre; Andrew Stewart. *Electrical Review*, Londres, 26 avril 1918, t. LXXXII, p. 390, 1 500 mots.

382 (42). — Combinaison en vue du commerce intérieur anglais. *Electrician*, 3 mai 1918, t. LXXXI, p. 12, 1 850 mots.

621.3 : 382 : 341.3. — Les exportations de matériel électrique après la guerre. *Electrician*, 26 avril 1918, t. LXXXI, p. 900-901, 1 900 mots.

62 : 382 (51). — Développement commercial des industries techniques en Chine. *R. G. E.*, 18 mai 1918, t. III, p. 741-742, 1 200 mots. Analyse d'un article de S.-W.B. Mc Gregor, publié dans *Electrician*, 7 décembre 1917 et 11 janvier 1918, t. LXXXI, p. 338-340 et 554-556, 1 carte.

659.131. — L'industrie et la publicité. *R. G. E.*, 15 juin 1918, t. III, p. 886. Analyse du rapport de Raymond Clémang, à la section VIII « Organisation rationnelle du travail industriel » du Congrès du Génie civil.

338.07 (43). — Les questions économiques et la presse quotidienne en Allemagne. *R. G. E.*, 16 mars 1918, t. III, p. 416, 200 mots. Information de la *Chronique financière dauphinoise*, du 15 février 1918.

621.3 : 338.8 (43). — Le monopole de l'électricité dans l'empire allemand. *E. T. Z.*, 18 avril 1918, t. XXXIX, n° 16, p. 157, 1 100 mots. — Dans son livre sur cette question, le docteur Hartmann proposait de remplacer l'augmentation uniforme du prix du kilowatt-heure par la taxe annuelle fixe suivante : 20 marks par kilowatt-heure installé pour les génératrices, 10 marks pour les moteurs, 1 mark pour chaque lampe à incandescence. Il calcule que cet impôt rapporterait à l'Etat 527 millions de marks supplémentaires. L'auteur discute cette proposition : il montre qu'elle équivaudrait dans certains cas à une augmentation de 270 pour 100 du prix du charbon, et qu'elle aurait pour résultat d'obliger les secteurs à augmenter le prix du kilowatt-heure de 26 à 60 pour 100. Il rappelle qu'en Norvège les grosses installations vendent le kilowatt-heure 30 marks : la taxe proposée (20 + 10) marks atteindrait à elle seule ce prix de vente, et mettrait l'Allemagne hors d'état d'exporter son énergie. Enfin, la taxe aurait pour résultat de faire disparaître les petites installations, qui représentent 11 500 000 kw contre 3 500 000 seulement pour les grands secteurs. Elle serait donc inopérante et désastreuse pour l'industrie et le commerce de l'empire. — F. C.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.1. — La radiation et l'électron; R.-A. Millikan. *Journal of Franklin Institute*, septembre 1917, t. CLXXXIV, p. 337-352, 5600 mots, 3 fig.

537.1. — Dimensions et forme de l'électron; Arthur-H. Compton. *Physical Review*, avril 1918, 2e série, t. XI, p. 350. — Pour expliquer les résultats relatifs aux coefficients d'absorption de la matière pour les rayons X durs et les rayons γ durs, l'auteur est conduit à admettre que l'électron consiste en un anneau d'électricité dont le rayon est environ $2{,}5 \times 10^{-10}$ cm. — A. B.

537.1. — Théorie générale de l'équipartition de l'énergie avec applications à la théorie des quanta; Richard-C. Tolman. *Physical Review*, avril 1918, 2e série, t. XI, p. 261-275, 6 000 mots. — Le principe de l'équipartition de l'énergie constituait un des résultats les plus importants et les mieux définis de la vieille mécanique statistique et la contradiction entre ce principe et les données expérimentales, notamment en ce qui concerne la répartition de l'énergie dans le spectre du corps noir, a conduit un certain nombre de physiciens à rejeter les équations de Hamilton sur quoi repose la mécanique statistique. — On sait, d'autre part (Helmholtz, Maxwell, J.-J. Thomson, Planck, etc.) que pour tous les systèmes *macroscopiques* qu'on a étudiés, on a pu mettre les équations du mouvement sous la forme hamiltonienne en prenant des coordonnées généralisées et des vitesses généralisées. Aussi, l'auteur pense-t-il qu'il n'y a pas intérêt, dans le cas des ensembles de systèmes *microscopiques* considérés par la mécanique statistique, à abandonner les équations hamiltoniennes du mouvement. — Il montre que le principe de l'équipartition de l'énergie ne peut pas du tout être considéré comme une conséquence des équations de Hamilton, mais qu'on l'a déduit de ces équations uniquement parce que l'énergie a, d'une manière tout arbitraire, toujours été considérée comme une fonction quadratique homogène des coordonnées généralisées. Les développements de l'auteur adoptent le principe de la vieille mécanique statistique et en leur ajoutant cette idée nouvelle que l'énergie n'est pas nécessairement une fonction quadratique des coordonnées et des moments généralisés qui apparaissent dans les équations du mouvement sous la forme hamiltonienne. — A. B.

537.311. — Sur les abaques relatifs au calcul de la résistance des conducteurs associés en parallèle; L. Zoretti et J. Béthenod. *R. G. E.*, 29 juin 1918, t. III, p. 933-934, 900 mots, 9 fig. — Dans ces pages sont publiées deux notes envoyées par M. Zoretti et par M. Béthenod à propos de l'article de M. Castex, publié dans le numéro du 23 mars 1918, t. III, p. 424-426.

537.311. — Variation de la conductibilité du mica avec la température; H. Poole. *Electrician*, 14 juin 1918, t. LXXXI, p. 129-130, 2600 mots, 3 fig. — Etude expérimentale du phénomène ci-dessus accompagnée de chiffres et de courbes.

537.531. — L'avenir de l'industrie des rayons X en Grande-Bretagne; Robert Knox. *Electrical Review*, 29 juin 1917, p. 711, 8 000 mots.

537.531. — Nouvelle méthode d'analyse des rayons positifs; A.-J. Dempster. *Physical Review*, avril 1918, 2e série, t. XI, p. 316-325, 3600 mots, 7 fig., 4 tab. — La méthode ne diffère pas, en principe, de celle utilisée par Classen pour la détermination de $\frac{e}{m}$ dans le cas des électrons. Les particules électrisées provenant d'une certaine source traversent le champ électrostatique créé par une différence de potentiel déterminée. Le faisceau étroit isolé par une fente est ensuite courbé en demi-cercle par un champ magnétique intense. Les rayons traversent une deuxième fente et tombent sur un plateau relié à un électromètre. Les mesures de la différence de potentiel V créant le champ électrique, du champ magnétique H et du rayon de courbure r fournissent

$$\frac{e}{m} = \frac{2V}{H^2 r^2}.$$

Un mélange de phosphate de sodium et de chaux chauffé sur une lame de platine fournit des rayons positifs dans lesquels on distingue des constituants dont les poids moléculaires correspondent à Na et K, et des rayons négatifs contenant des constituants qui correspondent à O^3 et CaO. Dans l'émission de $MnCl^2$, on distingue des rayons qui correspondent à des molécules d'oxygène électrisées négativement, au manganèse avec une double charge négative, à l'oxyde manganeux avec une seule charge. Les ions positifs émis par le phosphate d'aluminium ont des poids moléculaires qui correspondent à ceux du sodium et du potassium. — L'auteur a également constaté que le bombardement des sels par les électrons permet de détruire les composés chimiques et donne naissance à des ions positifs. En soumettant du phosphate d'aluminium chimiquement pur au bombardement d'électrons animés de la vitesse imprimée par un champ de 128 v : cm, il a observé dans le rayonnement émis des ions correspondant aux poids moléculaires suivants : H, H^2, Li, O, Na, O^3 (?), M = 62 (peut-être Na^2O), M = 67 (peut-être $H^3PO^2 = 66$), M = 76, M = 86 (peut-être Rb = 85,5), M = 112 (peut-être $P^2O^3 = 110$). Du magnésium chauffé par une spirale de platine autour de laquelle il est enroulé et soumis au bombardement des électrons émis par un filament de tungstène, fournit un rayonnement correspondant aux molécules d'oxygène et, après un certain échauffement, aux molécules d'azote ou d'oxyde de carbone. On obtient des rayons probablement

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Électricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

constitués par du chlore en soumettant une anode recouverte de phosphate d'aluminium, de KCl ou de KI au bombardement d'électrons provenant d'un filament de tungstène. — A. B.

537.531. — L'absorption des rayons X; E.-A. Owen. *Revue générale des Sciences*, 30 juin 1918, t. XXIX, p. 383, résumé d'une communication à la Royal Society de Londres, le 21 mars 1918. — 1° L'auteur a déterminé les coefficients d'absorption d'un certain nombre de substances pour une radiation de longueur d'onde $0{,}586 \times 10^{-8}$ cm (ligne α du palladium); les valeurs obtenues confirment celles de Bragg et Pierce dans le cas des éléments employés en commun. 2° Le coefficient d'absorption fluorescente atomique est proportionnel approximativement à la 4e puissance du nombre atomique de l'absorbeur. 3° Entre le coefficient d'absorption fluorescente atomique, le nombre atomique de l'absorbeur et la longueur d'onde de la radiation absorbée existe la relation $fa = CN^4\lambda^3$, où C est une constante dans certains intervalles, mais change brusquement aux points critiques. Cette relation est indépendante du coefficient de diffraction; elle se rapporte seulement à la perte d'énergie de la radiation X par la production de radiations corpusculaires et des radiations X fluorescentes qui les accompagnent. 4° Des calculs basés sur la relation générale ci-dessus montrent que les coefficients d'absorption totale moléculaire de différentes substances observées par Auren avec une radiation de longueur d'onde $0{,}35 \times 10^{-8}$ cm peuvent être déduits très approximativement des coefficients d'absorption totale atomique pour différents éléments avec une radiation de longueur d'onde $0{,}586 \times 10^{-8}$ cm, si l'on admet que le coefficient de diffraction a une valeur constante de 0,2 pour tous les éléments de H à Br pour ces deux radiations.

537.531 + 539.1. — Les spectres des rayons X et la constitution de l'atome; L. Vegard. *Philosophical Magazine*, avril 1918, 6e série, t. XXXV, p. 293-326. — L'auteur rappelle que la théorie de Bohr a permis d'expliquer non seulement le spectre de l'hydrogène mais encore les spectres de même nature; il essaye, dans le présent travail, d'appliquer les conceptions de Bohr aux spectres de hautes fréquences des divers éléments.

538.531. — Calcul des circuits inductifs en dérivation; H. Pécheux. *R. G. E.*, 22 juin 1918, t. III, p. 891-894, 3000 mots, 5 fig. — Dans cette étude, l'auteur montre comment, en s'aidant de vecteurs et de leurs projections, on peut résoudre plusieurs problèmes de l'électrotechnique en utilisant uniquement des mathématiques élémentaires, et éviter ainsi l'emploi des imaginaires.

538.73. — L'orage magnétique du 16-17 décembre 1917, enregistré aux observatoires de Kew et d'Eskdalemuir; C. Chree. Communication à la Royal Society de Londres, du 21 mars 1918, résumée dans la *Revue générale des Sciences*, 30 juin 1918, t. XXIX, p. 383. — L'orage magnétique du 16-17 décembre 1917 a été d'une intensité considérable, quoique non exceptionnelle. Il commença entre 8 et 9 h le 16 et ne s'apaisa complètement que dans l'après-midi du jour suivant. L'auteur attire l'attention sur les courbes des vingt-quatre heures commençant à 8 h le 16. La période de perturbations la plus active s'est étendue de 15 h le 16 à 4 h le 17. Un caractère prédominant des courbes est une succession d'oscillations de périodes voisines de vingt minutes. Il y a eu également, en particulier à Eskdalemuir, quelques grandes oscillations à courte période. L'auteur compare les oscillations enregistrées aux deux observatoires et estime la vitesse de variation des éléments magnétiques pendant les mouvements les plus rapides. L'amplitude et la rapidité des variations sont beaucoup plus grandes à la station la plus septentrionale.

SCIENCES DIVERSES

535.23. — La radiation lumineuse du corps noir et l'équivalent mécanique de la lumière; W. Coblentz et W. B. Emerson. *Bulletin du Bureau of Standard Sc. p.* n° 305; *Journ. Franklin Institute*, juillet 1917, t. LXXXIX, p. 109-110, 120 mots.

535.3:546.78. — Le pouvoir réflecteur du tungstène et de la stellite; W. W. Coblentz et W. B. Emerson. *Journal of Franklin Institute*, août 1917, t. CLXXXIV, p. 307, 100 mots.

535.33. — Visibilité du rayonnement dans l'extrémité bleue du spectre visible; L. W. Hartman. *Physical Review*, avril 1918, 2e série, t. XI, p. 327-328, 700 mots. — La méthode utilisée est la méthode de comparaison directe dans laquelle la luminosité de la lumière de différentes longueurs d'onde est comparée directement avec celle de la lumière émise par une deuxième source considérée comme étalon. Avant d'avoir un éclat suffisant dans l'extrémité bleue du spectre, l'auteur a pris une source à température élevée, lampe à filament de tungstène dont le filament était maintenu à une température de 2695° abs. — Dans le tableau ci-dessous les résultats ont été ramenés à la valeur 100 pour $\lambda = 450$ μμ; on y a également inscrit les valeurs de Nutting et celles de Coblentz et Emerson, dans le même intervalle de longueurs d'onde, ramenées à la valeur 100 pour $\lambda = 450$ μμ.

Tableau I

λ	Visibilité moyenne de 20 sujets.	Données de Nutting.	Données de Coblentz et Emerson.
410 μμ	1,7	9,5	24
420	11,4	17,1	42
430	32,6	30,3	59
440	61,6	58,0	71
450	100	100	100
460	153	168	137
470	240	266	202
480	376	392	305
490	620	566	474
500	905	828	770

535.35:546.78. — Le pouvoir émissif du tungstène pour les courtes longueurs d'onde; E. O. Hulbert. *Journal of Franklin Institute*, novembre 1916, t. CLXXXII, p. 695, 400 mots, 1 tab.; *Electrical World*, 18 novembre 1916, t. LXVIII, p. 1014, 180 mots.

535.23. — Le minimum d'énergie lumineuse perceptible visuellement; Prentice Reeves. *Journal of Franklin Institute*, novembre 1917, t. CLXXXIV, p. 719, 425 mots.

535.733. — La sensibilité relative de l'œil moyen; W. W. Coblentz et W. B. Emerson. *Journal of Franklin Institute*, août 1917, t. CLXXXIV, p. 309, 100 mots; *Bureau of Standards Sc. paper*, 1917, n° 303, 700 mots.

539+52. — Conséquences astronomiques de la théorie électrique de la matière; A. S. Eddington. *Philosophical Magazine*, septembre 1917, t. XXXIV, p. 163-167, 2000 mots, octobre, p. 321-327, 2500 mots.

MESURES ET ESSAIS

531.7. — Le système décimal. *Electrical Review*, Londres, 14 juin 1918, t. LXXXII, p. 560, 350 mots.

533.55. — Jauges à vide du type radiométrique. *R. G. E.*, 8 juin 1918, t. III, p. 828. Analyse d'un article de R. G. Sherwood publié dans *Physical Review*, mars 1918, t. XI, p. 241-242, 900 mots.

531.58. — La boussole gyroscopique. *Elettricista*, 15 juin 1918, t. VII, p. 89-92, 1600 mots, 8 fig.

535.24. — Photométrie physique; Guido Peri. *Elettrotecnica*, 5 juin 1918, t. V, p. 216-217, 1300 mots, 1 fig.

Digitized by Google

Digitized by Google

537.741. — La mesure précise des courants alternatifs; O. Gibbon. *Electrical World*, 11 mai 1918, t. LXXI, p. 979-981, 3500 mots, 4 fig. — Cet article indique une méthode extrêmement élégante qui permet de mesurer d'une façon précise la valeur d'un courant alternatif. En principe elle consiste à répartir les bobines fixe et mobile de deux électrodynamomètres dans les bras d'un pont de Wheatstone convenablement équilibré. Deux sommets opposés de ce pont étant alimentés par du courant alternatif il y a déviation des équipages mobiles, mais si l'on envoie du courant continu par les deux autres sommets, ce dernier ne trouble pas le régime du courant alternatif puisque le pont est équilibré, pas plus qu'il n'est troublé par lui. En réglant l'intensité de ce courant continu on ramène les équipages au zéro. Le courant continu équilibre alors exactement le courant alternatif.

621.012. — Le torsiographe, nouvel instrument pour l'étude des ondes. *E. T. Z*, 14 mars 1918, t. XXXIX, p. 109-110, 1 100 mots, 2 fig., d'après *Zeitschr. d. Ver. d. Ing.* — Cet appareil a pour but d'enrégistrer d'une façon continue tous les phénomènes ondulatoires qui se produisent dans le fonctionnement des machines (vibrations des arbres par exemple). Il se compose d'un disque enregistreur qui participe directement aux mouvements de l'arbre et qui est relié par l'intermédiaire d'un petit ressort à une roue à balancier placée sur le même axe et dont le mouvement est au contraire régulier. L'appareil enregistre les mouvements relatifs des deux disques. — J. C.

532.13+537.741. — Application du galvanomètre à cadre mobile à la mesure de la viscosité des fluides. *R. G. E.*, 29 juin 1918, t. III, p. 938, 600 mots. Analyse d'une méthode de A. Guillet à la Société française de Physique.

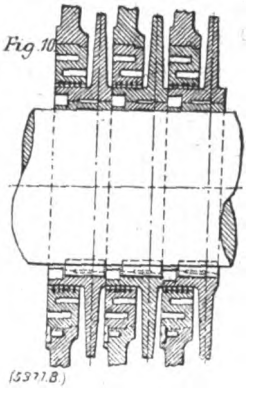
669.71 : 620.1 (062). — Essais sur l'aluminium effectués sous la direction du Comité électrotechnique français. *R. G. E.*, 8 juin 1918, t. III, p. 823-825, 1 000 mots, 1 tab.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

627.1(43.6). — Mise en valeur des forces hydrauliques de l'Autriche. *E. T. Z.*, 6 juin 1918, p. 230, 200 mots. — Mention d'un projet du Dr Baumfeldt, directeur de la banque immobilière autrichienne, dans le but de fonder une société de construction et de distribution d'énergie, pour l'aménagement des forces hydrauliques de l'Autriche non utilisées jusqu'ici. La société obtiendrait de l'Etat la concession pendant 99 ans des cours d'eau qu'elle s'engagerait à aménager suivant un plan à établir d'un commun accord avec le gouvernement. Le capital nécessaire serait obtenu par l'émission d'actions pour une somme de 150 à 200 millions de couronnes, et d'obligations pour une somme dix fois plus considérable. — J. C.

621.165. — Nouvelle installation de turbines à Hull. *Electrician*, 14 juin 1914, t. LXXXI, p. 125-126, 2 500 mots, 3 fig.

621.165. — La turbine à vapeur compound de 3 000 kw de Gothenburg. Système de Laval. *Engineering*, 10 mai 1918, t. CV, p. 514, 700 mots, 10 fig. — L'article donne une description sommaire de cette turbine construite par la Société de Laval à Stockholm et qui actionne un alternateur triphasé 6000 v, 25 p : sec, tournant à 1 500 t : min. — Un certain nombre de planches montrent différentes vues de la machine et une coupe en long qui permet de voir que la turbine est du type compound à impulsion à compartiments ; le premier disque, du côté haute pression, porte une double rangée d'aubes. — La carcasse extérieure est en fonte spéciale pour résister à la haute température qui existe du côté de l'admission, des précautions spéciales ont été prises pour que les dilatations inégales n'amènent pas d'efforts anormaux ou des ruptures. — Les diaphragmes sont en fonte, en deux pièces avec joint spécial, des rainures circulaires empêchent les fuites de vapeur d'un compartiment à l'autre, la figure 10 montre la disposition de ces diaphragmes. — L'arbre sort de la machine par un joint au charbon supporté de la même manière que les joints des diaphragmes. L'arbre est en acier forgé, il est très court et de fort diamètre, la vitesse critique du rotor est donc de beaucoup plus grande que la vitesse de régime. Les disques sont en acier forgé, ils sont montés directement sur l'arbre, une clavette assure la transmission du couple moteur. Les figures des planches montrent clairement le montage des aubes sur



621.165. — La turbine à vapeur compound de 3 000 kw de Gothenburg. Système de Laval.

les roues. — Les coussinets ont un diamètre de 175 mm et une longueur de 225 mm, ils reposent sur un siège sphérique et sont garnis de métal anti-friction, ils sont graissés sous pression à l'aide d'une pompe à engrenage qui fournit l'huile sous une pression de 0,500 kg environ. Le régulateur agit directement sur la valve d'admission et ferme cette dernière si la vitesse dépasse de 15 pour 100 la vitesse de régime. — La turbine est montée directement sur son condenseur, une figure montre la disposition de l'ensemble avec les pompes de circulation. — E. B.

621.182. — Le réglage de la combustion dans les chaufferies modernes; L. Conge. *R. G. E.*, 25 mai 1918, t. III, p. 765-767, 2 800 mots. — L'auteur examine comment doit être effectué le réglage de la combustion dans le cas où on a recours au tirage artificiel et aux grilles mécaniques, afin d'obtenir un rendement maximum de l'énergie calorifique contenue dans le combustible.

621.187.12. — Le traitement de l'eau des chaudières; Lionel Linnell. *Electrical Review*, Chicago, 12 janvier 1918, t. LXXII, p. 76-77, 2000 mots.

621.00.31. — Comparaison des principaux genres de moteurs primaires au point de vue des frais d'exploitation. *R. G. E.*, 22 juin 1918, t. III, p. 916-917, 1 200 mots, 4 fig. Analyse d'un article de Wans publié dans *Electrician*, 9 novembre 1917, t. LXXX, p. 186-188, 3 400 mots, 4 fig.

621.434. — Les moteurs à combustion interne à grande vitesse; H.-R. Ricardo. *Engineering*, 24 et 31 mai et 7 juin 1918, p. 588, 620 et 660, 13000 mots. 42 fig. — Dans cet article l'auteur passe en revue les différents détails de l'étude et de la construction des machines à grande vitesse. En premier lieu, il convient de noter que la plupart des petites machines consomment de l'essence de pétrole et qu'elles diffèrent complètement, comme mode de fonctionnement, des machines plus grandes utilisant des combustibles plus lourds, cependant au point de vue général tout ce qui est dit au sujet d'une machine à pétrole peut s'appliquer, tout au moins approximativement, aux autres machines à combustion interne et en particulier, au point de vue mécanique. les problèmes sont posés de la même manière. — Jusqu'en ces dernières années l'étude des machines à combustion

Digitized by Google

Digitized by Google

interne était faite suivant deux écoles opposées : 1° l'étude basée sur l'emploi de machines à faible vitesse et utilisant les données anciennes des constructeurs de machines à vapeur ; 2° celle basée sur l'emploi des machines à grande vitesse nées de l'automobile. — Ces deux modes de construction différents étaient pour ainsi dire inconnus l'un de l'autre, les ingénieurs ignorant en général ce qui se passait dans l'autre camp. L'établissement des machines à allure lente, bien étudiées suivant les travaux bien connus sur la thermodynamique et de la mécanique a donné d'excellents résultats; il est cependant curieux de constater que l'étude des moteurs à grande vitesse, faite d'une manière beaucoup moins scientifique a donné des résultats supérieurs aux précédents, mais ces résultats auraient pu être obtenus beaucoup plus rapidement si la liaison entre les deux écoles avait été plus complète et l'auteur cite un certain nombre d'exemples à l'appui, en particulier l'application des soupapes commandées aux moteurs d'automobiles qui parut une révolution, ce système de distribution était depuis bien longtemps appliqué aux moteurs à gaz. — L'auteur passe en revue les différents avantages et inconvénients du pétrole employé comme combustible en le comparant au gaz de ville ou au combustible lourd des machines à allure lente et montre que le rendement du cycle du moteur à pétrole ne peut dépasser 47,5 pour 100 tandis que, à cause de la forte compression possible avec le gaz de ville, le cycle peut atteindre un rendement égal à 52 pour 100. Il examine ensuite les points qui peuvent influer sur le rendement mécanique, les pertes en frottements, les pompes auxiliaires etc., et donne les valeurs moyennes suivantes pour les rendements mécaniques : « moteur Diesel, 79 pour 100; moteur à gaz de ville, 84 pour 100 ; moteur à pétrole à grande vitesse, 90,6 pour 100. L'auteur complète la première partie de ce sujet par la discussion du rendement volumétrique: il est en effet raisonnable de s'efforcer d'améliorer ce rendement le plus possible, mais en même temps il est indispensable de maintenir le fluide de travail en état de tourbillonnement intense et cette remarque s'applique aussi bien au moteur Diesel qu'au moteur à essence et l'auteur indique les moyens appliqués ou propres à être appliqués pour obtenir ce résultat, ses observations sont complétées par des coupes de fonds de cylindres dont les dispositions sont plus ou moins recommandables. — L'étude du piston a une très grande importance dans le cas de machines à grande vitesse, non seulement au point de vue du frottement qui absorbe une grande quantité d'énergie mais encore parce que le poids du piston augmente considérablement la charge sur les coussinets des têtes de bielles. — L'étude du piston doit tenir compte de ce que ce dernier a à dissiper une certaine quantité de chaleur; aussi emploie-t-on actuellement un alliage de cuivre-aluminium dont le coefficient de conductibilité est quatre fois plus grand que celui de la fonte. Le poids doit être réduit ainsi que la surface de contact avec les parois du cylindre; il doit en outre être très solide pour éviter les déformations ; un certain nombre de croquis illustre cette partie de l'article. L'axe transversal sur lequel s'articule la bielle doit être tenu aussi fort et aussi court que possible pour éviter la flexion qui se produit sous l'effort lorsque ces conditions ne sont pas réalisées. — Les dimensions des coussinets doivent satisfaire à une certaine condition de charge par unité de surface qui, multipliée par la vitesse de l'arbre dans le coussinet donne un produit qui ne doit pas être dépasssé, une série de courbes complète cette observation. — L'auteur fait ensuite des comparaisons entre les diverses usures des moteurs à grande et à petite vitesse et étudie les dispositions de paliers cylindres, etc., qui influent sur cette usure. — E. B.

662.751 : 621.434. — Deux conditions essentielles pour brûler des huiles de goudron dans les moteurs Diesel ; H. Smith. *Electrical Review*, Londres, 14 juin 1918, t. LXXXII, p. 575-576, 1450 mots. — Resumé d'une communication faite à l'Association des propriétaires de moteurs Diesel.

621.311.22. — Turbo-dynamo de 55 000 kw. *E. T. Z.*, 9 mai 1918, t. XXXIX, p. 188-189, 1200 mots, 2 fig. — Description d'un turbo-dynamo A. E. G. de 60000 kv-a tournant à 1000 t : min, et fournissant 55000 kw à 7000 v. L'excitation est à 220 v. La turbine est à vapeur surchauffée à 325°, la pression est de 12 kg ; elle pèse 250 t dont 49 t pour le rotor. La dynamo pèse 225 t dont 106 t pour le rotor. Le condenseur est double, chacun de 3000 m² de surface, divisé en quatre compartiments, et pesant 100 t. Les deux canalisations d'échappement de la turbine ont 240 cm de diamètre. La turbine comporte dix roues de 340 à 380 cm de diamètre, la vitesse linéaire atteint 200 m : sec. Les aubes sont en acier sans addition de nickel. Le rotor de la dynamo a 220 cm de diamètre, sa vitesse périphérique est de 115 m : sec, il est formé de plaques d'acier assemblées sur l'arbre dont la longueur atteint 9 m ; il a été essayé à la vitesse de 1500 t : min. Les coussinets ont 60 cm de diamètre, la vitesse linéaire étant de 32 m : sec. Le groupe comporte trois paliers, celui du milieu étant double et disposé de chaque côté du manchon d'accouplement, il a à supporter tout l'effort longitudinal de la turbine. Deux turbo-dynamos semblables vont être installés à l'usine de Cologne de la Rheinisch-Westfalische Electrizitatswerke et porteront à 200000 kw la puissance de cette usine. — J. C.

538.811. — Perfectionnements apportés aux mécanismes déclencheurs d'impulsion au départ pour magnétos d'allumage ; Société The K.-W Ignition Company. *Brevet français, n° 484791*, demandé le 14 mars 1917, délivré le 14 août 1917, publié le 6 novembre 1917, 2000 mots, 4 fig.

538.811. — Perfectionnements apportés aux magnétos à induit fixe ; Société anonyme des Etablissements L. Blériot. *Brevet français n° 20398*, demandé le 2 janvier 1917, délivré le 8 septembre 1917, publié le 28 novembre 1917, 600 mots, 1 fig.

538.811. — Machine magnéto-électrique ; Otto Pletscher. *Brevet français, n° 484992*, demandé le 3 avril 1917, délivré le 4 septembre 1917, publié le 27 novembre 1917, 1150 mots, 3 fig.

538.811. — Magnéto ; Jean Bernard. *Brevet français n° 485813*, demandé le 7 juin 1917, délivré le 16 novembre 1917, publié le 8 février 1918, 1430 mots, 8 fig.

538.811. — Induits cloisonnés pour magnétos ; Compagnie générale de magnétos. *Brevet français n° 485365*, demandé le 5 mai 1917, délivré le 9 octobre 1917, publié le 4 janvier 1918, 400 mots, 3 fig.

538.811. — Disposition de commande de magnétos ; Société lorraine des anciens Etablissements de Dietrich et Cie, de Lunéville. *Brevet français n° 484799*, demandé le 30 septembre 1916, délivré le 16 août 1917, publié le 6 novembre 1917, 700 mots, 3 fig.

538.811. — Disposition de commande de magnétos ; Société lorraine des anciens Etablissements de Dietrich et Cie, de Lunéville. *Brevet français n° 20421*, demandé le 29 janvier 1917, délivré le 25 septembre 1917, publié le 21 décembre 1917, 250 mots, 2 fig.

538.811. — Prise de courant amovible pour distributeur de magnétos à haute tension ; Société anonyme des Etablissements L. Blériot. *Brevet français n° 485628*, demandé le 26 mai 1917, délivré le 30 octobre 1917, publié le 24 janvier 1918, 1100 mots, 7 fig.

538.811. — Système magnétique pour machine magnéto-électrique ; Société Perfecta. *Brevet français n° 485443*, demandé le 11 mai 1917, délivré le 16 octobre 1917, publié le 9 janvier 1918, 700 mots, 3 fig.

538.811 (42). — L'industrie anglaise de la magnéto. *Electrical Review*, Londres, 21 juin 1918, t. LXXXII, p. 580-581, 1700 mots.

Digitized by Google

Digitized by Google

621.312.1.031.1. — Calcul des pôles de commutation des machines à courant continu d'après des résultats pratiques; Schubbe. *E. T. Z.*, 18 avril 1918, t. xxxix, p, 158, 300 mots, 1 fig., d'après *Elektrotech. u. Masch.*, t. xxxviii, p. 453.

621.312.26. — Calcul des collecteurs des machines à courant alternatif; M. Schenkel. *Electrician*, 14 juin 1918, t. lxxxi, p. 120, 2 700 mots, 3 fig. — Dans cet article l'auteur établit une formule permettant de calculer le collecteur d'une machine à courant alternatif quelconque. Des exemples sont donnés pour mieux fixer l'esprit du lecteur.

621.313.2 + 621.314.3. — Connexions de transformateurs évitant l'emploi d'auto-démarreurs. *Electrical World*, 4 mai 1918, t. lxxi, p, 933, 220 mots, 1 fig.

621.315.00.12. — Calcul des canalisations d'un réseau électrique; M. Jacques. *R. G. E.*, 29 juin 1918, t. iii, p. 935, 900 mots. — Dans cette courte note, l'auteur donne le principe du mode de calcul qu'il emploie pour la détermination rapide des canalisations électriques.

621.315.1 + 621.315.2 : 538.56. — Les ondes vagabondes dans les canalisations aériennes et dans les câbles. *R. G. E.*, 29 juin 1918, t. iii, p. 936-938, 2 300 mots, 2 fig. Analyse d'un article de Ludwig Binder publié dans *Electrotechnische Zeitschrift*, t. xxxviii, 26 juillet 1917, p. 381, et 2 août, p. 395, 2 500 mots, 18 fig.

621 315.031.8. — Sur la meilleure utilisation, au point de vue du rendement, des canalisations à très haute tension. G. Horstmann, *E. T. Z.*, 16 mai 1918, t. xxxix, p. 193 à 196, 6 000 mots, 2 fig. — Après un exposé des raisons qui militent en faveur de la normalisation des tensions de distribution, l'auteur explique la différence qu'il y a entre le calcul des canalisations au point de vue du rendement, et leur calcul au point de vue de la chute de tension seulement. Il montre qu'il ne revient pas au même de calculer la section la plus économique pour une charge donnée, ou la charge la plus économique pour une section donnée. Il entreprend cette dernière étude pour les canalisations à 110 000 v. Il rassemble dans des tableaux les résultats des calculs et donne un exemple numérique. Il en déduit que le calcul des lignes au point de vue du rendement conduit à des densités de courant plus élevées que celles admises jusqu'ici par la considération des chutes de tension, d'où la nécessité d'employer, dans les grandes installations, des régulateurs de tension, si l'on veut obtenir pour les canalisations le rendement maximum. L'unification des rapports de transformation des transformateurs de sous-stations, aurait aussi, à ce point de vue, des avantages certains. — J. C.

621.315.1.031.8. — Les pertes d'énergie dans les canalisations à haute tension; F. Hoppe. *E. T. Z.*, 18 avril 1918, t. xxxix, p. 153 à 155, 3 000 mots, 4 fig., 4 tab. — En raison de l'intérêt croissant qu'il y a d'économiser les matières premières actuellement et dans l'avenir, l'auteur montre que l'on peut, sans nuire au bon rendement des canalisations, augmenter notablement les pertes d'énergie en ligne admises jusqu'à ce jour. Les limites qu'il fixe sont établies principalement d'après les chutes de tension admissibles et les pertes par effet corona. Un premier tableau donne les limites de sections admissibles pour les différents genres de câbles souterrains, un second indique les plus petites sections admissibles pour les canalisations aériennes en fonction de la tension et les distances correspondantes entre conducteurs. Un troisième donne les dimensions de différents genres de câbles. L'auteur montre par des exemples numériques que dans la plupart des cas, si les distances ne sont pas trop grandes, il y a économie à se servir de câbles au lieu de canalisations aériennes, car on peut admettre des sections beaucoup plus faibles (4 mm² au lieu de 10 mm² pour un transport de 130 kw à 3 000 v avec $\cos\varphi = 0{,}85$). Les frais de pose sont également moins élevés. Les pertes annuelles sont plus fortes, mais largement compensées par l'économie de matière. — J. C.

621.311.76. — Dispositifs statiques de protection des lignes électriques. Société anonyme Westinghouse. *Brevet français n° 484.941*, déposé le 29 mars 1917, délivré le 31 août 1917, publié le 22 novembre 1917, 1400 mots, 5 fig. — Parafoudre ou dispositif de protection contre les surtensions ou décharges de haute fréquence constitué par une bobine dans laquelle circule le courant principal, et dont les spires sont des lames minces ou formées par la juxtaposition de fils fins, et séparées par une double couche diélectrique composée d'une matière résistante de faible conductibilité spécifique et d'une matière isolante de haute capacité inductive spécifique, la bobine ainsi formée étant placée sur un isolateur tendeur (3), le courant normal passant facilement par la bobine 10 (fig. 4) mais les décharges étant absorbées par le condensateur 11 et la résistance 12, formée par les couches isolantes. — A. P.

Fig. 1.

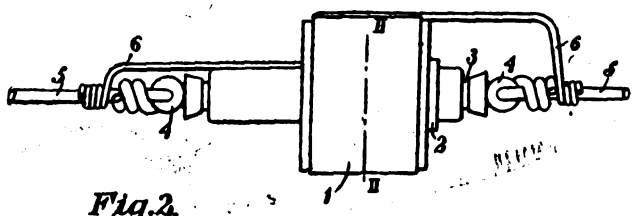


Fig. 2.

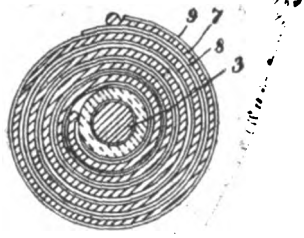
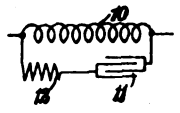
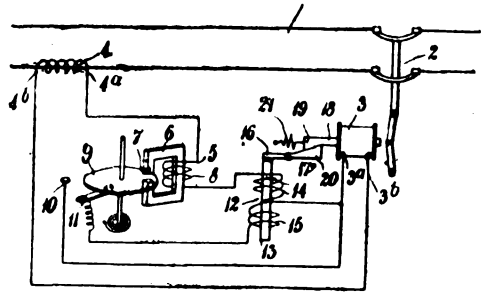


Fig. 4.



621.311.76. — Dispositifs statiques de protection des lignes électriques.

621.311.72. — Systèmes électriques protecteurs; Société anonyme Westinghouse (France). *Brevet français n° 485 578*, demandé le 22 mai 1917, délivré le 27 octobre 1917, publié le 23 janvier 1918, 900 mots, 1 fig. — Pour éviter que, dans



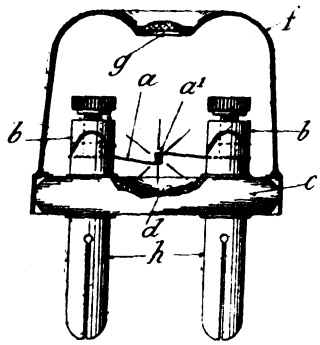
621.311.72. — Systèmes électriques protecteurs.

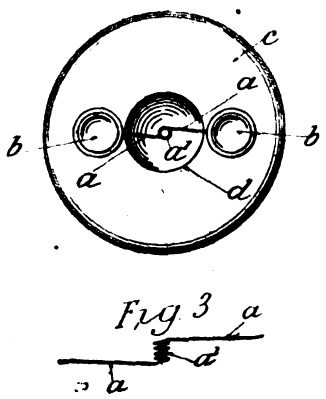
des disjoncteurs automatiques à relais, la bobine de déclanchement n'actionne son armature et ne coupe le circuit avant que le relais ait fonctionné, il est prévu un système de verrouillage électromagnétique actionné par le relais, bloquant solidement dans sa position de non-fonctionnement l'armature de la bobine de déclanchement. Le noyau de la

Digitized by Google

Digitized by Google

bobine est accroché par une saillie 19 à l'armature 16 d'un électro commandé par le relais, de façon de retarder le fonctionnement de la bobine de déclanchement jusqu'à ce que le fonctionnement du relais 5 ait désexcité l'électro 12. — A. P.

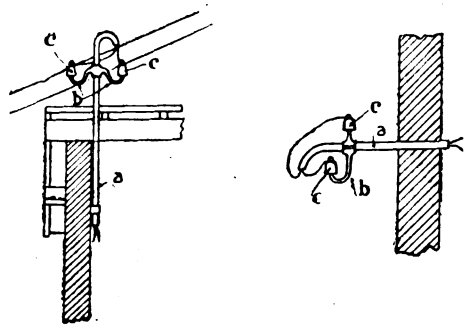




621.311.72. — Perfectionnements aux fusibles électriques.

621.311.72. — Perfectionnements aux fusibles électriques; A.-F. Berry (Angleterre). *Brevet français n° 485010*, demandé le 5 avril 1917, délivré le 7 septembre 1917, publié le 4 décembre 1917, 1600 mots, 11 fig. — Fusible destiné aux usages domestiques : cuisine, chauffage, etc., indiquant par une lueur si le circuit auquel il est relié est en service. Ces fusibles sont constitués par un fil d'un alliage de nickel et de chrome. La partie centrale d'un bout de fil ou de ruban mince a en métal ou alliage de chrome et de nickel est bobinée autour d'une broche ou mandrin pour former une petite hélice a¹ comprenant quelques spires isolées l'une de l'autre; les extrémités libres du fil sont fixées à des bornes b. La tablette du fusible peut comporter une partie concave d abritant dans une certaine mesure la partie centrale a¹ bobinée du fusible pour faciliter par réflexion l'entretien de la chaleur nécessaire à la maintenir incandescente. — A. P.

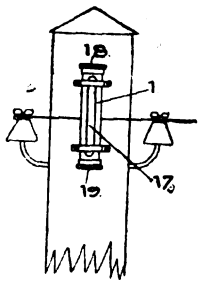
621.315.14. — Potelets pour installations électriques; Lucien Joubert (France). *Brevet français n° 485685*, demandé le 4 juin 1917, délivré le 6 novembre 1917, publié le 29 janvier 1918, 700 mots, 5 fig. — Potelet tubulaire

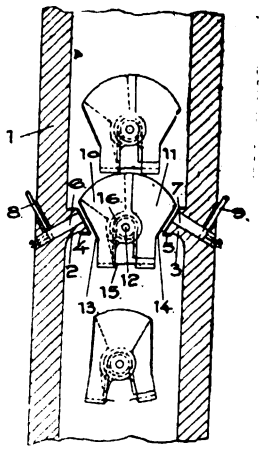


621.315.14. — Potelets pour installations électriques.

garni intérieurement et extérieurement d'un revêtement isolant et servant de support aux fils de la ligne et en même temps d'entrée des fils de branchement. — A. P.

621.311.72. — Boîte à coupe-circuits fusibles pour installations électriques; A.-L. Holmann (Danemark). *Brevet français n° 485122*, demandé le 16 avril 1917. délivré le 18 septembre 1917, publié le 13 décembre 1917, 900 mots, 5 fig. — Boîte à coupe-circuits fusibles contenant suivant ses dimensions un plus ou moins grand nombre d'éléments fusibles distincts se mettant en service automatiquement les uns après les autres. Ce dispositif est particulièrement applicable aux distributions rurales étendues où le remplacement d'un fusible fondu demande souvent plusieurs heures. Il se compose, d'un tube en porcelaine, 1, dont le trou intérieur est de section carrée; il porte intérieurement deux saillies 2 et 3, recouvertes de plaques métalliques reliées, l'une au conducteur principal, l'autre à la dérivation, les fusibles sont montés entre deux lames qui, assemblées par une goupille centrale 12, présentent ensemble la forme d'un éventail. Elles sont ainsi empilées à l'intérieur du tube. La pièce fusible inférieure vient ainsi reposer sur les saillies 2 et 3 et ferme le circuit. Si le fusible fond, un ressort rabat les deux moitiés de l'éventail l'une dans l'autre, et l'ensemble, n'étant plus supporté par les saillies 2 et 3, tombe au fond du tube et est remplacé par le fusible suivant. Si la cause qui a fait fondre le premier fusible ne subsiste pas, le circuit reste fermé. Si l'accident subsiste, les fusibles fondent les uns après les autres. — A. P.





621.311.72. — Boîte à coupe-circuits fusibles pour installations électriques.

STATIONS ET RÉSEAUX

621.31(45). — Le développement de l'électrotechnique en Italie. *Elettrotecnica*, 15 juin 1918, t. v, p. 226-228, 3200 mots. — Discours de G. Semenza, président de l'Associazone elettrotecnica italiana à Rome, le 1er mars 1918.

621.311.21(46). — La nécessité du développement des stations hydro-électriques en Espagne. *Electrical Review*, Londres. 7 juin 1918, t. LXXXII, p. 533, 900 mots.

351.711.9. — Les distributions nationales d'énergie électrique par un ingénieur de station centrale. *Electrical Review*, Londres, 29 mars et 5 avril 1918, t. LXXXII, p. 309, 317, 4500 mots.

621.311. — Les stations centrales de grande puissance; L. Congé. *R. G. E.*, 22 juin 1918, t. III, p. 905-909, 2500 mots, 2 fig. — L'auteur de cet article, tout en montrant l'intérêt qu'il y aura dans l'avenir à employer des stations centrales puissantes, indique quel serait, à son avis le schéma-type d'une installation de ce genre. Il insiste en particulier sur la nécessité qu'il y a d'employer dans l'usine des tranches ou unités aussi semblables que possible, ainsi que sur l'intérêt qui se présente dès maintenant de réaliser une unification générale des installations de ce genre.

621.311.7. — La commande de grandes stations centrales. *Electrical Review*, Londres, 14 juin 1918, t. LXXXII, p. 574-575, 2100 mots. — Discussion de la communication faite sur cet important sujet à l'Institution of Electrical Engineers.

Digitized by Google

Digitized by Google

621.311. — La commande des appareils auxiliaires des stations centrales. *Electrical World*, 11 mai 1918, t. LXXI, p. 975-976, 1 800 mots, 5 fig. — Dans cet article on examine quelle est la puissance réclamée par les organes auxiliaires des stations centrales et leur mode de commande. Des dispositions intéressantes permettant de faciliter le service sont indiquées.

621.311.71. — Appareils de mesure pour tableaux de distribution de stations centrales; G. W. STUBBINGS. *Electrical Review*, Londres, 14 juin 1918, t. LXXXII, p. 572, 1 500 mots. — Dans cet article, l'auteur examine les conditions principales que doivent remplir les appareils de mesure de stations centrales.

621.311 + 662.66 (43.6). — L'augmentation du prix du charbon et les usines électriques en Autriche. *E. T. Z.*, 2 mai 1918, t. XXXIX, n° 18, p. 177-178, 1 100 mots.

627.42. — L'aménagement du Rhône; Henri DE WATTEVILLE. *R. G. E.*, 22 juin 1918, t. III, p. 919-921, 2 300 mots. — On parle depuis longtemps déjà de l'aménagement du Rhône, tant au point de vue de la navigation que de la production de l'énergie électrique; l'auteur de l'article reprend l'étude de l'utilisation du Rhône à ces deux points de vue; il examine les différents projets qui ont été proposés et expose les avantages considérables que nous pourrions tirer de leur réalisation.

627.82(72). — Le nouveau barrage de Bocquilla (Mexique). *R. G. E.*, 22 juin 1918, t. III, p. 917-918, 500 mots, 3 fig. — Analyse d'un article de Emil BRONIMANN publié dans *Schweizerische Bauzeitung*, 22 septembre 1917, t. LXX, p. 137-141, 2 900 mots, 9 fig.

626.93. — Le nouveau canal de Trollhattan. *Engineering*, 31 mai 1918, t. CV, p. 596-601, 4 500 mots, 20 fig. — Ce nouveau canal a été ouvert à la navigation le 25 octobre 1916; c'est, en réalité, une extension de l'ancien canal commencé probablement en 1607 par Gustave Vasa pour créer une voie navigable entre le lac Vauern et Trollhattan, et augmenté progressivement depuis cette époque. Le nouveau canal a été établi pour permettre le passage de bâtiments calant 4 m, mais les écluses ont été prévues pour le passage de bateaux calant 5 m; la largeur adoptée est de 24 m minimum au plafond, cette largeur est insuffisante pour le passage simultané de deux grands bateaux dont la largeur est de 9 m, mais des garages en nombre suffisant ont été prévus. La longueur du canal est d'environ 84 km, il suit principalement à partir de Bommen la rivière Göta et emprunte le lit même sur une longueur totale de 75 km. La différence de niveau entre le lac Vanem et le Kattegat est de 44 m environ, plusieurs chutes de la rivière empêchaient la navigation, des écluses permettent maintenant le passage d'un niveau à l'autre; l'article passe en revue tous les points particuliers du canal; les travaux de terrassement ont été exécutés soit à la main, soit au moyen d'excavateurs, le volume de terre enlevé atteint 710 000 m³ et il a été nécessaire de faire sauter et enlever plus de 1 000 000 m³ de rochers. De nombreux croquis montrent les sections du canal dans le roc et dans la terre ainsi que dans la rivière elle-même. Des photographies et des planches montrent les dispositions des écluses, les portes de ces écluses sont mues à l'aide de moteurs électriques de 20 ch actionnant un treuil; ce treuil peut également être mis en marche à la main. Des cabestans mus électriquement permettent d'effectuer la traction pour le passage d'un bâtiment d'un sas à l'autre, la cabine de contrôle située vers le milieu de l'écluse contient tous les appareils nécessaires pour les manœuvres des portes et des cabestans. — E. B.

621.311 + 662.7. — Importance des installations d'utilisation des sous-produits pour les usines de force motrice. *E. T. Z.*, 2 mai 1918, t. XXXIX, n° 18, p. 176-177, 3 000 mots. — Compte rendu d'un rapport du Prof. Klingelberg à l'assemblée de l'Association des Electriciens allemands. — L'auteur montre que l'utilisation des sous-produits de la houille ne commence à être intéressante qu'au-dessus du prix de 6 marks par tonne. Entre 6 et 14 marks par tonne elle est plus intéressante pour les installations à vapeur que pour les machines à gaz. Au-dessus de ce prix c'est l'inverse; encore faut-il que le facteur de charge soit suffisamment élevé : 60 pour 100 pour un prix de 12 marks par tonne, 40 pour 100 pour 18 marks par tonne — J. C.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.23 — Construction indirecte du diagramme rigoureux des moteurs à champ tournant; V. GENKIN. *R. G. E.*, 29 juin 1918, t. III, p. 931-933, 1 300 mots, 4 fig. — L'usage de diagrammes circulaires dans l'étude pratique des moteurs asynchrones à champ tournant est assez restreint pour les deux raisons suivantes : dans le cas de gros moteurs fonctionnant avec un glissement très faible, le diagramme ne fournit pas avec assez de précision les caractéristiques se rapportant au régime normal auquel on attache pourtant une importance primordiale, les conditions du couple maximum étant d'habitude largement réalisées. Dans le cas de moteurs de faible puissance où les résultats, tirés de diagrammes, sont d'une grande utilité pratique, on se trouve dans l'obligation de renoncer au diagramme sous sa forme simple par suite de l'importance relative de la résistance du stator. L'auteur de l'article indique un procédé graphique permettant de transformer au moyen d'une construction très simple le cercle Blondel-Heyland-Behrend en un diagramme rigoureux dont l'emploi se trouve ainsi facilité.

621.313.21. — Distribution du courant et répartition de l'échauffement dans les induits de moteurs à collecteurs à courant alternatif à 6 lignes de balais; ERNST. *E. T. Z.*, 9 mai 1918, t. XXXIX, p. 181-184, 3 800 mots, 26 fig. — L'auteur montre que dans un tel induit l'échauffement est presque nul au voisinage de la ligne neutre, lorsque les balais d'une même phase sont diamétralement opposés. Si, au contraire, l'on décale la moitié des lignes de balais, les pertes dans le cuivre augmentent avec le décalage. L'auteur montre par des diagrammes que cet accroissement suit une loi linéaire lorsque le décalage varie de 0 à 120°. Au delà, les pertes dans le cuivre restent constantes jusqu'à la position de court-circuit (180°). Il étudie aussi comment varie l'échauffement en fonction de la vitesse angulaire, le couple restant constant : pour un moteur de 50 kw, il est minimum à la vitesse de 400 t:min, il augmente légèrement jusqu'à 1 000 t:min, puis croît ensuite très rapidement par suite de l'augmentation correspondante du courant dont le minimum a lieu aux environs de 100 t:min. — J. C.

621.313.21. — Régulation des machines à courant alternatif à collecteur à l'aide du courant continu; MENDEL OSNOS, *E. T. Z.*, 23, 31 mai et 6 juin 1918, t. XXXIX, p. 205, 215 et 224, 11 000 mots, 21 fig. — Après avoir rappelé les différents systèmes de régulation des machines à courant alternatif à collecteur, l'auteur décrit un nouveau système qui consiste à faire varier, au moyen d'un courant continu approprié, la perméabilité de la machine elle-même ou d'appareils branchés en série avec elle (transformateurs ou bobines). Ces variations de perméabilité magnétique permettent la régulation du champ et de la vitesse des moteurs et celle de la tension et de la fréquence des générateurs dans des limites très étendues. L'énergie ainsi dépensée en courant continu est très faible comparativement à la puissance de la machine et peut être fournie au besoin par une petite batterie ou par une petite excitatrice entraînée par la machine elle-même. La régulation s'obtient par la manœuvre d'un simple rhéostat et n'est pas plus compliquée que celle d'un moteur à courant continu ou d'un moteur synchrone. On peut même éviter ce rhéostat si l'on emploie une excitatrice spéciale dont on peut régler la tension par décalage des balais.

Digitized by Google

Digitized by Google

La régulation se fait ainsi très simplement et sans danger d'étincelles. Si l'excitatrice est couplée à la machine à collecteur, la régulation peut être automatique et la vitesse maintenue presque exactement constante. L'auteur étudie les deux procédés par variation de la perméabilité de la machine elle-même ou d'appareils disposés en série et il les compare entre eux. Il donne pour chacun d'eux une série de schémas de connexions s'appliquant aux différents cas possibles et il en développe la théorie. Il décrit particulièrement le montage d'une bobine mono, bi ou triphasée, réglable par un circuit auxiliaire à courant continu et expose les résultats très satisfaisants qu'elle a donnés en pratique. Il rend compte des essais concluants qu'il a faits avec différents montages sur des machines puissantes et en particulier sur un moteur de chemin de fer de 800 kw. Un tableau rassemble les différents systèmes qu'on peut employer avec leurs avantages et inconvénients respectifs. — J. C.

621.43 + 621.312.1. — Appareil de mise en marche pour moteurs; Vincent BENDIX. *Brevet français n° 485035*, demandé le 6 avril 1917, délivré le 11 septembre 1917, publié le 4 décembre 1917, 1880 mots, 5 fig.

621.43 + 621.312.1. — Appareil de mise en marche pour moteur; Vincent BENDIX. *Brevet français n° 485050*, demandé le 10 avril 1917, délivré le 11 septembre 1917, publié le 4 décembre 1917, 1550 mots, 6 fig.

621.43 + 621.312.1. — Perfectionnements aux dispositifs de mise en marche pour moteurs; Vincent BENDIX. *Brevet français n° 485051*, demandé le 10 avril 1917, délivré le 11 septembre 1917, publié le 11 décembre 1917, 1400 mots, 3 fig.

621.43 + 621.312.1. — Appareil de mise en marche pour moteur; Vincent BENDIX. *Brevet français n° 485059*, demandé le 11 avril 1917, délivré le 11 septembre 1917, publié le 11 décembre 1917, 1550 mots, 5 fig.

621.43 + 621.312.1. — Appareil de mise en marche pour moteur; Société dite : ECLIPSE MACHINE COMPANY. *Brevet français n° 485208*, demandé le 24 avril 1917, délivré le 28 septembre 1917, publié le 20 décembre 1917, 1550 mots, 7 fig.

621.43 + 621.312.1. — Appareil de mise en marche pour moteurs; Société dite : ECLIPSE MACHINE COMPANY. *Brevet français n° 485699*, demandé le 5 juin 1917, délivré le 6 novembre 1917, publié le 29 janvier 1918, 1600 mots, 13 fig.

621.43 + 621.312.1. — Démarreur pour la mise en marche de machines, en particulier de moteurs thermiques; SOCIÉTÉ ANONYME BROWN, BOVERI ET Cie. *Brevet français n° 485061*, demandé le 11 avril 1917, délivré le 11 septembre 1917, publié le 11 décembre 1917, 500 mots, 2 fig.

621.43 + 621.312.1. — Système d'entraînement de dynamo-démarreur pour moteur à explosion; Alphonse ETIENNE. *Brevet français n° 485706*, demandé le 1er juillet 1916, délivré le 8 novembre 1917, publié le 1er février 1918, 450 mots, 3 fig.

621.431.39. — Perfectionnements apportés aux distributeurs de fluides sous pression, notamment à ceux pour appareils de mise en marche de moteurs à explosion; Louis BLÉRIOT. *Brevet français n° 484874*, demandé le 28 février 1917, délivré le 25 août 1917, publié le 20 novembre 1917, 1950 mots, 1 fig.

621.43 + 621.312.1. — Démarrage des moteurs d'automobiles par la dynamo d'éclairage; COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON. *Brevet français n° 483562*, demandé le 8 février 1916, délivré le 28 avril 1917, publié le 20 juillet 1917, 800 mots, 1 fig.

621.43 + 621.312.1. — Perfectionnements aux dynamos combinées pour le démarrage des moteurs et pour l'éclairage; Albert-Henry MIDGLEY et Société dite : C.-A. VANDERVELL et COMPANY LIMITED. *Brevet français n° 484678*, demandé le 3 mars 1917, délivré le 3 août 1917, publié le 30 octobre 1917, 700 mots, 1 fig.

621.43 + 621.312.1. — Dispositif de montage de machines électriques destinées à assurer le démarrage du moteur à explosion d'un véhicule; Joseph BETHENOD. *Brevet français n° 485557*, demandé le 12 juillet 1916, délivré le 27 octobre 1917, publié le 23 janvier 1918, 400 mots, 1 dessin.

MATIÈRES PREMIÈRES

621.35.035.2 + 621.325.3 + 621.365.036.6. — Usines à carbone de MM. Fuller. *Electrical Review*, Londres, 2 nov. 1917, t. LXXXI, p. 411-413, 1600 mots, 4 fig. — Description des ateliers de MM. Fuller et fils consacrés à la fabrication de toutes les variétés de carbone pour piles, lampes à arcs, cinématographe, four électrique, etc.

669.025. — L'utilisation métallurgique des copeaux et rognures métalliques. *Journal du Four électrique et de l'Electrolyse*, 15 décembre 1917, 26e année, p. 330, 650 mots. — L'article donne, d'après une étude de R. Fichtner parue dans « Stahl und Eisen » des 27 juillet et 31 août 1916, quelques indications sur cette utilisation en Allemagne. Pour cette utilisation, il convient que les copeaux et rognures soient comprimés sous forme de briquettes. On y parvient par deux procédés, celui de Weiss et celui de Ronay qui ne diffèrent d'ailleurs guère qu'en ce que, dans le premier, on ajoute un agglomérant à base de lait de chaux; dans les deux, les déchets sont comprimés sous une pression de 600 à 1000 kg : cm². Les briquettes reviennent au fondeur à 5,5 ou 6 marks les 100 kg, suivant leur provenance. Il y avait en Allemagne, au moment où a paru l'article original, une quinzaine d'usines fabriquant des briquettes avec des déchets de fonte ou de fer.

669.025. — La récupération et l'utilisation des déchets de l'industrie sidérurgique; Paul RAZOUS. *Génie civil*, 6 et 13 avril 1918, t. LXXII, p. 238 et 258, 3800 mots, 2 fig. — L'auteur étudie les diverses façons d'utiliser les déchets dans les usines métallurgiques. Parmi les procédés indiqués, il cite la fabrication de la fonte synthétique au four électrique.

669.025. — Les vieux métaux et les sous-produits dans les usines de constructions électriques. *General Electric Review*, novembre 1917, t. XX, p. 847 et 852, 3500 mots, 6 fig. et *L'Industrie électrique*, 10 décembre 1917, t. XXVI, p. 450-455, 3400 mots, qui analyse l'étude publiée dans *Industrial Management* par W.-R. CONOVER, qui a organisé le service de la récupération des sous-produits dans les ateliers de la General Electric Co. D'après cette étude, la récupération faite en 1916 porte sur 40000 t de sous-produits de toutes sortes. Des renseignements y sont donnés sur la manière dont s'effectue la récupération. Toutes les matières non utilisées dans la fabrication, chutes, déchets, sont rassemblées, triées et classées. Les métaux sont renvoyés à la fonderie. Les isolants sont dissociés quand c'est possible en vue de leur génération. Les matières non utilisables sont brûlées dans une chaufferie spéciale et sont ainsi employés à la production de la vapeur. La quantité de cette dernière atteint 53000000 livres par an et correspond à une puissance moyenne de 300 ch.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. NOUET.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.182. — L'économie de charbon par le contrôle scientifique des chaudières à vapeur ; D. Brownlie. *Engineering*, 12 juillet 1918, t. cvi, p. 25 à 27, 6 500 mots. — L'auteur en collaboration avec M. H. Green a déjà fait paraître en 1916, une étude dans laquelle il donnait les résultats moyens d'exploitation de plus de 100 groupes de chaudières pendant les années 1913, 1914 et 1915. La question d'économie de charbon est vitale pour le pays, car la consommation de ce combustible est énorme ; elle atteignait en 1913 le total de 189 000 000 t ; la production de vapeur emploie sur ce total environ 100 000 000 t. L'auteur a entrepris une série d'expériences qui portent sur 250 groupes de chaudières de puissances diverses et appartenant à toutes sortes d'industries avec une consommation annuelle de charbon variant de 750 t à 70 000 t et à des pressions variant de 1 à 14 kg : cm². L'auteur donne sous forme de tableau les résultats moyens obtenus par tous ces essais ; il indique en particulier : rendement thermique moyen de l'installation en déduisant 2,4 pour 100 pour tenir compte de la consommation des auxiliaires, 60,09 pour 100 ; rendement de la chaudière seule, 56,71 pour 100 ; rendement de l'économiseur seul, 4,35 pour 100 ; rendement du surchauffeur seul, 0,81 pour 100. Il décrit ensuite les méthodes d'essais utilisées, la pesée du combustible consommé, l'analyse de ce combustible, le poids d'eau vaporisée, l'analyse de l'eau d'alimentation, la température de cette eau, la mesure du tirage, la température des gaz à la cheminée, le pourcentage de CO^2 dans ces gaz, la pression de la vapeur, la température de la vapeur surchauffée, la consommation de vapeur des auxiliaires. Il donne ensuite l'analyse détaillée des résultats de 250 essais dans laquelle il indique : le type de chaudière essayé, le nombre de chaudières par groupe, la surface de grille, le prix du combustible, la quantité de combustible consommée, l'analyse de ce combustible, sa qualité, la méthode de chauffe, la quantité d'eau vaporisée et l'examen de l'eau avant son emploi. Cet examen a été fait avec beaucoup de soin et l'auteur critique sévèrement les qualités des divers désincrustants employés; aucun d'eux n'a de valeur particulière permettant de justifier le prix élevé, l'adjonction d'un peu de soude caustique donnant exactement les mêmes résultats à un prix beaucoup plus faible. — E. B.

621.434. — Les moteurs à combustion interne à grande vitesse ; Ricardo. *Engineering*, 7 juin 1918, t. cv, p. 650-652, 4 400 mots, 7 fig. — La quantité d'air nécessaire à la combustion de 1 kg de pétrole du commerce est d'environ 15 kg ou encore un volume de vapeur de pétrole exige pour sa combustion un volume d'air quarante-cinq fois plus grand, soit un volume de vapeur égal à 2,25 pour 100 du volume d'air ; lorsque ce rapport descend au-dessous de 1,1 pour 100, le mélange ne s'enflamme plus à la pression atmosphérique ; l'auteur examine l'effet de l'excès d'air ou de combustible sur la pression engendrée et le rendement du moteur. Il examine ensuite le rendement volumétrique du moteur et montre qu'il dépend : 1° de la température du fluide à son entrée dans le cylindre ; 2° de la résistance qui lui est opposée à son entrée par les différents orifices d'admission et 3° de la pression résiduelle des produits de la combustion restant dans le cylindre ; le rendement volumétrique est indépendant du rapport de compression pourvu que la pression des gaz après l'échappement soit négligeable. Dans le cas des moteurs à pétrole, la température du fluide à l'admission est particulièrement basse par suite de la chaleur absorbée pour l'évaporation du combustible; l'auteur admet une température de 7° ou 280° de température absolue, il admet cependant que l'échauffement du mélange au contact des parois du cylindre l'amène à une température absolue de 330°, la densité du fluide est donc $\frac{273}{330} = 0{,}827$ et représente le rendement volumétrique sans tenir compte de la présence des gaz brûlés. Si l'on tient compte de cette présence, et dans le cas d'un rapport de compression 4/1, ce rendement volumétrique descend à $0{,}75 \times 0{,}827 = 0{,}62$ et la température absolue du mélange atteint 400° ; des courbes complètent cette partie de l'étude. L'auteur examine ensuite le cas de l'auto-inflammation, accident fréquent dans ce genre de machines et qu'il est assez difficile d'expliquer. En dernier appendice, l'auteur donne des résultats d'essais et de nombreuses courbes de rendement thermique, de rendement mécanique, etc. — E. B

621.434. — Moteurs Diesel à deux ou à quatre temps. *Engineering*, 28 juin 1918, t. cv, p. 727 et 728, 2 000 mots. — Il n'y a pas de sujet se rapportant à l'étude et à la construction des machines à combustion interne qui ait été l'objet d'autant de discussions que le choix du mode de fonctionnement, à deux temps, ou à quatre temps. On admettait généralement, en ces dernières années que le moteur à deux temps était plus avantageux que celui à quatre temps pour les grandes puissances par cylindre, pour un certain nombre de raisons parmi lesquelles il faut compter la plus grande régularité du couple moteur, les dimensions plus faibles du cylindre pour une même puissance et un même nombre de cylindres et en outre du fait que les soupapes d'échappement du moteur à quatre temps étaient d'une section limitée, ce qui n'est pas le cas pour le moteur à deux temps. — Quoi qu'il en soit, il existait des constructeurs réputés fabriquant exclusivement et pour des puissances quelconques, soit le moteur à deux temps, soit le moteur à quatre temps. Dans cet état de la question, la maison Tosi de Milan qui construit les deux types, résolut de faire une comparaison directe entre deux moteurs établis pour la même puissance, la même vitesse et devant être soumis aux mêmes essais ; le type choisi développait 1 300 ch à 300 t : min, le moteur à deux temps avait six cylindres, celui à quatre temps huit ; ces cylindres étaient à

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

peu près de mêmes dimensions. Chacun des moteurs fut soumis à un essai ininterrompu de cent quarante-cinq heures; le moteur à deux temps n'était pas capable de surcharge, le moteur à quatre temps put développer 1450 et même pendant peu de temps 1585 ch, la consommation en combustible par cheval-heure étant plus faible pour le moteur à quatre temps. En ce qui concerne la flexibilité de marche, le moteur à quatre temps était de beaucoup supérieur ; son nombre de tours fut abaissé à 100, le couple moteur restant constant ; à 120 t : min, dans les mêmes conditions, le moteur à deux temps s'arrêtait, la compression, à cette vitesse était insuffisante pour assurer la combustion du pétrole ; la maison Tosi a donc décidé de ne plus construire dans l'avenir, que le moteur à quatre temps. — E. B.

621.311.73. — Dispositif de commande électrique à distance pour disjoncteur dans l'huile ; Ateliers de constructions électriques de Delle. *Brevet français n° 483 732*, demandé le 7 décembre 1916, délivré le 13 mai 1917, publié le 2 août 1917, 450 mots, 1 fig.

621.311.77. — Economie résultant du montage en croix des relais à retour de courant. *Electrical World*, 25 mai 1918, t. LXXI, p. 1074, 950 mots, 3 fig.

621.311.74. — Mesures de sûreté à prendre dans le montage des interrupteurs et des commutateurs ; M. Samuels et N. Bechoff. *Electrical World*, 25 mai 1918, t. LXXI, p. 1075-1078, 2500 mots, 11 fig. — Dans cet article les auteurs indiquent comment on peut éviter des accidents par le verrouillage des commutateurs ou par l'emploi de disjoncteurs évitant toute espèce de fausse manœuvre.

621.311.9. — Les courts-circuits dans les alternateurs. N. S. Diamant. *Electrical World*, 18 mai 1918, t. LXXI, p. 1028-1031, 3800 mots, et 1er juin 1918, p. 1126-1128, 2500 mots, 8 fig. — Dans cet article, l'auteur s'est proposé de donner un résumé aussi complet que possible des phénomènes électromagnétiques qui se passent quand un court-circuit se produit dans un alternateur ou dans l'un des circuits qu'il alimente.

621.311.73. — Commutateur actionné mécaniquement pour courants de grande intensité ; Société anonyme Brown-Boveri et Cie. *Brevet français n° 484.697*, demandé le 5 mars 1917, délivré le 7 août 1917, publié le 30 octobre 1917, 600 mots, 5 fig.

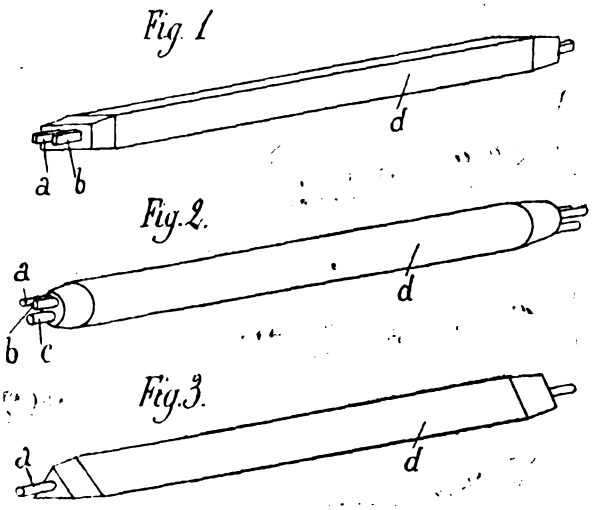
621.311.73. — Perfectionnements aux commutateurs à trois directions ; Michael William Birgen. *Brevet français n° 485.839*, demandé le 16 juin 1917, délivré le 21 novembre 1917, publié le 8 février 1918, 800 mots, 4 fig.

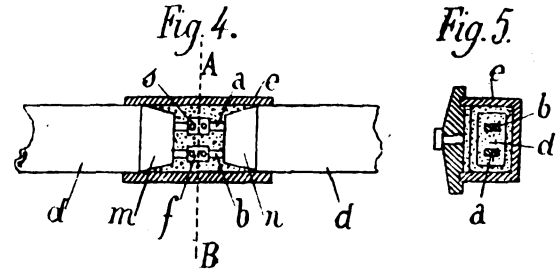
621.311.73. — Dispositif pour déclencher les commutateurs électriques fonctionnant automatiquement ; Karl Höhn. *Brevet français n° 485.869*, demandé le 20 juin 1917, délivré le 23 novembre 1917, publié le 15 février 1918, 3 050 mots, 18 fig.

621.315.00.12. — Calcul de lignes de distribution d'énergie économiques ; O. Reyneau. *Electrical World*, 25 mai 1918, t. LXXI, p. 1072-1073, 2 200 mots, 3 fig. — L'auteur donne une méthode de calcul assez simple s'appliquant à des lignes triphasées desservant des moteurs et assurant l'éclairage pendant un petit nombre d'heures.

621.315.6 : 667.813. — Les vernis isolants. *L'industrie électrique*, 10 novembre 1917, t. XXVI, p. 415-416, 1 500 mots. — Cet article donne une analyse d'un article publié sur le sujet dans « Electrician » du 24 août 1917.

621.315.2. — Procédé de fabrication de canalisations électriques et canalisation obtenue par ce procédé ; M. Ch. Borel (Suisse). *Brevet français n° 484 861*, déposé le 21 mars 1917, délivré le 21 août 1917, publié le 20 novembre 1917, 700 mots, 5 fig. — Canalisation électrique souterraine composée de conducteurs enfermés dans des blocs de béton qui, après prise, est soumis à un séchage lent à l'air, puis à un séchage plus rapide dans des étuves, après quoi il est imprégné à chaud d'une matière isolante en fusion de façon que la masse de béton en soit complètement imprégnée. — Les tronçons de canalisation ainsi

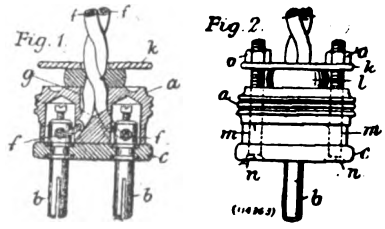




621.315.2. — Canalisation à enveloppe de béton, système Ch. Borel.

formés sont raccordés par des serre-fils, les joints sont enfermés dans une boîte de fonte remplie d'isolant. L'auteur s'est assuré par des recherches expérimentales de longue durée que les canalisations ainsi faites sont de qualités égales sinon supérieures aux canalisations courantes à isolant à base de cellulose imprégnée et armée. — A. P.

621.315.32. — Fiches de prise de courant ; W.-T. Henley's Telegraph Works Cy et W.-R. Clements. *Brevet*



621.315.32. — Fiches de prise de courant.

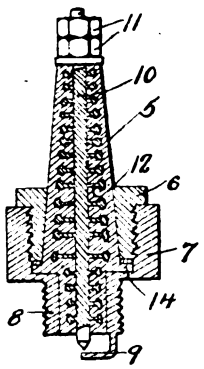
anglais n° 114363, déposé le 20 mai 1917, accordé le 10 avril 1918. Bibliographié dans *Engineering*, 31 mai 1918, t. CV, p. 624, 150 mots, 2 fig. — Cette invention consiste en

Digitized by Google

Digitized by Google

une fiche comprenant une pièce percée au centre K enfilée sur le câble f avant le corps de la fiche : un anneau de matière compressible l entoure le câble et est interposé entre la pièce k et la fiche. A est le corps cylindrique de la fiche portant les contacts ordinaires bb et fixés sur la plaque terminale c, en matière isolante ; cette plaque est fixée au corps de la fiche à l'aide des boulons ou vis m ; le câble flexible f entre par une ouverture g dans la pièce a, les conducteurs étant reliés aux contacts à la manière ordinaire. Les boulons m, dont les têtes n sont maintenues par la plaque terminale c, traversent tout le corps de la fiche et la pièce k au delà de laquelle sont serrés les écrous o de sorte que tout l'ensemble est solidarisé sur la plaque c. — E. B.

621.315.62. — Isolateur en porcelaine ou en verre, pour suspension caténaire des lignes électriques ; M. Maurice Trève (Seine-et-Oise). *Brevet français n° 484790*, déposé le 14 mars 1917, délivré le 14 août 1917, publié le 6 novembre 1917, 700 mots, 1 fig. — Isolateur constitué par une cloche en acier moulé et un tube en acier étiré, la liaison de ces deux pièces entre elles à l'intérieur et à l'extérieur de l'isolateur proprement dit, en porcelaine ou en verre, étant assurée par un certain nombre de billes de verre, de porcelaine ou même de fonte. — A. P.



621.315.62. — Perfectionnements aux isolateurs.

621.315.62. — Perfectionnements aux isolateurs ; M. I. Sayer (Etats-Unis). *Brevet français n° 485725*, déposé le 22 mai 1917, délivré le 8 novembre 1917, publié le 1er février 1918, 750 mots, 6 fig. — Isolateur en porcelaine ou autre matière plastique, dans laquelle est noyé un élément de consolidation ou noyau, rendant l'isolateur moins susceptible d'être brisé, tout en n'altérant pas ses qualités d'isolant. Cette armature métallique constitue, dans les bougies d'allumage pour moteurs à explosion, la tige centrale. — A. P.

621.311.74+621.311.9. — Dispositif de régulateur et d'interrupteur électromagnétique ; The Electric and Ordnance Accessories Cy et J. Etchells. *Brevet anglais n° 114320*, déposé le 3 janvier 1917, accordé le 10 avril 1918. Bibliographié dans *Engineering*, 31 mai 1918, t. cv, p. 624, 300 mots, 1 fig. — Le régulateur et interrupteur comprend un interrupteur électromagnétique du type à plongeur, le circuit magnétique étant complété en dehors de la bobine par une matière magnétique et une pièce polaire placée à l'intérieur de cette bobine (ou ces bobines), laquelle pièce polaire est isolée magnétiquement du circuit magnétique adjacent de manière à produire un champ magnétique extérieur actionnant une armature appartenant à un régulateur à vibrations. Le système complet comprend donc une base 1 (fig. 1 et 2) de matière magnétique ayant une ouverture rectangulaire 2. La bobine comprend un enroulement shunt 3 et un enroulement en série 4, elle possède également un tube central en laiton, elle est supportée par une pièce 6 faisant partie de la pièce de base. Une plaque de même forme à la partie supérieure 7 en fixe l'autre extrémité à la plaque de base 1. Un plongeur 9 porte un balai de contact 10 fermant les contacts 11 et 12 lorsque la bobine agit. Une pièce polaire 13 est fixée dans un anneau non magnétique qui est lui-même fixé dans une ouverture de la plaque d'extrémité 7. Sur un bloc 15 est monté un ressort à lame 16 supportant un disque ou anneau de fer doux 17 qui forme une armature. L'extrémité libre du ressort 16 porte un contact qui, normalement, est en contact avec 19, lequel est ajustable. Le ressort 16, l'armature 17 et les contacts forment le régulateur vibrant. La présence de l'anneau non magnétique entourant la pièce polaire 13 permet au circuit magnétique de l'ensemble d'être utilisé par le régulateur ; le champ magnétique est complété par la plaque de base qui est en fer. — E. B.

Fig. 1.

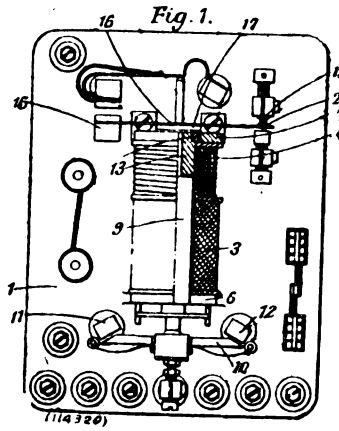
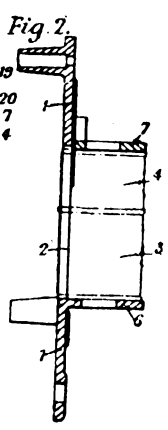


Fig. 2.



621.311.74+621.311.9. — Dispositif de régulateur et d'interrupteur électromagnétique.

621.311.74. — Interrupteur triphasé de 6000 A à 650 V. *Electrician*, 14 juin 1918, t. LXXXI, p. 133, 700 mots, 1 fig. — Description d'un appareil récemment construit à Manchester pour la commande d'un alternateur.

621.315.4. — La suppression des pertes par défaut d'isolement sur les lignes aériennes ; O. P. Morse. *Electric Railway Journal*, 8 juin 1918, t. LI, p. 1101, 500 mots, 1 fig. — Description d'un appareil destiné à obtenir rapidement la suppression des défauts d'isolement sur les lignes à haute tension.

621.316(42). — La liaison des réseaux de distribution d'énergie électrique du Sud du pays de Galles et du Moumouth shire. *Electrical Review*, Londres, 14 juin 1918, t. LXXXII, p. 562, 600 mots, 1 fig.

621.316.031.4. — Fonctionnement des réseaux de distribution d'énergie couplés en parallèle ; P. Jollyman. *Electrical World*, 18 mai 1918, t. LXXI, p. 1020-1022, 1 500 mots, 3 fig. — Dans cet article l'auteur examine ce qui se passe lorsque l'on couple ensemble plusieurs grands réseaux, spécialement lorsque des transformateurs de fréquence sont utilisés dans ce but.

621.317.5. — Compteur électrique enregistreur d'excès de consommation ; Alfred Woodward Burke. *Brevet français n° 484.668*, demandé le 2 mars 1917, délivré le 3 août 1917, publié le 30 octobre 1917, 2 100 mots, 9 fig.

621.317.5. — Nouveau compteur électrique ; Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. *Brevet français n° 482.345*, demandé le 4 octobre 1915, délivré le 18 décembre 1916, publié le 13 mars 1917, 2 500 mots, 3 fig.

621.317.7. — Compteur d'électricité à paiement préalable. Landis et Gyr. S. A. *Brevet français n° 482.611*, demandé le 21 août 1916, délivré le 12 janvier 1917, publié le 5 avril 1917 ; 1 350 mots, 3 fig.

621.317.8 + 341.3. — La variation des prix et la guerre ; William Hagenah. *Electrical World*, 18 mai 1918, t. LXXI, p. 1024-1026, 2 200 mots. — Des précédents pris dans l'histoire montrent que la diminution des prix sera très lente après la cessation des hostilités ; l'auteur montre dans cet article pourquoi il doit en être ainsi.

Digitized by Google

Digitized by Google

621.317.8 (73). — Ce que les commissions américaines font pour les tarifs. *Electrical World*, 8 juin 1918, t. LXXI, p. 1 189-1 190, 2 500 mots.

621.317.8 + 341.3. — Influence de la guerre sur la vente de l'énergie électrique aux États-Unis. *Electrical World*, 8 juin 1918, t. LXXI, p. 1 214-1 215 2 500 mots. — Un des principaux effets de la guerre sur l'industrie électrique a été de faire disparaître la lampe à filament de charbon trop dispendieuse. D'autres résultats sont également envisagés dans l'article en question.

STATIONS CENTRALES

621.311 + 341.3. — Le fonctionnement des stations centrales américaines pendant la guerre. *Electrical World*, 8 juin 1918, t. LXXI, p. 1 212-1 213, 1 500 mots. — L'étude de la charge des stations centrales américaines a montré que 90 pour 100 de la puissance fournie est absorbée par les industries de guerre.

621.311.00.3. — La marche des opérations des stations centrales des États-Unis. *Electrical World*, 1er juin 1918, t. LXXI, p. 1 139, 350 mots, 2 tab. — Statistique sommaire du fonctionnement financier de plusieurs stations centrales des Etats-Unis.

621.316.00.3 + 341.3. — Mesures de temps de guerre en vue d'assurer la distribution plus économique de l'énergie; H.-C. DEAN. *Electrical World*, 18 mai 1918, t. LXXI, p. 1 034-1 035. 1 250 mots, 2 fig. — Désirant améliorer les conditions économiques de fonctionnement de son réseau, le secteur de Long Island City a procédé à la transformation de sa distribution en la faisant passer du système diphasé au système triphasé, 4 fils. Il en est résulté que les pertes en ligne sur ce réseau ont diminué de plus de 200 kw et les variations de tension y sont devenues beaucoup moindres qu'auparavant.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.332. — Systèmes de distribution pour chemins de fer électriques; SOCIÉTÉ ANONYME WESTINGHOUSE. *Brevet français n° 483 811*, demandé le 13 décembre 1916, délivré le 18 mai 1917, publié le 14 août 1917, 3 100 mots, 2 fig.

621 337. — Systèmes de contrôle. SOCIÉTÉ ANONYME WESTINGHOUSE. *Brevet français n° 484 744*, demandé le 9 mars 1917, délivré le 11 août 1917, publié le 31 octobre 1917, 1 650 mots, 2 fig.

621.337. — Mécanisme de contrôle de sûreté pour véhicules à traction électrique; Richard GARRET and SONS. *Brevet français n° 485 637*, demandé le 29 mai 1917, délivré le 3 novembre 1917, publié le 24 janvier 1918, 1 150 mots, 7 fig.

629.12 : 621.348. — Le système turbo-électrique de propulsion des navires de Ljungström. *Engineering*, 12 juillet 1918, t. CVI, p. 30 et 31, 3 300 mots, 14 fig. — L' « Engineering » a donné dans son numéro du 3 mai dernier (*R. G. E.* 20 juillet 1918, t. IV, p. 20 documentation) la description générale de l'installation faite suivant ce système sur le steamer Wulsty Castle ; l'article actuel décrit les détails de cette installation. Le navire porte deux turbo-générateurs capables de développer chacun 625 kv-a en tournant à 3 600 t : min. La turbine du système Ljungström est alimentée à la vapeur surchauffée, ce qui est plutôt rare à bord des navires. Une planche donne une vue en coupe de la turbine et des deux alternateurs. Une chose digne de remarque est le faible encombrement de la turbine elle-même : l'ensemble de la partie mobile a un diamètre extérieur égal à 700 mm et une longueur suivant l'axe qui ne dépasse pas 440 mm et son poids total est seulement de 200 kg environ. La turbine est comme on le sait une turbine radiale, les anneaux à aubes à réaction de deux disques sont intercalés les uns dans les autres, la vapeur entre dans l'anneau de plus petit diamètre et passe d'anneau en anneau jusqu'à la partie extérieure qui communique avec le condenseur ; les deux disques tournent en sens contraire et actionnent chacun un alternateur, les deux alternateurs sont couplés en parallèle. Une excitatrice pour le groupe est montée à l'extrémité de l'arbre de l'un des alternateurs, le régulateur et la pompe à huile sont actionnés par le même arbre et logés entre l'excitatrice et les anneaux d'amenée du courant d'excitation. La bride de l'orifice d'échappement de la turbine est boulonnée directement sur le condenseur, le poids de chacun des alternateurs est supporté par des barres à extrémités sphériques reposant sur des disques montés sur des ressorts ; de cette manière, le condenseur, la turbine et les alternateurs sont libres de se dilater en fonction des variations de température sans qu'il en résulte aucune distorsion. L'article donne la description complète de la turbine et de ses éléments et sera continué. — E. B.

ÉCLAIRAGE

621.326. — Perfectionnements aux lampes à incandescence. COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON. *Brevet français n° 20377*, demandé le 22 novembre 1915, délivré le 8 septembre 1917, publié le 28 novembre 1917, 1 450 mots, 2 fig.

621 326. — Perfectionnements aux lampes à incandescence ; M. SHIGEZO YUYAMA. *Brevet français n° 485 079*, demandé le 13 avril 1917, délivré le 14 septemblre 1917, publié le 11 décembre 1917, 750 mots, 4 fig.

621.326. — Lampe à incandescence; M. Francis Marius Alexis WYBAILLIE et August PEYMAN. *Brevet français n° 485 226*, demandé le 26 avril 1917, délivré le 28 septembre 1917, publié le 20 décembre 1917, 1 250 mots, 7 fig.

621.326. — Disposition de lampe électrique à incandescence forme bougie; Carl AMMENTORP. *Brevet français n° 484 887*, demandé le 22 mars 1917, délivré le 25 août, publié le 20 novembre 1917, 650 mots, 1 fig.

621.326. — Perfectionnements aux lampes à incandescence. LODEWIJK HAMBURGER DIRK LELY JUNIOR et SOCIÉTÉ DITE NAAMBOOZE VENNOOTSCHAP PHILIPS GLOCILAMPENFABRICKEN. *Brevet français n° 485 539*, demandé le 15 décembre 1916, délivré le 26 octobre 1917, publié le 16 janvier 1918, 950 mots.

621.326. — Lanternes pour lampes à incandescence ; SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DES VÉHICULES. *Brevet français n° 485.579*, demandé le 22 mai 1917, délivré le 27 octobre 1917, publié le 23 janvier 1918, 750 mots, 3 fig.

621.328.2. — Pièce de suspension entièrement en matière isolante avec passages de fils pour lanternes électriques ; SOCIÉTÉ G. GRIMMEISEN ET Cie. *Brevet français n° 485.011*, demandé le 5 avril 1917, délivré le 7 septembre 1917, publié le 4 décembre 1917, 750 mots, 6 fig.

621.326. — Quelques points intéressants relatifs au remplacement des lampes « Atlantic ». *Electrical Review*, Londres, 7 juin 1918, t. LXXXII, p. 532, 900 mots, 2 fig.

621.326.11. — Perfectionnements aux machines à fabriquer les ampoules de lampes électriques à incandescence et autres articles en verre; SOCIÉTÉ DITE : THE WESTLAKE EUROPEAN MACHINE COMPANY. *Brevet français n° 485.914*, demandé le 23 juin 1917, délivré le 27 novembre 1917, publié le 20 février 1918, 3 000 mots, 4 fig.

621.326.13. — Douille de lampe électrique à interrupteur; Paul GIRARD. *Brevet français n° 484.836*, demandé

Digitized by Google

Digitized by Google

le 17 mars 1917, délivré le 21 août 1917, publié le 13 novembre 1917, 500 mots, 3 fig.

621.326.43. — Douille et arrêt de lampe électrique combinés et perfectionnés; Arthur Henri Short. *Brevet français n° 484.838*, demandé le 20 mars 1917, délivré le 21 août 1917, publié le 13 novembre 1917, 750 mots, 7 fig.

621.327.3. — Une nouvelle lampe à vapeur de mercure! *E. T. Z.*, 28 mars 1918, t. XXXIX, p. 129, 100 mots, 1 fig, D'après *Verh. d. Deutsch Physik Geselsch.*, p. 239. — Cette nouvelle lampe à ampoule de quartz a une forme annulaire; les deux récipients à mercure formant électrodes sont fondus ensemble et peuvent échanger leurs calories. Un système de refroidissement par eau permet de faire varier le courant de 2 à 10 A et la tension de 25 à 250 v. L'intensité lumineuse atteint 5 000 bougies avec une consommation de 0,2 w : b. — J. C.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.364.3. — Appareils électriques de chauffage pour installations industrielles; F. Rutgers. *Schweizerische Bauzeitung*, 27 avril 1918, t. LXXI, p. 181 à 185, 4 500 mots, 12 fig. — L'auteur rappelle que le rapport du nombre des calories fournies par 1 kg de charbon et 1 kw-h est de 8 : 1 environ, mais qu'en raison du meilleur rendement des appareils électriques ce rapport descend le plus souvent à 6 et même 5. En transformant des chaudières en vue de leur chauffage par l'électricité, il est arrivé à réduire ce nombre à 4 et parfois à 3. Il cite le cas d'une installation qui exigeait 400 kg de charbon, et pour laquelle le même service a pu être assuré en consommant, 575 kw-h; la dépense de combustible était ainsi ramenée de 60 à 40 fr. La transformation des installations existantes est peu coûteuse. Quant aux installations nouvelles il est plus économique de les prévoir électriques qu'au charbon. La transformation est surtout avantageuse dans tous les cas où le chauffage doit être intermittent, ce qui est le cas général des immeubles et des ateliers. L'auteur décrit quelques modèles d'appareils utilisant l'air chaud ou la vapeur : les premiers comportent des ventilateurs électriques centrifuges et des résistances chauffantes, les seconds sont des chaudières à tubes chauffants. L'article donne des schémas et photographies des principaux appareils. — J. C.

621.364.5. — Deux nouveaux appareils pour le chauffage électrique de l'eau; F. Biermann. *E. T. Z.* 28 mars 1918, t. XXXIX, p 126-127, 1 300 mots, 2 fig. — L'un de ces appareils est un bouilleur à plongeur destiné à fonctionner sur courant triphasé et formé de 3 plaques de charbon de 20 × 20 cm et maintenues à une distance de 10 mm l'une de l'autre par un boulon isolé. Cet appareil branché sous 220 v dans 300 litres d'eau froide à 8° consomme 20 A. Au bout d'une heure la température de l'eau est 40° et le courant atteint 34 A. En retirant l'une des plaques on peut régler le régime à volonté. On peut aussi diminuer le débit en écartant les plaques. Cet appareil convient surtout pour le chauffage des bains. — Le second est une sorte de cafetière renfermant aussi des électrodes en charbon mais formées de cylindres emboîtés les uns dans les autres à une distance de 5 mm seulement et disposés de façon à assurer une bonne circulation de l'eau, qui devient rapidement bouillante. Sa consommation est de 25 A sous 220 v. Les principaux avantages de ces 2 appareils sont la simplicité, la robustesse et l'économie de la fabrication. — J. C.

621.392. — Notes sur les procédés de soudure. *Electrical Review*, 24 mai 1918, t. LXXXII, p. 501-502, 1 600 mots. — Résumé d'une discussion sur ce sujet à l'Institution of Engineers and Shipbuilders in Scotland.

665.882 : 625.26. — Soudure et découpage au chalumeau oxy-acétylénique dans les ateliers de locomotives. *Locomotive Magazine*, t. XXIII, (1917), p. 202-204, 229-232, 252-254; t. XXIV, (1918), p. 9-10, 36-37, 54-55, 103-104; 21 fig et dessins.

621.392. — Essais de solidité des soudures autogènes E. Hohn. *Schweizerische Bauzeitung*, 15 juin 1918, t. LXXI, p. 255-256, 2 100 mots, 1 tab. — Compte rendu de divers essais faits à l'usine d'Augsburg sur différents genres de tôles de chaudière. La charge de rupture oscille entre 32 et 36 kg : mm² soit de 82 à 100 pour 100 de celle de la tôle. La rupture se fait au niveau de la soudure dans la moitié des cas. — J. C.

621.431.42. — Perfectionnements aux dynamos d'allumage; Société Splitdorf Electrical C°. *Brevet français, n°486.722*, demandé le 8 septembre 1917, délivré le 8 février, publié le 1er mai 1918, 2 100 mots, 5 fig.

611.431.42. — Perfectionnements aux dynamos d'allumage; Mason (C.). *Brevet français, n° 486.028*, demandé le 4 juillet 1917, délivré le 7 décembre 1917, publié le 5 mars 1918, 3 350 mots, 12 fig.

621.431.42. — Magnéto d'allumage à haute tension; Chailliey (C.) *Brevet français n° 485.950*, demandé le 5 juin 1917, délivré le 1er décembre 1917, publié le 20 février 1918, 900 mots, 4 fig.

621.431 42. — Perfectionnements aux magnétos multipolaires; Société Bosch Magneto C°. *Brevet français n° 484.710*, demandé le 7 septembre 1917, délivré le 8 février 1918, publié le 1er mai 1918, 1 950 mots, 4 fig.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654.6 : 35.823.6. — L'emploi des téléphones sur le front français. *Electrical World*, 18 mai 1918, t. LXXI, p. 1 023, 400 mots. — En quelques lignes le major général Bell donne le principe d'un des systèmes de repérage des batteries par le son employé en France.

654.2. — Batterie centrale télégraphique. — Service d'études et de recherches techniques de l'administration des Postes, Télégraphes et Téléphones. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1918, p. 356-359, 1 200 mots. — L'utilisation des courants industriels, en vue de supprimer les piles dans les centres télégraphiques, conduit tout naturellement à généraliser l'emploi des systèmes de batterie centrale, qui permettent la même suppression dans les bureaux secondaires. Deux de ces systèmes vont être installés comparativement à Moulins, l'un de M. Wilfrid Blanchon, déjà en usage à Chartres, dans lequel la batterie centrale est amenée à la sortie de l'appareil récepteur du poste principal, et donne un courant continu qui traverse les appareils des trois postes; la transmission consiste à interrompre ce courant. Dans le second système, expérimenté seulement, jusqu'ici, en laboratoire, la batterie centrale est amenée de la même façon, mais le courant qu'elle engendre ne dépasse pas 5 à 6 milliampères grâce à des résistances additionnelles placées dans les bureaux correspondants; les récepteurs sont réglés pour rester insensibles à cette faible intensité. Lorsqu'un poste secondaire abaisse son manipulateur, il donne à la ligne une terre directe; la suppression des résistances additionnelles a pour effet de porter l'intensité à 18 ou 20 milliampères et le récepteur du poste principal est actionné; pour transmettre à son tour, ce dernier dispose d'une tension spéciale assez élevée pour donner l'intensité convenable à travers les résistances additionnelles.

Le système Blanchon nécessite des récepteurs spéciaux, puisque c'est le relèvement de l'armature et non plus son abaissement, qui donne le signal. Le parleur ne peut y être adapté que si on le fait commander par un relais, c'est-à-dire au poste principal seulement. Le second système permet l'utilisation, sans modification, des appareils existants, Morse ou parleur.

Digitized by Google

Digitized by Google

654.25. — Note sur l'action des circuits couplés et leurs analogies mécaniques; H.-C. Plummer. *Phil. Magazine*, décembre 1917, t. xxxiv, p. 510-517, 2 750 mots, 3 fig.

654.25. — Courbes caractéristiques de divers types d'audions; A.-D. Cole. *Physical Review*, avril 1918, 2e série, t. xi, p. 330, 900 mots. — L'auteur a étudié les variations dans le courant de la plaque et le courant de la grille d'un tube audion lorsqu'on fait varier les facteurs suivants : différence de potentiel entre le filament et la grille, différence de potentiel entre le filament et la plaque, intensité du courant dans le filament, intensité du signal reçu, type de la source de signaux, modèle de l'audion et degré du couplage dans le circuit d'envoi des signaux. — A. B.

654.25 + 629.13. — La télégraphie sans fil et la navigation aérienne. Etat de la question au point de vue juridique; H. Thurn. *E. T. Z.*, 4 avril 1918, t. xxxix, p. 133-134, 3 700 mots. — Cette étude indique quels sont les principaux points de vue à envisager pour l'établissement d'un code international de la navigation aérienne, en ce qui concerne les communications radiotélégraphiques.

654.25 + 621 311.7. — Effet de la capacité des hélices horizontales employées en télégraphie sans fil ainsi que dans le cas des appareils de protection des lignes de transmission; A. Press. *Electrician*, 7 juin 1918, t. lxxxi, p. 106-107, 1100 mots, 1 fig. — Etude théorique du phénomène dit de Lecher ou de Sebit dont sont le siège les hélices horizontales parcourues par des courants de haute fréquence.

654.6. — La limite de l'accroissement de la portée des lignes téléphoniques par l'emploi de bobines de réactance (Pupinspulen). H. Jordan. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 14 février 1918, t. xxxix, p. 61-62, 3 500 mots, 1 fig. — En transformant les relations fondamentales entre les constantes principales des lignes téléphoniques et l'amortissement spécifique, ainsi que les expressions de la charge inductive qui donne l'amortissement minimum pour une ligne déterminée, l'auteur fait ressortir l'influence des constantes des bobines et de la perte angulaire du diélectrique. Ceci fait, il forme le rapport entre les amortissements spécifiques des canalisations non chargées et des mêmes canalisations, chargées de la manière la plus favorable. Ce rapport est égal à la limite de l'accroissement de la portée par l'emploi de bobines d'induction. Les facteurs d'amélioration les plus favorables qu'on puisse obtenir dépendent seulement des constantes des bobines et des pertes angulaires du diélectrique aussi bien pour les câbles que pour les lignes aériennes, et sont par contre indépendantes de la capacité et de la résistance de ces canalisations. — E. P.

MÉDECINE ET HYGIENE

612.014.42. — La mort par fort courant et la question du sauvetage; Dr H. Boruttau. *E. T. Z.*, 28 février et 7 mars 1918, t. xxxix, p. 81-84 et 94-96, 10000 mots, 4 fig. — L'auteur rappelle les différents travaux et les théories échafaudées jusqu'à ce jour pour expliquer la mort par électrocution. D'Arsonval et Kratter (de Gratz) admettaient qu'elle survient par l'arrêt de la respiration, soit par suite de l'action directe du courant sur les centres nerveux qui commandent les mouvements de la respiration, soit indirectement par l'action réflexe des nerfs périphériques. L'examen du cerveau de nombreux sinistrés n'a jamais accusé de lésion permettant de confirmer la première hypothèse, alors même que le contact s'est produit par la tête, ce qui est rare. Aussi l'école viennoise a-t-elle adopté la seconde hypothèse (action des réflexes) dans laquelle l'influence de la peur se fait sentir d'une façon prépondérante (on sait que le sommeil, naturel ou provoqué, diminue considérablement le danger du courant électrique). L'auteur estime au contraire que les expériences de Prévost et Battelli, commencées en 1898 et confirmées depuis, ont montré nettement que la mort est due, le plus généralement, à l'arrêt du cœur, par suite d'une contraction qui subsiste même après l'ouverture du courant, et qui entraîne la mort par asphyxie des organes. Il décrit cette contraction du cœur, attestée par la radiographie, et montre qu'elle entraîne bien la mort, si le mouvement rythmique ne lui est pas rendu artificiellement par les moyens connus. Cet effet est produit par le passage du courant dans la région du cœur, qui est une condition nécessaire, de sorte que la distribution du courant à l'intérieur du corps a une importance prépondérante. L'auteur étudie aussi l'influence des autres facteurs : la tension qui peut être dangereuse à partir de 50 v, la fréquence particulièrement dangereuse aux environs de 50 p : sec. Au-dessus de 1 200 v alternatifs, le danger diminue, et une tension suffisamment élevée peut même rétablir le rythme normal, lorsque le cœur est arrêté depuis moins d'un quart d'heure. Par contre, les hautes tensions produisent des brûlures et des accidents souvent mortels. Néanmoins les statistiques montrent que l'arrêt du cœur est la cause principale de la mort : sur 340 cas mortels, il y en a 102 dans lesquels le courant a certainement traversé le cœur, 82 dans lesquels il l'a traversé probablement, 20 dans lesquels il a traversé aussi la tête, et 8 seulement dans lesquels le cœur n'a probablement pas été traversé par le courant (non compris 12 cas de brûlure, 17 cas de chute mortelle et 99 cas douteux) ; 66 de ces cas ont été provoqués par des tensions inférieures à 220 v ; 282 sont dus au courant alternatif, et 8 seulement au courant continu. — La question du sauvetage se ramène donc dans la plupart des cas dans la remise en fonction du cœur : la statistique montre que l'intervention doit être prompte ; sur 42 sinistrés auxquels on a appliqué la respiration artificielle, 37 sont morts au bout d'une heure, 5 seulement en moins d'une heure. L'auteur préconise les mesures préventives suivantes : 1° empêcher le courant de traverser la région du cœur, en lui offrant un passage moins dangereux à l'aide, par exemple, de vêtements spéciaux ; 2° prendre toutes les précautions nécessaires pour isoler électriquement les monteurs travaillant sur les lignes. — J. C.

612.014.42. — La mort par fort courant et la question du sauvetage; Dr S. Jellinek. *E. T. Z.*, 6 juin 1918, t. xxxix, p. 221-224, 4800 mots. — Discussion et critique acerbe de l'article précédent.

621.382. — Machine statique pour applications médicales. *Electrician*, 17 mai 1918, t. lxxxi, p. 47, 300 mots, 1 fig.

APPLICATIONS DIVERSES

621.39 : 628.53. — La précipitation électrique des fumées par le procédé Cottrell et la « Research Corporation ». *La Technique moderne*, janvier 1918, t. x, p. 38-40, 1900 mots, 6 fig. — Cette note résume divers articles publiés par les journaux américains. Elle indique l'origine de la fondation de la « Research Corporation » : en 1911, Cottrell proposait à la Smithsonian Institution de lui faire l'abandon de la majeure partie des bénéfices devant résulter de l'exploitation des procédés Cottrell pour la précipitation électrique des fumées à la condition d'utiliser ces bénéfices à favoriser des études et des recherches d'ordre scientifique et industriel ; la proposition fut acceptée. La note donne ensuite la description des procédés Cottrell et signale quelques-unes des applications qui en ont été faites.

ENSEIGNEMENT, ÉDUCATION, APPRENTISSAGE

373 : 331 86. — La réforme de l'enseignement secondaire; H. Le Chatelier. *Revue de Métallurgie*, janvier 1918, t. xv, p. 1-18, 9000 mots.

331.86 : 373. — L'enseignement technique secondaire. *R. G. E.*, 15 juin 1918, t. iii, p. 885. Analyse d'un rapport de Léon Eyrolles à la section VIII « Organisation rationnelle du travail industriel » du Congrès du Génie civil.

Digitized by Google

Digitized by Google

621.31 (072) (44). — L'Institut électrotechnique et de mécanique appliquée de l'Université de Toulouse ; Camichel et Eydoux. *Génie civil*, 27 avril 1918, t. LXXII, p. 289-294, 5 000 mots, 7 fig.

621.31 (071.1) (73) — Les cours d'électricité à l'Ecole d'Ingénieurs de Milwaukee *Electrical Review*, Chicago, 23 mars 1918, t. LXXII, p. 513-515, 3 000 mots, 6 fig.

621.31 (072) (73). — Les cours d'essais électriques de la General Electric Co. *G. E. R.*, avril 1918, t. XXI, p. 239. 800 mots, 1 fig. — Courte note indiquant brièvement les résultats particulièrement satisfaisants obtenus en faisant suivre ces cours aux jeunes ingénieurs de la Compagnie. La figure donne une vue photographique prise pendant un essai d'un groupe turbo-alternateur de grande puissance.

621.31 (072) (73). — Les cours d'essais électriques de la General Electric Co; Chas. M. Ripley. *G. E. R.*, avril 1918, t. XXI, p. 300-312, 8000 mots, 8 fig., 7 tableaux. — L'auteur examine en détail les résultats dont il est question dans la note précédente.

USINES ET ATELIERS. EXPLOITATION

331.86 : 341.33 (42). — Emploi des mutilés de la guerre dans les ateliers de réparation d'appareils de mesure à Glasgow. *Electrical Review*, de Londres, 3 mai 1918, t. LXXXII, p. 429-430, 1 500 mots, 4 fig.

621.317.8. — Méthodes de guerre pour l'établissement des factures mensuelles des abonnés des Compagnies d'électricité. *Electrical World*, 16 mars 1918, t. LXXI. p. 562-563, 1 850 mots.

331.2. — Système de tarification des salaires ; Louis Conge. *R. G. E.*, 29 juin 1918, t. III, p. 949-950, 1 000 mots, 1 fig. — La question de la tarification des salaires a déjà été l'objet de nombreux travaux parmi lesquels nous rappellerons seulement celui qu'a publié la « R. G. E. » dans son numéro du 9 juin 1917, sous le titre : « Formules des divers tarifs de salaires » et celui de M. Bayle qui, après avoir donné lieu à une communication à la Société internationale des Electriciens, a été exposé longuement dans « La Revue électrique », 17 novembre, 1er et 15 décembre 1916, t. XXVI, p. 314, 343 et 379. La note de M. Conge apporte une nouvelle contribution à la question.

331.2. — L'élévation des salaires avec le coût de la vie aux Etats-Unis ; L.-K. Comstock. *Electrical World*, 16 mars et 23 mars 1918, t. LXXI, p. 552 et 615, 5 000 mots, 1 fig.

621.317.8. — Le moyen de donner un bon service pour un bon prix ; Frank Putnam. *Electric Railway Journal*, 4 mai 1918, p. 851-852, 2 400 mots. — Beaucoup d'exploitants américains de chemins de fer électriques savent parfaitement organiser leur service, connaissent à fond le point de vue technique et administratif mais ignorent totalement la question commerciale, en un mot, ils ne savent pas vendre leurs services un bon prix. L'article en question examine ce dernier point de vue et montre ce qu'il y a à faire dans cette voie.

MATIERES PREMIÈRES

553.3. (44). — L'inventaire des minerais de fer armoricains. *R. G. E.* 29 juin 1918, t. III, p. 951, 450 mots, Analyse du rapport de L. Cayeux à la section IV « Mines et Métallurgie » du Congrès du Génie civil.

553.1. (42). — Les ressources en minerais de la Grande-Bretagne. *Electrical Review*, 29 mars 1918, t. LXXXII, p. 300, 800 mots.

669.18 : 621.727. — Fragilité de l'acier après décapage et moyens d'y parer. *Bulletin des Usines de guerre*, 8 avril 1918, t. II, p. 400. — Dans deux mémoires présentés à l'Association des Électrochimistes américains par G. Coulson et T.-I. Fuller, ces auteurs démontrent que l'hydrogène libéré à la cathode dans les bains d'étamage rend cassants les ressorts d'acier et M. Fuller prouve qu'on peut l'éviter en trempant d'abord les ressorts dans l'étain fondu.

669.143.4. — Acier trempé spécial extra-rapide (hardening cobaltcrom high-speed steel). *Locomotive Magazine*, 15 mars 1918, p. 47, 500 mots.

669.745.062 + 669.265.062. — Dosage rapide du manganèse et du chrome dans les produits sidérurgiques. Travers. *Revue de Métallurgie*, janvier 1918, t. XV, p. 1-2, 1 500 mots.

669.231. — Le platine. *R. G. E.*, 29 juin 1918, t. III, p. 951, 150 mots. Analyse du rapport de Caplain-Saint-André à la section IV « Mines et Métallurgie » du Congrès du Génie civil.

669.3. — L'emploi économique du cuivre ; O. Reyneau. *Electrical World*, 8 juin 1918, t. LXXI, p. 1208-1 210, 2 800 mots, 5 fig. — Dans cet article l'auteur montre comment on arrive à avoir intérêt à relever certaines lignes, étant donné le prix élevé du cuivre surtout lorsqu'elles rapportent peu ou à les remplacer par d'autres à section plus faible.

669.3.03. — Les propriétés physiques du cuivre et les facteurs qui les influencent; Paul D. Merica, du Bureau of Standards, *Metall. and Chem. Eng'ing*, 15 mars 1918, t. XVIII, p. 303-307, 4 500 mots, 7 fig. 7 tab. — Dans cette partie de son étude (la troisième), l'auteur examine l'influence de la température du traitement thermique et des impuretés sur la conductivité électrique et les propriétés thermiques du cuivre.

669.3.03. — Les propriétés physiques du cuivre et les facteurs qui les modifient; Paul D. Merica. *Metall. and Chem. Eng'ing*, 1er février et 1er mars 1918, t. XVIII, p. 121-128 et 192-195, 7 200 mots, 16 fig. 4 tab. — L'auteur commence par la métallographie du cuivre et donne à ce propos 10 photographies se rapportant au cuivre électrolytique, au cuivre fondu et au cuivre étiré. Il passe ensuite à ses propriétés électriques et magnétiques, puis à ses propriétés thermiques et à ses propriétés mécaniques.

669.63. — La métallurgie de l'étain. *R. G. E.* 29 juin 1918, t. III, p. 955, 400 mots, Analyse du rapport de Marcel Basset à la section IV, « Mines et Métallurgie » du Congrès du Génie civil.

669.43.00.3. — La situation économique de la métallurgie du plomb. *R. G. E.*, 22 juin 1918, t. III. p. 922-926, 1 000 mots, 16 tab. Analyse du rapport de Guillet à la section IV « Mines et Métallurgie » du Congrès du Génie civil.

661.886.1. — La métallurgie de l'antimoine. *R. G. E.*, 22 juin 1918, t. III. p. 926, 180 mots. Analyse du rapport de Marcel Bivier à la section IV « Mines et et Métallurgie » du Congrès du Génie civil.

669.71. — L'aluminium. *R. G. E.*, 22 juin 1918, t. III. p. 921-922, 700 mots. Analyse du rapport de Séjournet à la section IV « Mines et Métallurgie » du Congrès du Génie civil.

669.71. — Le passé, le présent et l'avenir de l'aluminium. *Journal du Four électrique et de l'Electrolyse*, 15 décembre 1917, 26e année, p. 326-328, 1 250 mots. — Cet article reproduit une note de Jos. W. Richards parue dans « Metallurgical and Chemical Eng'ing » de septembre, note qui se termine ainsi : « L'emploi et l'utilité de l'aluminium continueront à croître rapidement ; il deviendra meilleur marché

Digitized by Google

Digitized by Google

après la guerre et prendra rang parmi la demi-douzaine de métaux utiles au genre humain. La production actuelle de 100 000 t par an atteindra un million de tonnes avant le milieu du siècle et son utilité pour le genre humain le placera à côté du cuivre où il ne sera surpassé que par le fer et l'acier. »

669.715. — Alliage d'aluminium; William A. Mc Adams. *Brevet américain n° 1247977*, 27 novembre 1917. Bibliographié dans *Metall. and Chem. Eng'ing*, 15 janvier 1918, t. XVIII, p. 101. — Cet alliage est formé de 100 parties en poids d'aluminium, 17 de cuivre, 5 de zinc, 1,5 d'antimoine et 1 d'argent. Pour le préparer on fond l'antimoine dans environ un quart de l'aluminium nécessaire; on ajoute alors le cuivre puis l'argent; on laisse quelque peu refroidir et on ajoute le reste de l'aluminium; après un nouveau refroidissement on fait l'addition du zinc; on enlève l'écume et on coule en lingots.

669 245.1. — Les alliages non attaquables par les acides; Roland Irmann. *Metall. and Chem. Eng'ing*. 1er mars 1918, t. XVIII, p. 261, 650 mots. — Cette note signale un travail important sur ces alliages publié par *Chemical Trade Journal and Chemical Engineer*. Pour l'acide sulfurique chaud et concentré, Irmann recommande un alliage au nickel contenant 43,65 pour 100 de cuivre, 3,9 pour 100 de tungstène, 1,87 pour 100 de fer et le reste de nickel.

677.511. — L'amiante et ses applications modernes; Alfred Renouard. *La Nature*, 25 mai 1918, n° 2330, p. 327-332, 3 600 mots, 3 fig. — L'amiante offre une grande résistance au feu, une élasticité constante, une faible conductibilité de la chaleur, un pouvoir isolant de l'électricité, une grande porosité lorsqu'il se trouve en couches serrées et une résistance aux acides. Ces propriétés permettent ses emplois nombreux dans l'industrie. L'auteur décrit les gisements; la préparation et l'extraction de l'amiante ainsi que ses principales applications: dans l'industrie électrique, on s'en sert pour fabriquer des gants isolants, des tuyaux pour faire passer les câbles afin d'obvier au danger d'incendie en cas de court-circuit, des plaques isolantes pour machines dynamo-électriques, etc.

678.3.026. — La vulcanisation du caoutchouc: Andrew H. King. *Metall. and Chem. Eng'ing*, 1er mars 1918, t. XVIII, p. 243-248, 6500 mots, 4 tab. — L'auteur passe en revue les diverses théories qui ont été proposées pour expliquer la vulcanisation: théorie chimique, théorie de l'absorption, théorie d'Ostromysleuski, théorie d'Erdmann. Il étudie ensuite la relation existant entre le coefficient de vulcanisation et les propriétés physiques du caoutchouc, puis il examine l'influence des facteurs, masse, catalyse et température sur la vulcanisation.

COMBUSTIBLES

662.65.(44). — Le bassin houiller des Alpes françaises. *R. G. E.* 8 juin 1918, t. III, p. 841-848, 6800 mots, 1 tab. — D'après M. Kilian, professeur à l'Université de Grenoble, une seule des zones de ce bassin, la zone intra-alpine, s'étend sur 160 km de longueur, sur 7 km environ de largeur, couvrant « une surface équivalente à celle de tous les bassins houillers français actuellement exploités ». Bien que le combustible qu'on y trouve, l'anthracite, n'ait pas les qualités de nos charbons du Nord, il est cependant utilisable aussi bien pour les besoins industriels, que pour les besoins domestiques. On trouvera dans l'article quelques indications, d'après une conférence faite récemment à Grenoble par M. l'ingénieur G.- A. Maillet, sur l'importance des gisements de ce bassin, sur les efforts qui ont été faits pendant la guerre pour en augmenter la production et sur les emplois que peut trouver dans la région le combustible extrait, en particulier à l'alimentation d'usines thermiques d'électricité venant en aide aux usines hydro-électriques pendant la période des basses eaux.

662.64 + 621.31. — La tourbe et l'industrie électrique; P. Guieu. *R. G. E.* 25 mai 1918, t. III, p. 768-774, 5 000 mots, 11 fig. — Dans une étude générale de l'industrie de la tourbe (*R. G. E.*, 8, 22 et 29 décembre 1917, t. II), l'auteur a exposé précédemment les différents modes de prospection des tourbières, d'extraction et d'utilisation de la tourbe. Il précise ici les conditions d'exploitation au louchet à main, le procédé le plus anciennement pratiqué et qui malgré tout est encore le plus répandu en France. Le séchage naturel fait ensuite l'objet d'un chapitre spécial suivi de la description des divers procédés de séchage artificiel qui avaient été simplement mentionnés. L'article se termine par l'étude des procédés de carbonisation humide de la tourbe qui, s'ils ne semblent pas encore avoir donné des résultats industriels, ne doivent cependant pas être négligés.

662.74. — Emploi du coke pour la production de la vapeur. *Electrician*, 24 mai 1918, t. LXXXI, p. 65. 800 mots.

662.84. — Une expérience avec du charbon pulvérisé: E. Macinnis. *Electrical World*, 18 mai 1918, t. LXXI, p. 1032-1034, 2500 mots, 1 fig., 2 tabl. — Dans cet article, l'auteur montre d'abord comment doit être pulvérisé le charbon en vue de son utilisation au chauffage des chaudières à l'aide d'un appareil spécial qu'il décrit.

662.84 : 621.761 (73). — L'emploi du charbon pulvérisé dans les usines sidérurgiques des Etats-Unis; Les forges Dilworth, Porter and Co a Pittsburgh, et les usines de l'American and steel Co a Lebanon (Pensylvanie. E.-U.). *Génie civil*, 13 avril 1918, t. LXXII, p. 250, 6400 mots, 9 fig. — L'emploi du charbon pulvérisé pour le chauffage des chaudières ou des appareils métallurgiques permet l'utilisation de combustibles de second choix ou de fines qui étaient perdus jusqu'ici. On peut employer les combustibles pulvérisés dans des gazogènes alimentant des moteurs à gaz; on les a utilisé également pour le chauffage des chaudières fixes ou de locomotives et enfin dans des fours métallurgiques. Notre confrère fait l'historique de l'emploi des combustibles pulvérisés et décrit, d'après l' « Iron Age » du 28 février 1918, les installations des forges Dilworth, Porter and Co à Pittsburg (E.-U). Le charbon tout venant ou fines est d'abord broyé aux dimensions de 0,03 m, il est ensuite séché de façon à contenir moins de 1 pour 100 d'humidité, il est versé par un convoyeur à godets dans deux réservoirs de 5 t, d'où il passe dans des pulvérisateurs systèmes Raymond; un aspirateur à air le conduit de là à des séparateurs cyclone au sortir desquels il se dépose dans un réservoir de 8 t. Tous les appareils sont actionnés électriquement, les moteurs sont à démarreurs automatiques, un enclanchement approprié évite les fausses manœuvres. Du réservoir d'approvisionnement de 8 t, le charbon passe dans deux réservoirs de mise en charge de 5 t, d'où il est pris par un courant d'air comprimé qui le conduit aux fours. Des brûleurs spéciaux assurent la combustion du charbon pulvérisé. La combustion est réglée en agissant sur l'arrivée de charbon et d'air au brûleur. L'emploi du charbon pulvérisé a permis de réduire l'excès d'air nécessaire à la combustion de 90 ou 125 pour 100 qui était le taux pour les combustibles ordinaires, à 30 pour 100 seulement. — L'auteur décrit ensuite l'installation des usines de Lebanon (Pensylvanie, E.-U.), dont le principe est le même mais qui diffère de la précédente dans l'exécution. L'article se termine par une nomenclature des usines américaines utilisant du charbon pulvérisé pour le chauffage soit des chaudières, soit des fours métallurgiques.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J.-B. Nouet.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.24. — Charge d'un condensateur sous force électromotrice alternative. Régime musical; J.-B. Pomey, *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. IV, p. 3-4, 1 000 mots. — Dans cet article, l'auteur étudie au point de vue mathématique la charge d'un condensateur par une force électromotrice alternative. Il détermine les conditions du régime musical et calcule la valeur du potentiel explosif dans ce régime.

537.323. — Le nouvel effet thermo-électrique et le principe d'étranglement; Carl Benedicks. *Revue de Métallurgie*, mai-juin 1918, n° 3, p. 329-332, 1800 mots, 3 fig.

537.323. — Influence du traitement thermique sur la résistance électrique et calorifique ainsi que sur le potentiel thermo-électrique de certains aciers; Edw. Campbell et Will.-C. Dowd. *Revue de Métallurgie*, mars-avril 1918, n° 2, p. 138, 900 mots, 2 fig., 3 tab. Extrait de *Journ. Iron and Steel Institute*, septembre 1917.

537.323. — Les propriétés thermo-électriques des métaux fondus; Robert Darling et Arthur Grace. *Electrician*, 24 mai 1918, t. LXXXI, p. 69, 1600 mots, 5 fig.

537.324.1. — Mesures thermo-électriques dans la zone critique du fer pur; George Burgess et H. Scott. *Revue de Métallurgie*, maijuin 1918, p. 172-175, 700 mots, 2 fig. Extrait du *Journal of the Iron and Steel Institute*, t. XCIV, 1916, p. 258.

537.531.3. — Un nouveau tube à rayons X du « type Coolidge »; H. Pilon. *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 99-102, 2000 mots, 4 fig. — Jusqu'à ce jour les installations de radiologie étaient assez complexes du fait que les tubes à rayons X qu'elles actionnaient devaient être alimentés par du courant convenablement redressé. Elles comprenaient donc des transformateurs statiques avec sélecteur d'ondes mécanique ou des bobines d'induction avec interrupteurs et soupapes à vide. Le nouveau tube à rayons X du type Coolidge à radiateur est combiné pour sélectionner lui-même le sens du courant qui doit l'actionner. Il permet donc la simplification extrême de l'appareillage puisqu'il peut être branché directement aux bornes d'un transformateur statique à haute tension.

537.52. — Sur la résistance de l'étincelle électrique. *R. G. E.*, 3 août 1918, t. IV, p. 150, 300 mots. Analyse d'un article de F. Beaulard de Lenaizan, publié dans *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 29 avril 1918, t. CLXVI, p. 678.

538.1. — Nature de la particule magnétique ultime. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. IV, p. 37-38, 900 mots. Analyse d'un article de Arthur H. Compton et Oswald Rognley, publié dans *Physical Review*, février 1918, t. XI, p. 122-134, 800 mots.

538.22. — L'état magnétique de quelques terres cuites préhistoriques. *R. G. E.*, 11 mai et 6 juillet 1918, t. III et IV, p. 674 et p. 8. Analyse d'un article de P.-L. Mercanton publié dans *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 29 avril et 10 juin 1918, t. CLXVI, p. 681 et 949.

538.22. — Sur les propriétés magnétiques des alliages manganèse-antimoine; K. Honda et T. Ishiwara. *Revue de Métallurgie*, mars-avril 1918, n° 2, p. 127-131, 700 mots, 1 fig. Extrait de *Science of the Tohoku Imper. Univers*, VI, 9 (1917).

538.271. — Propriétés thermomagnétiques des carbures se trouvant dans les aciers; K. Honda et T. Mivrakami. *Revue de Métallurgie*, mars-avril 1918, n° 2, p. 107, 500 mots, 2 fig. Extrait de *Science Reports of the Tohuka Imper. University*, t. VI, n° 1, p. 23 (1917).

538.23. — Remarque sur les pertes dans le fer par hystérésis; Marius Latour. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. IV, p. 36-37, 1 000 mots. — Cette note est un complément à l'article que M. Maurice Latour a publié dans la « R. G. E. » du 13 avril 1918, t. III, p. 539, sur les « pertes dans les tôles de fer aux fréquences élevées ». Il détermine la relation qui existe entre l'angle hystérétique τ et le coefficient η de Steinmetz; il montre que l'exposant n, que l'on prend habituellement égal à 1.6 dans les formules donnant les pertes par hystérésis, est nécessairement égal ou plus grand que 2 pour les inductions supérieures à 1 000; il termine sa note en faisant voir que, dans le cas où l'induction oscille entre deux valeurs de même signe, le coefficient η doit être multiplié par un certain facteur.

538.332. — Dispositif à enroulement supplémentaire compensant le retard dû aux appareils à champ magnétique exerçant une attraction variable sur une armature magnétique mobile; Léon-Louis Cibié. *Brevet français n° 485507*, demandé le 18 mai 1917, délivré le 23 octobre 1917, publié le 16 janvier 1918, 1450 mots, 4 fig.

538.332. — Dispositif à résistances compensant le retard dû aux résistances passives et à l'hystérésis dans les appareils à champ magnétique exerçant une attraction variable sur une armature magnétique mobile; Léon-Louis Cibié. *Brevet français n° 485582*, demandé le 22 mai 1917, délivré le 27 octobre 1917, publié le 23 janvier 1918, 1 000 mots, 1 fig.

538.53. — Etude sur l'anti-induction des circuits construits en diagonale; Cornet, ingénieur des Postes et Télégraphes. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1918, p. 281-336, 17000 mots, 12 fig., 9 tab. — Cette étude, où sont examinées, définies et discutées mathématiquement les lois de l'anti-induction, intéresse non seulement le personnel technique de l'Administration des Postes et Télégraphes, mais encore les industriels qui vont être amenés à construire des câbles contenant, sous une enve-

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue generale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

loppe de dimensions réduites, un nombre de plus en plus grand de circuits parfaitement équilibrés et anti-inductés. En effet, comme l'indique M. l'ingénieur en chef Pomey, dans une note précédant cette étude, le développement de l'industrie des câbles à grand nombre de conducteurs dépend essentiellement d'une bonne méthode dans l'exécution des rotations destinées à réaliser l'anti-induction; de grandes usines américaines ont fait breveter des dispositions spéciales, d'autres tiennent secrets leurs procédés, c'est dire quelle est la portée économique des études entreprises à ce sujet.

538.53. — Formules pratiques pour le calcul de la self-induction des longues bobines de réactance. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. IV, p. 38, 500 mots, 1 fig. Analyse d'un article de H.-B. Dwight, publié dans *Electrical World*, 9 février 1918, t. LXXI, p. 300-302, 2 500 mots, 1 fig.

538.53: — Calcul de bobines de réactance courtes; H. B. Dwight. *Electrical World*, 25 mai 1918, t. LXXI, p. 1078-1079, 1250 mots, 3 fig. — Dans cet article, l'auteur donne des formules permettant de calculer des bobines de réactance dont la longueur est plus petite que le diamètre.

535.215. — Effets photo-électriques sur des gouttelettes de mercure; John B. Dérieux. *Physical Review*, avril 1918, 2e série, t. XI, p. 276-284, 1 500 mots, 1 fig. — Millikan et Harvey Fletcher ont établi qu'il ne se détache jamais plus d'une charge élémentaire à la fois dans l'action de rayons X primaires ou secondaires sur une molécule d'air neutre. On peut se demander si, dans un phénomène photo-électrique, il se détache plus d'un électron à la fois d'une molécule de métal. L'auteur a opéré sur des gouttelettes de mercure. On détermine leur nombre d'unités de charge; en faisant tomber sur elles de la lumière ultraviolette on observe une variation de leur électrisation; on détermine le nouveau nombre d'unités de charge et la différence entre les deux résultats peut être prise comme le nombre d'unités correspondant à la variation d'électrisation. — L'auteur conclut que, dans l'effet photo-électrique sur les gouttelettes de mercure, il est probable que deux électrons ne sont jamais mis simultanément en liberté et que, lorsque deux libérations se produisent simultanément, il y a, en réalité, deux libérations distinctes mais séparées par un intervalle de temps trop court pour être perçu par l'observateur.

A. B.

MESURES ET ESSAIS

531.71. — Les calibres industriels; Ch.-Ed. Guillaume. *R. G. E.*, 3 août 1918, t. IV, p. 141-145, 3800 mots, 1 fig. — Tous les ingénieurs connaissent l'importance considérable qu'ont prise les calibres dans la fabrication des pièces mécaniques de haute précision et les ennuis qui ont résulté de l'ajustage de ces calibres à différentes températures. L'auteur de l'article, directeur du Bureau international des Poids et Mesures, étudie cette intéressante question; il montre les progrès considérables qui ont été faits dans cette voie, grâce à la Section technique de l'Artillerie de l'Armée française; il expose toutes les difficultés du problème et les sanctions officielles qui ont été prises.

531.775. — Les tachymètres; tachymètre Jacquet. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. IV, p. 5 B, 700 mots.

538.22. — Etude expérimentale du perméamètre Fahy; Ch. Burrows et Raymond Sanford. *Electrician*, 5 juillet 1918, t. LXXXI, p. 202-203, 2 500 mots, 4 fig. Extrait du *Bulletin du Bureau of Standards*, 17 juin 1918, t. XIV, p. 267-301; *Scientific paper*, n° 306. — Cet appareil a été créé surtout pour évaluer les propriétés magnétiques de deux échantillons donnés d'acier. Les auteurs de l'article en question examinent tout d'abord le fonctionnement de l'appareil et discutent son degré de précision, ils montrent que, tandis que l'appareil actuel ne permet pas de faire des mesures sur les métaux en feuille, il suffirait d'une légère modification pour y arriver.

6 (017). — La Commission permanente de standardisation. *R. G. E.*, 20 juillet 1918, t. IV, p. 65, 350 mots.

6 (017). — La normalisation industrielle. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. IV, p. 6 B, 400 mots.

6 (017). — La normalisation industrielle en Allemagne. *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 10 B, 650 mots.

621.31 (072). — Le nouveau laboratoire de recherches des établissements Westinghouse; M. Skinner et W.-E. Moore. *Electrical World*, 1er juin 1918, t. LXXI, p. 1132, 1250 mots. — Dans un court aperçu les auteurs montrent comment sont organisés ces magnifiques laboratoires de recherches dont les travaux sont orientés surtout du côté industriel. Des photographies complètent cette étude.

621.317.5. — Influence des variations journalières de la fréquence sur les indications des compteurs d'induction. *R. G. E.*, 3 août 1918, t. IV, p. 136-140, 3 200 mots, 6 fig. Analyse d'un article publié dans le *Bulletin de la Société française des Electriciens*, mars 1918, t. VIII, 3e série, p. 59-69.

621.326.2. — Installation pour la détermination de l'intensité lumineuse des lampes dans toutes les directions; J. Sahulka. *E. T. Z.*, t. XXXIX, 27 juin 1918, p. 253-255, 3 700 mots. — L'installation se compose d'un cercle vertical supportant un certain nombre de petites plaques de plâtre uni inclinées à 45° par rapport à l'axe du cercle et disposées de façon à découper par rotation des zones horizontales d'égale hauteur sur la sphère engendrée par le cercle. La lampe à mesurer, placée au centre du cercle, peut tourner autour de son axe vertical. Le cercle est placé normalement à un banc photométrique. Un écran empêche la lumière de la lampe de venir frapper directement le photomètre, qui ne reçoit que la lumière réfléchie par les plaques de plâtre. Pour mesurer l'intensité lumineuse hémisphérique, on cache la moitié des plaques. Une seule mesure suffit ainsi pour donner l'intensité moyenne sphérique dans un plan. En faisant tourner la lampe on l'obtient dans tous les autres plans. La moyenne des mesures donne l'insensité moyenne sphérique vraie. Il faut, évidemment, multiplier le résultat de la lecture par un coefficient propre à l'appareil, puisqu'une fraction seulement de la lumière de la lampe est réfléchie vers le photomètre. Ce coefficient est voisin de 20 dans l'appareil décrit. — J. C.

669.27 : 620.123. — Etude du module d'Young du tungstène étiré et de sa variation avec la température, comprenant une détermination du coefficient de dilatation; H.-L. Dodge. *Physical Review*, avril 1918, 2e série, t. XI, p. 311-315, 1 800 mots, 2 fig. — Le module d'Young du tungstène étiré est $35{,}5 \times 10^{11}$ dynes par centimètre carré à 20° C. Le module décroît uniformément quand la température augmente jusqu'à 1 000° C, température pour laquelle il est $32{,}3 \times 10^{11}$ dynes par centimètre carré. —

A. B.

532.13. — Détermination de la viscosité en unités absolues. *Engineering*, 14 juin 1918, t. CV, p. 655, 2 200 mots. La résistance offerte par un fluide à un glissement relatif entre deux plans parallèles sans modification de la distance entre ces deux plans est mesurée par la force tangentielle par unité de section exigée pour produire l'unité de déplacement entre deux plans placés à l'unité de distance; le coefficient ainsi obtenu caractérise la viscosité. — Pour les mesures absolues, le fluide doit s'écouler par un tube capillaire; le coefficient η est déduit du volume de fluide passant par unité de temps et est exprimé en degrés-secondes par centimètre-degré; cette unité a été appelée « poise » du nom de Poiseuille qui a donné la base de cette méthode en 1838. Les appareils industriels destinés à la mesure de la

Digitized by Google

Digitized by Google

viscosité et connus sous le nom de viscosimètres ou viscomètres utilisent le même principe, mais le tube capillaire est remplacé par un tube d'assez gros diamètre et de faible longueur.; aucun de ces appareils ne satisfait à des conditions théoriques et les unités ainsi définies sont tout à fait arbitraires ; les résultats ne sont même pas comparables et il y a actuellement une tendance à demander l'application du système C. G. S. ; il devient nécessaire d'établir des corrections aux méthodes employées. L'auteur donne la description du viscosimètre de Sir Boverton Redwood, utilisé en Angleterre, de celui de Carl Engler employé en Europe et en Amérique et de celui de Saybolt adopté par la Standard Oil Company. La réduction des valeurs obtenues à l'aide de ces appareils en unités C. G. S., est chose peu facile et il y a peu de littérature sur ce sujet ; la formule de Poiseuille $q = \pi pr^4 : 8\eta l$ est seulement valable pour un tube capillaire horizontal de longueur infinie ; en pratique la longueur finie du tube amène une perturbation qui tend à faire l plus grand d'une quantité λ que l'on exprime en général en fonction du rayon r et on pose $\lambda = ur$; pour les appareils indiqués ci-dessus, u varie de 0,8 à 1,65. D'autres corrections sont encore nécessaires et varient avec le type de l'instrument ; des résultats de nombreux essais et leur discussion complète sont donnés dans un travail de Winslow H. Herschel, Bureau of Standards Technologic Paper n° 100, novembre 1917, qui paraît être le meilleur traitant de ce sujet. — E. B.

669.053.3 + 538.27. — Essai de recherche des défauts de coulée dans les métaux magnétiques. *Schweizerische Bauzeitung*, 16 mars 1918, t. LXXI. p. 130-131, 150 mots. — L'appareil employé pour cette recherche se compose de 2 petits aimants qu'on promène ensemble à la surface de la pièce à explorer. Ils comportent un enroulement primaire relié à un transformateur, et un secondaire relié chacun à un ronfleur. Les 2 ronfleurs sont accordés au même ton. Une soufflure, en modifiant la réluctance des circuits, introduit une différence de ton entre les 2 ronfleurs, qui décèle l'emplacement et l'importance du défaut. — J. C.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

627.1(494). — Utilisation des forces hydrauliques de la région de la Thur (Suisse). *Schweizerische Bauzeitung*, 22 juin 1918, t. LXXI, p. 264-265, 500 mots, 4 fig. — Cet article analyse un projet d'utilisation des eaux de la Thur, rivière suisse, et de ses affluents la Murg, le Necker, la Glatt et la Sitter, dans la région de Saint-Gall (sud-ouest du lac de Constance). Ce projet a été présenté par H. Sommer, ingénieur à Saint-Gall dès 1915 ; il intéresse un territoire de 1 150 km² recevant en moyenne 150 cm³ d'eaux pluviales dans l'année, soit 1 700 millions de mètres cubes, dont 120 millions sont utilisables, grâce au projet qui envisage la concentration de toute l'énergie dans deux centrales seulement, l'une sur la Thur près de Niederuzwile, l'autre à 2 km seulement du lac de Constance, près d'Arbon. La première pourrait fournir en hiver une puissance minimum de 20 000 kw, la seconde de 35 000 à 40 000. L'auteur du projet estime que la dépense engagée serait couverte en vingt ans par l'économie de charbon réalisée par l'installation qui aurait, en outre, l'avantage de régulariser le débit des cours d'eau intéressés. L'article donne les plans des installations, avec la carte hydrographique de la région, ainsi que les diagrammes de puissance annuelle des deux centrales projetées. — J. C.

627.1. — Echos de la discussion à Washington sur l'utilisation des chutes d'eau. *Electrical World*, 18 mai 1918, t. LXXI, p. 1 050-1 052, 2 500 mots.

626.12. — Un problème d'hydraulique ; Andrès Pildain et Carlos Negri. *Rivista del Centro Estudiantes de Ingeniera*, mai 1918, n° 191, p. 481-499, 700 mots, 8 fig., 1 pl., 2 tab. — Tracé d'un canal en terrain horizontal de manière à obtenir le maximum de pentes avec le minimum d'excavation.

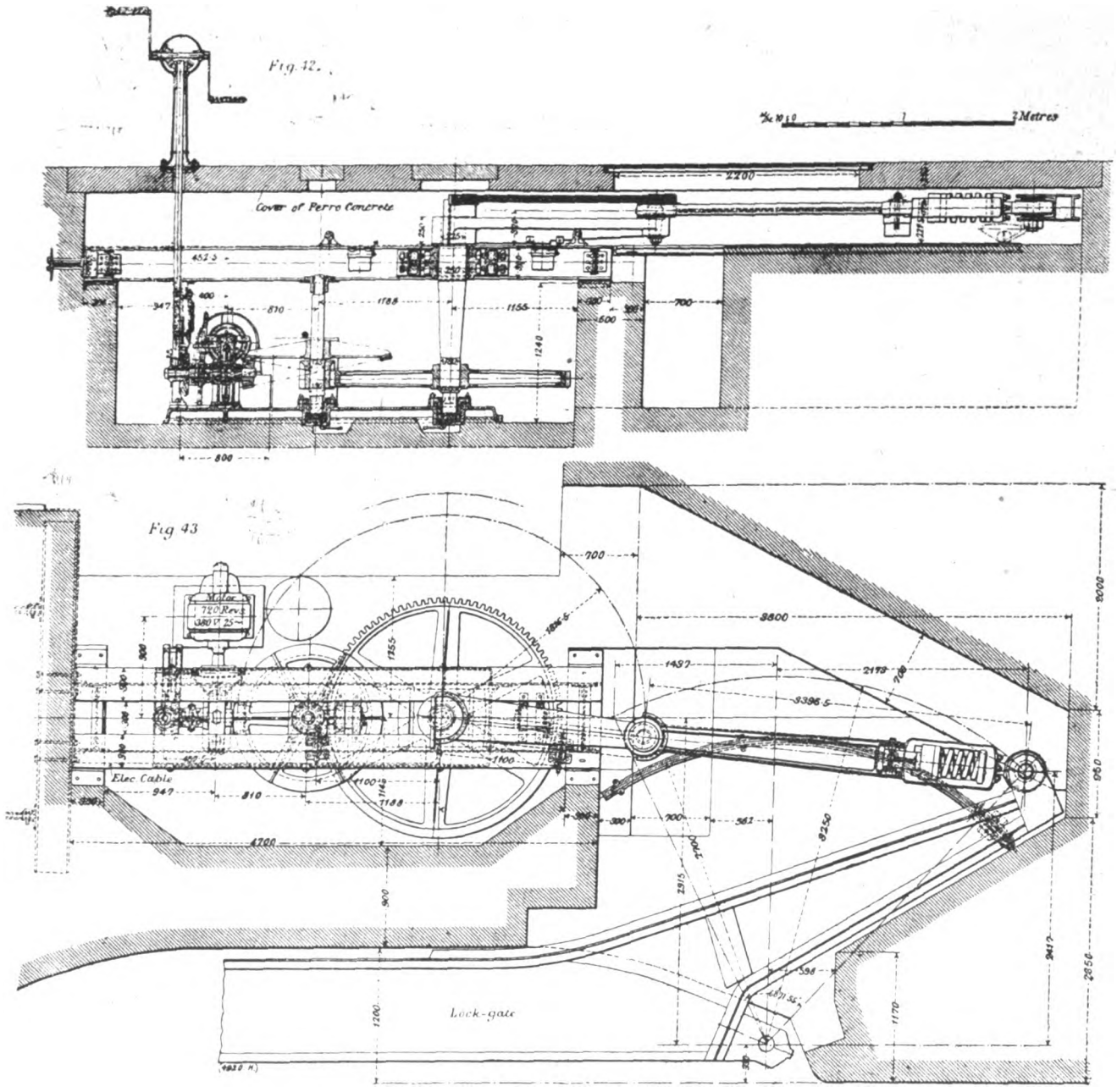
621.165(01). — Une nouvelle théorie de la turbine à vapeur ; Harold Medway Martin. *Engineering*, 5 juillet 1918, t. CVI, p. 1-3, 4 000 mots. — Le développement rapide de la turbine à vapeur pendant ces dernières années est dû en grande partie au fait que cette machine est d'une forme beaucoup plus simple que celle de moteurs à mouvements alternatifs. La surface intérieure du cylindre de ce dernier genre de machine est soumise à des variations continuelles de température qui occasionnent des pertes de chaleur, le mécanisme de distribution a souvent des fuites qui augmentent notablement la consommation, la construction de ces machines à piston est plutôt le résultat d'une longue pratique et de nombreux essais que celui de l'application de la thermo-dynamique ; au contraire, la turbine a été le résultat de recherches théoriques. Il faut avouer cependant que certaines anomalies ont été constatées entre la théorie et la réalisation ; l'une des plus déconcertantes réside dans le fait bien établi que la dépense d'un ajutage est plus grande que celle indiquée par la théorie, et il est certain actuellement que le problème de l'écoulement de la vapeur est traité d'une manière inexacte. De nombreuses recherches ont été entreprises à ce sujet par J.-B. Henderson, Callendar et Nicolson, Arthen et Wilson et par le professeur Stodola. L'auteur examine et critique les idées émises par ces différents expérimentateurs et s'efforcera, dans cette série d'articles, de montrer que l'interprétation de Wilson paraît la plus justifiée car alors les corrections pour la surchauffe et le vide peuvent être rationnelles. — L'auteur utilise les tables établies en 1915 par Callendar ; la planche 1, jointe à l'article contient les courbes tracées à l'aide de ces tables ; jusqu'aux travaux de ce savant, les formules utilisées pour représenter les propriétés de la vapeur étaient entièrement empiriques et non cohérentes, aussi les valeurs déduites des expériences de Knoblauch et Jakob pour la chaleur spécifique de la vapeur surchauffée ne sont pas d'accord avec les volumes spécifiques de la vapeur donnés par les mêmes tables ; la différence atteint 20 pour 100. La forme des formules de Callendar a été obtenue à l'aide de considérations purement théoriques et seuls les coefficients sont le résultat d'expériences soigneusement conduites ; l'auteur examine les différentes formules utilisées par Callendar dans son travail. — E. B.

626.1. — Le nouveau canal de Trollhättan (*suite et fin*). *Engineering*, 7, 14 et 28 juin 1918, t. CV, p. 625, 656 et 715, 12 000 mots, 15 fig. — Les portes des écluses sont mues à l'aide de treuils à commande électrique installés dans la maçonnerie dans des chambres en béton placées entièrement au-dessous du niveau du sol ; les détails de ces treuils sont donnés par les figures 42 et 43. La porte d'écluse est pourvue d'un bras de levier construit en plats et cornières ; à l'extrémité de ce levier un galet est disposé pour rouler sur un rail courbé en arc de cercle ; une bielle est articulée à un axe fixé à cette même extrémité du bras de levier ; l'autre extrémité de la bielle est articulée au bouton d'une manivelle fixée sur le dernier train d'engrenages du treuil. Un ressort intercalé entre le pied de bielle et le levier de la porte adoucit la transmission et diminue l'importance des chocs résultant de la présence d'obstacles sur le trajet de la porte d'écluse. Le treuil proprement dit est actionné par un moteur triphasé à 750 t : m couplé directement à une vis sans fin ; la roue de vis commande un intermédiaire par engrenages d'angle ; la transmission à l'arbre de la manivelle est faite par une paire d'engrenages droits. En cas d'arrêt de la transmission électrique, le treuil peut être actionné à bras à l'aide de manivelles. La manœuvre électrique est contrôlée d'une cabine centrale. L'article s'étend sur les considérations qui ont déterminé le choix du type de charpente adopté pour les portes, considérations d'ordre économique et ayant pour but de diminuer le poids des matières et par suite le prix. Les dimensions transversales

Digitized by Google

Digitized by Google

des sas ont également été déterminées avec soin de telle manière que, lors de l'entrée d'un bateau de plus grandes dimensions, la vitesse de l'eau ne dépasse pas une valeur acceptable, environ 1 m : sec. L'article donne, en outre, de nombreux détails relatifs à la construction des murs des quais des écluses. — L'auteur traite ensuite, dans une autre partie, le calcul de la perte de charge dans les aqueducs de remplissage et de vidange des écluses et détermine les conditions de résistance auxquelles les constructions doivent satisfaire ; un croquis montre le mode de construction de ces aqueducs. Cette partie se termine par des considérations sur l'exploitation proprement dite, la durée et la succession des manœuvres pour le passage d'un bateau. — Neuf ponts, parmi lesquels trois ponts de chemin de fer,



626.1. — Détail des treuils à commande électrique actionnant les portes des écluses du canal de Trollhättan.

traversent le canal ; le pont de Dalbot comporte une travée tournante actionnée par un moteur électrique de 40 ch, triphasé, 380 v et 25 p : sec ; avec un fort vent, le mouvement demande 60 ch, et par temps calme 10 ch seulement ; le pont peut être entièrement ouvert ou entièrement fermé en une minute et demie. D'autres ponts sont établis sur le même modèle, tous sont actionnés par des moteurs électriques. Le pont établi pour le chemin de fer de Vänesborg-Hen Gunga est d'un type différent ; il comporte une travée basculante ; l'article donne tous les détails de la charpente et la disposition générale de l'ouvrage ; le mouvement de relevage est actionné par deux moteurs électriques de 42 ch munis de freins électromagnétiques ; le mouvement de relevage est accompli en une minute et demie.

Digitized by Google

Digitized by Google

621.187.3+621.175. — A propos de la corrosion des tubes de condenseurs; Maurice Miet. *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 98, 200 mots.

621.364. — Chaudière électrique pour la production de l'eau distillée. *Elettricista*, 15 juin 1918, t. XXVII, p. 92-93, 700 mots, 4 fig.

621.62:621.184.2. — L'alimentation d'air des salles de chaudières; R.-W. Allen. *Engineering*, 14 juin 1918, t. CV, p. 662-665, 5300 mots, 26 fig. — L'auteur traite de l'alimentation en air sous pression des chaufferies à tirage forcé, en particulier de celles placées à bord des navires; il donne le calcul de la pression de l'air nécessaire pour produire une vitesse déterminée de cet air et examine les vitesses normalement utilisées dans les conduites d'alimentation; il montre aussi l'effet des variations de section des conduites et passe en revue les différents points qui sont fréquemment négligés dans l'établissement de ces conduites. Les orifices de prise d'air situés à l'extérieur font aussi l'objet d'un examen approfondi, et des courbes montrent les pertes de charge obtenues, en fonction de la vitesse de l'air pour 14 formes d'orifices. La vitesse d'entrée de l'air à l'orifice d'aspiration du ventilateur a également une assez grande influence sur le rendement de cet appareil ainsi que le montre l'auteur. Les filets d'air à la sortie du ventilateur doivent également être dirigés, des courbes montrent l'augmentation de pression obtenue dans la chaufferie par l'adjonction de déflecteurs convenables à la sortie des ventilateurs. — E. B.

621.311.72. — Modèle de fusible enfermé. *R. G. E.*, 20 juillet 1918, t. IV, p. 86. Analyse d'un article publié dans *Electrical World*, 13 avril 1918, t. LXXI, p. 765.

621.311.77. — Remarques sur les conditions d'établissement des appareils à haute tension. *E. T. Z.*, 16 mai 1918, t. XXXIX, p. 200, 1250 mots. — Discussion sur les conditions d'échauffement des bobines de relais de disjoncteurs en cas de court-circuit sur les circuits qu'ils protègent.

J. C.

621.311.73. — Sectionneur amovible pour haute tension. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. IV, p. 52, 300 mots, 2 fig. Analyse d'un article publié dans *Electrical Review*, 27 octobre 1917, t. LXXI, p. 742-744, 1600 mots, 7 fig.

621.311.74. — Rupture de courant électrique; Jean Bernard. *Brevet français n° 485812*, demandé le 5 juin 1917, délivré le 16 novembre 1917, publié le 8 février 1918, 840 mots, 13 fig.

621.311.74 + 538.811. — Rupture électrique; Société anonyme de magnétos et appareils électrique Sama. *Brevet français n° 485191*, demandé le 26 mai 1917, délivré le 28 septembre 1917, publié le 19 décembre 1917, 400 mots, 2 fig.

621.311.74 + 538.811. — Dispositif de rupteur pour magnétos à haute tension; Compagnie générale de magnétos. *Brevet français n° 485340*, demandé le 3 mai 1917, délivré le 8 octobre 1917, publié le 28 décembre 1917, 450 mots, 1 fig.

221.311.6. — Montage des barres omnibus. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 232, 200 mots, 2 fig. Analyse d'un article de MM. Samuels et Bechoff, paru dans *Electrical World*, 30 mars 1918, t. LXXI, p. 658.

538.54 : 621.312.2. — Les pertes par courants de Foucault dans les conducteurs d'armature massifs pendant la marche à vide. *E. T. Z.*, 13 juin 1918, t. XXIX, p. 238, 250 mots. D'après *Archiv. f. Elektrotech*, t. VI, p. 327. — L'article montre l'importance de ces pertes et l'erreur que l on fait pour calculer le rendement, en ajoutant simplement les pertes en court-circuit aux pertes à vide, par suite de la distorsion du flux dans l'entrefer. — J. C.

621.312.16 (047). — Unification des balais en charbon ou graphite pur ou métallisé. *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 115-119, 600 mots, 4 planches. — Poursuivant son travail de normalisation dont les résultats se sont déjà manifestés par les publications de deux réglementations, la Chambre syndicale des Constructeurs de gros matériel électrique vient d'adopter les dimensions que doivent avoir les divers types de balais en charbon ou graphite employés dans le matériel électrique à l'exception du matériel de traction. Dans le texte accompagnant les tableaux se trouvent les prescriptions relatives aux dimensions des chanfreins et des flexibles, aux tolérances et au marquage des balais. Ces prescriptions sont entrées en vigueur le 1er juillet 1918.

621.312.17. — Une nouvelle représentation graphique d'un schéma de bobinage; L. Fleischmann. *Elektrotechnische Beitschrift*, 14 février 1918, t. XXXIX, p. 67, 1500 mots, 3 fig. — Le principe de cette représentation consiste à tracer le schéma du bobinage suivant une ligne continue ondulée, les conducteurs étant représentés par des lignes verticales, les connexions latérales par des lignes horizontales et d'affecter à chaque conducteur un numéro correspondant à sa position dans l'enroulement sans tenir compte de sa situation par rapport aux pôles. Par exemple, si dans un enroulement ondulé le pas est 11, deux conducteurs voisins porteront les numéros 1 et 12, le suivant 23, etc. L'auteur donne ensuite un exemple d'application à un bobinage série-parallèle et à un bobinage triphasé. — E. P.

621.314.3. — Fonctionnement des transformateurs triphasés étoile-étoile lorsqu'une seule bobine est en charge et en cas de court-circuit entre spires; Richard Bauch. *E. T. Z.*, 20 et 27 juin 1918, t. XXXIX, p. 245 et 256, 5500 mots, 23 fig. — L'auteur montre, par des calculs très simples, les phénomènes inductifs qui se produisent dans un transformateur triphasé lorsqu'une branche seule est en charge, par suite par exemple d'un court-circuit entre spires. La marche normale n'en est, en général, pas affectée sérieusement et il en résulte seulement un déplacement du point neutre que l'auteur montre par des diagrammes. La présence d'un court-circuit entre spires peut n'être décelée par les instruments de mesure d'une installation ordinaire qu'au bout d un temps assez long. — J. C.

621.314.3. — Phénomènes qui accompagnent la transmission de l'énergie avec certains systèmes de montage de transformateurs reliés en étoile. *R. G. E.*, 3 août 1918, t. IV, p. 150-155, 3200 mots, 12 fig., 1 tab. Analyse d'un article de Lloyd Robinson, publié dans *P. A. I. E. E.*, décembre 1917, t. XXXVI, p. 967-997.

621.314. — Le transformateur témoin d'intensité Ferrix. *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 9 B, 450 mots, 1 fig.

621.315.00.12. — Calcul pratique des lignes de transmission électriques par les fonctions hyperboliques des variables imaginaires; Marius Latour et Georges Viard. *R. G. E.*, 20 juillet 1918, t. IV, p. 67-71, 2500 mots, 3 fig. — Dans cet article, MM. Marius Latour et Georges Viard, après avoir rappelé rapidement le calcul d'une ligne de transmission au moyen de variables imaginaires, font la description d'un nouveau graphique, imaginé par M. Raymon S. Brown, qui permet de faire rapidement le calcul exact d'une ligne de transmission d'énergie en tenant compte de la résistance, de l'inductance, de la capacité et de la perditance de cette ligne. Le procédé de M. Raymon S. Brown, quoique basé sur les propriétés des fonctions hyperboliques de variables imaginaires, est très pratique et très rapide; son emploi est courant aux Etats-Unis pour le calcul des lignes téléphoniques et de transmission d'énergie électrique.

Digitized by Google

Digitized by Google

21.315.1. — Les pertes par couronne, dans les lignes à haute tension, envisagées au point de vue pratique. *E. T. Z.*, 20 juin 1918, t. XXXIX, p. 249-250, 800 mots, 1 fig. D'après *Electrotechn. u. Maschinenb*, t. XXXV, p. 297. — L'auteur rappelle d'abord que l'importance des pertes par couronne dépend des différents facteurs suivants : valeur de la tension, nature du courant, fréquence, section de la ligne, écartement des conducteurs, état de leur surface, température et pression barométrique, état de l'atmosphère (pluie, brouillard, neige, glace, fumée) etc. Il donne la formule suivante : $W = \frac{B}{\alpha} 2 f (e - m A\delta)^2$ dans laquelle W exprime la perte linéaire en watts-kilomètres ; $B = 1,72 \sqrt{\frac{r}{a}}$ (r = rayon du conducteur en centimètres, a = leur écartement en centimètres) ; $\alpha = \frac{0,39\ b}{273 + t}$ mesure l'influence de la pression et de la température avec b = pression barométrique en millimètres, t en degrés C ; f = fréquence du courant ; e = tension efficace par rapport au point neutre en kilovolts ; m = facteur variable avec l'état de l'atmosphère (entre 1 par beau temps et 0,8 par mauvais temps) ; A = un facteur variable en fonction de a et de la section du fil ; δ = rigidité diélectrique de l'air par beau temps. Les valeurs de α, A, B et δ sont d'ailleurs données par des abaques, qui permettent un calcul rapide. De nombreuses applications de cette formule ont montré que : 1° l'état de l'atmosphère, la température et la pression barométrique ont une influence prépondérante ; 2° les pertes sont beaucoup plus grandes, toutes choses égales d'ailleurs, avec les courants polyphasés qu'avec le monophasé ; 3° une faible élévation de tension augmente considérablement les pertes ; 4° les pertes augmentent beaucoup quand la section de la ligne diminue ; 5° elles diminuent beaucoup quand l'écartement des fils augmente. L'auteur a fait de nombreuses observations sur des installations situées à différentes altitudes et par tous les temps. Il a observé que les températures élevées et l'humidité augmentent beaucoup les pertes annuelles par couronne. Ces pertes annuelles sont données, très approximativement, en kilowatts-heure par kilomètre, par la formule

$$P = 8,76 \frac{B}{\alpha} \cdot 2 f (e - 18,8\ \alpha A)^2,$$

α dépendant des conditions météorologiques moyennes de la région considérée. — J. C.

621.315.1. — Tube métallique pour épissure des lignes en câble nu *E. T. Z.*, 9 mai 1918, t. XXXIX, p. 186, 1000 mots, 5 fig. — Description d'un système d'épissure de câbles consistant dans l'emploi d'un tube métallique aplati dans lequel on introduit les deux bouts de câbles à jonctionner. On fait ensuite, au moyen d'une pince spéciale, une série d'encoches dans le tube : le contact entre câbles devient parfait et l'effort de traction nécessaire pour arracher le tube en tirant sur les brins atteint 85 pour 100 de l'effort de rupture du câble. Ce mode d'épissure est, d'après l'auteur, très bien accueilli par les monteurs en raison de sa simplicité et de sa facilité d'emploi par les températures les plus rigoureuses. — J. C.

621.315.14. — Embases indestructibles pour poteaux en bois. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. IV, p. 6B., 140 mots.

621.315. — Dispositif d'assemblage pour connexions électriques ; Henri de la VALETTE. *Brevet français n° 20355*, demandé le 3 novembre 1916, délivré le 12 juin 1917, publié le 28 novembre 1917, 400 mots, 1 fig.

621.315.25. — La corrosion électrolytique des conduites souterraines par les courants de retour. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. IV, p. 6 B, 150 mots.

621.315.25. — La résistance électrique du sol et son influence sur la corrosion électrolytique des canalisations souterraines. *E. T. Z.*, t. XXXIX, 20 juin 1918, p. 250-251, 1800 mots. D'après *Techn. Papers of Bureau of Standards*, n° 26, p. 48. — La résistance du sol est surtout fonction de sa teneur en eau qui contient des sels en dissolution. Les essais relatés ont porté sur un grand nombre de terrains et ont décelé l'influence de la nature du sol, de son humidité, de la température et de la pression. — En pratique, il est surtout important de placer les rails sur des traverses en bois ou sur un lit de pierres finement concassées, avec un bon écoulement des eaux. S'ils étaient posés directement sur le sol humide ou sur le béton, leur résistance de contact avec le sol serait très faible. Or c'est de cette résistance de contact que dépendent principalement les fuites de courant. — Il existe 2 méthodes pour mesurer la résistance du sol : la première consiste à enfoncer dans le sol des électrodes métalliques entre lesquelles on mesure, par une méthode de zéro, la résistance en courant alternatif ; la seconde, à creuser 2 fossés parallèles, assez larges pour qu'un homme puisse y travailler. Sur l'une des parois du mur de terre ainsi formé on applique un disque de métal, et, sur l'autre paroi, un autre disque de diamètre moitié moindre, entouré d'un anneau extérieur de même diamètre que la première plaque, et maintenu concentrique par des traverses de bois paraffiné. On assure le contact avec le sol au moyen d'une mince couche de mortier d'argile appliqué sur chaque électrode. Une résistance variable non inductive r est montée en série avec l'anneau, et une résistance fixe d avec le disque. On fait varier la première jusqu'à ce qu'un galvanomètre placé entre les points de jonction présente une déviation minimum. — On a alors l'équation $\frac{i}{I - i} = \frac{r}{d}$; dans laquelle I est le courant total et i le courant qui passe entre les disques. La résistance du sol entre les 2 disques est alors égale à $E \frac{(d + r)}{Ir} - d$, E étant la chute de tension observée. — On emploie aussi une méthode de mesure qui consiste à comprimer des échantillons du terrain dans un tube de verre terminé par des tubes de fer galvanisé : on mesure la résistance en courant alternatif entre des électrodes en cuivre. En augmentant la pression progressivement, on atteint des valeurs très voisines de celles données par les méthodes précédentes. — L'article contient un certain nombre de résultats obtenus pour différents terrains ; citons les suivants (résistivités en ohms : cm³) : argile grise, 651 ; argile bleue, 3036 ; argile jaune, 3850 ; argile rouge, 8820. La pression a peu d'influence sur la résistance, l'humidité en a beaucoup comme l'indiquent les valeurs suivantes prises sur un même échantillon :

Humidité %	5°	11,1	16,7	22,2	33,3	44,5
Résistivité	2 mill.	237 000	13 800	6 800	5 400	4 700

La présence de sels ou de matières organiques en dissolution favorise la conduction. — Un abaissement de température augmente la résistance suivant la loi suivante :

Degrés C.....	18°	— 2	— 5,5	— 12°
Résistivités relatives :	1	4	20	100

La polarisation, en courant continu, augmente la résistance jusqu'à la doubler. Par contre la peinture des canalisations l'augmente très peu. — En résumé, il faut éviter de placer les rails dans des terrains bons conducteurs, les isoler convenablement, et éviter autant que possible les croisements avec les canalisations souterraines. — J. C.

621.315.5 — Les métaux de remplacement du cuivre pour les lignes aériennes. *E. T. Z.*, t. XXXIX, 27 juin 1918, p. 258-259, 1800 mots. D'après *Bulletin des S. E. V.*, t. VII, p. 117. — En présence de l'augmentation de la clientèle des secteurs électriques en Suisse, provoquée par le manque des matières premières nécessaires au chauffage et à l'éclairage, l'Association des Electriciens suisses a ouvert

Digitized by Google

Digitized by Google

une enquête en vue de remplacer un certain nombre de canalisations à basse tension, qui avaient été largement prévues pour alimenter des lampes à filament de charbon à grande consommation, par des lignes de plus faible diamètre, ou par des lignes en métaux autres que le cuivre. — Elle a reconnu que dans le seul canton de Zurich plus de 100 km de canalisations de plus de 4 mm de diamètre valant 100 000 fr peuvent être remplacées par des lignes en fer ne coûtant que 13 000 fr, à raison de 180 fr par kilomètre pour la pose seule. Les anciennes canalisations étaient calculées à raison de 50 w par lampe, avec un coefficient d'utilisation de 60 à 70 pour 100. Les nouvelles ne sont plus comptées qu'à raison de 25 w par lampe, avec un coefficient d'utilisation de 0,4. La chute de tension admise est portée de 2 à 4 pour 100. — Le remplacement du cuivre par l'aluminium est recommandable pour les lignes aériennes : il se détériore moins facilement sous l'influence des intempéries et des fumées, sauf si elles continuent du chlore ou du soufre. Il a l'inconvénient de ne pouvoir se souder facilement et de présenter parfois des sections de moindre résistance. Bien que sa contrainte de rupture soit moitié moindre que celle du cuivre, la solidité des canalisations soumises à leur propre poids est, en raison de leur poids 3 fois moindre, $0{,}5 \times 3 = 1{,}5$ fois plus grande que celle du cuivre. Toutefois les charges de neige et de glace sont plus redoutables avec l'aluminium, en raison de la plus forte section et de la moindre solidité absolue. L'allongement est plus considérable (3 pour 100 au lieu de 1,5 pour 100) ce qui permet d'éviter plus souvent les ruptures de fils, mais le coefficient de dilatation est plus élevé (2,3 au lieu de $1{,}8 \times 10^{-5}$), et il faut en tenir compte dans l'établissement des lignes. La chaleur spécifique est moitié moindre, et le point de fusion beaucoup plus bas (625°), de sorte que les lignes fondent beaucoup plus facilement en cas de court-circuit. Il convient donc de les écarter davantage : il n'est pas utile pour cela de modifier les poteaux, la plus grande légèreté des lignes compensant l'allongement du bras de levier des supports. La plus faible section admissible pour l'aluminium est de 12,5 mm² pour la basse tension, et de 22 mm² pour la haute tension. La ligne ne doit pas venir en contact avec le sol pendant la pose ; elle doit être fixée aux isolateurs par du fil d'alumium de 1,5 à 4 mm de diamètre, et l'attache doit être plus longue que pour le cuivre. La ligature doit être placée de préférence dans la gorge supérieure de l'isolateur. Comme pièce de jonction pour les lignes jusqu'à 120 mm², les tubes Arld, employés en Amérique, sont à recommander. Les joints coniques de Kanton (Zurich) font aussi bon usage. Les jonctions de fils d'aluminium et de cuivre doivent être recouverts d'un tube d'ébonite contenant de l'asphalte ou du chatterton, afin d'éviter la décomposition électrolytique due à l'humidité atmosphérique. Les lignes les plus importantes construites en aluminium sont celle de la Niagara Lockport and Ontario Power (3 200 km), et le réseau de Stettin (3000 km). Elles atteignent au total 5300 km en Amérique et 4500 km en Europe. — J. C.

621.315.53. — Les canalisations électriques en [aluminium en Suisse. *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. IV, p. 2 B, 150 mots.

621.315.4. — Sur l'essai des gaines des câbles armés. *Electrician*, 5 juillet 1918, t. LXXXI, p. 204-205, 2800 mots, 3 fig. — La méthode d'essai décrite permet une surveillance continuelle de l'état d'isolement du câble ; un schéma indique le montage à employer. L'efficacité du procédé a pu être constatée ; ses avantages sont les suivants : 1° facilité d'explorer le diélectrique entier de câbles en activité ; 2° possibilité de suivre le développement des défauts sans interrompre le service ; 3° protection complète en cas de rupture du diélectrique.

621.316 (42). — Le rapport sur la fourniture de l'énergie électrique en Angleterre. *Electrician*, 7 juin 1918, t. LXXXI, p. 100-108, 4500 et 1800 mots et *Engineering*, 21 juin 1918, t. CV, p. 698-700, 2200 mots. — Un très important rapport sur ce sujet vient d'être publié par le Board of Trade. Un des articles en question est une discussion des divers termes de ce rapport.

621.316 (45). — Les distributions d'énergie électrique en Italie. *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. IV, p. 3B, 200 mots.

621.316 (43). — Remaniement des réseaux électriques en Allemagne. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. IV, p. 6B, 180 mots.

621.316. — Note sur le déphasage dans les réseaux. *R. G. E.*, 20 juillet 1918, t. IV, p. 84-85, 1000 mots. — La question du déphasage excessif qui se manifeste sur les grands réseaux de distribution d'énergie électrique préoccupe depuis longtemps l'Union des Syndicats de l'Electricité, qui a constitué, dès le mois d'avril 1917, une commission spéciale pour en faire l'étude. Bien que les travaux de cette commission ne soient pas entièrement terminés, ils sont suffisamment avancés pour qu'une première conclusion s'en dégage, c'est qu'il est équitable de faire payer aux abonnés l'énergie réactive dont ils nécessitent la production et le transport, à un tarif inférieur à celui de l'énergie active. Cette solution est immédiatement applicable dans les cas les plus intéressants ; d'une part, en effet, les cahiers des charges existants ne mettent aucun obstacle à ce que des conventions de ce genre soient passées avec les abonnés auxquels l'énergie est fournie à un prix inférieur au tarif maximum du cahier des charges ; d'autre part, les constructeurs sont prêts à livrer, dès à présent, des compteurs d'énergie réactive. Il a paru intéressant, dans ces conditions, de donner quelques explications aux abonnés qu'il y a lieu de saisir d'une manière peut-être un peu nouvelle pour certains d'entre eux. C'est le but de la brève note qui nous occupe.

621.316. — Quelques phénomènes de transition observés dans les distributions d'énergie électrique. *Electrician*, 7 juin 1918, t. LXXXI, p. 107, 1500 mots. — Résumé de la discussion de la communication sur ce sujet à l'Institution of Electrical Engineers.

621.316 : 351.82. — A propos des relations entre les installations à fort courant et celles à courant faible ; Dr R. Fischer. *E. T. Z.*, 30 mai 1918, t. XXXIX, p. 213-215, 4000 mots. — L'auteur décrit l'état de la législation en Suisse en ce qui concerne les relations des installations à fort et à faible courant entre elles et vis-à-vis des propriétaires du sol. Il fait, à ce sujet, une comparaison avec la législation allemande, et conclut qu'il y aurait lieu de la réformer en s'inspirant de la législation suisse. — J. C.

621.316.13. — Répartition des courants dans des feeders en parallèle. *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 120, 400 mots. Analyse d'un article de V. Karapetoff, publié dans *Electrical World*, 15 septembre 1917, t. LXX, p. 529.

621.355.035.2. — Perfectionnements dans les plaques d'accumulateurs ; Société U. I. Light and Heat Corporation. *Brevet français n° 483 033*, demandé le 28 septembre 1916, délivré le 27 février 1917. — Masse poreuse pour accumulateurs obtenue par le mélange d'oxyde lourd de plomb cristallin et d'oxyde léger, oxyde amorphe.

STATIONS ET RÉSEAUX

621.311.21 (489). — Projet d'usine hydro-électrique au Danemark. *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 10B, 125 mots.

621.311.21. — Une station centrale hydro-électrique à fonctionnement automatique. *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 97-98, 700 mots.

621.311.21.00.12. — Comment doit être conduite l'étude des grandes stations centrales hydro-électriques modernes ; C. Fred. Holmboe. *Electrician*, 21 juin 1918,

Digitized by Google

Digitized by Google

t. LXXXI, p. 142-147, 7 200 mots, 11 fig. — Les prévisions à faire dans un projet de station centrale hydro-électrique dépendent beaucoup des conditions locales et de la quantité d'eau dont on dispose. Dans cet article l'auteur examine comment doit être organisée l'étude en question et il donne trois exemples d'application.

621.311 (494). — Statistique du développement des installations électriques, en Suisse, pour 1917. *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 9B, 400 mots.

621.311.21 (46). — Le développement des installations hydro-électriques en Espagne. *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 10 B, 250 mots.

621.317.8. — Etude de la tarification de l'énergie en fonction du facteur de puissance; A. ILIOVICI. *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 102-104, 1 100 mots, 1 fig., 3 tab. — On sait qu'en raison de l'augmentation que prend chaque jour la valeur du facteur de puissance sur les réseaux de distribution et des multiples inconvénients qui en résultent, l'Union des Syndicats de l'Electricité a nommé une Commission, dite Commission du déphasage, chargée d'étudier les moyens d'améliorer le facteur de puissance. L'un de ces moyens consiste à faire payer au client l'énergie réactive. Il a donné lieu à plusieurs études dont l'une, due à M. Iliovici, a été présentée à l'avant-dernière séance de la Commission ainsi qu'à la séance de mai de la Société française des Electriciens. A la dernière séance de la Commission du déphasage, M. Iliovici a rapporté les conclusions de son étude; ce sont ces conclusions qui sont publiées ici.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.25. — Les moteurs asynchrones à cage d'écureuil de la Société l'Eclairage électrique. *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. IV, p. 1B-2B, 800 mots, 1 fig.

621.313.00.272. — Note sur le montage des moteurs électriques; A. CURCHOD. *R. G. E.*, 3 août 1918, t. IV, p. 145-150, 3000 mots, 21 fig. — Souvent les constructeurs livrent les appareils de démarrage des moteurs électriques sans donner aucune indication sur leurs connexions internes. Il en résulte des difficultés pour les monteurs qui sont chargés de brancher ces appareils. L'auteur de l'article, qui a édité déjà un livre fort intéressant sur les schémas des connexions des installations électriques, indique, dans cet article, le rôle de chacune des bornes des appareils de démarrage et comment on doit les brancher par rapport au moteur et par rapport à la ligne. Il examine tous les types de moteurs à courant continu ou alternatif que l'on peut rencontrer dans la pratique courante. Cette note rendra les plus grands services aux monteurs.

621.313. — Moteur électrique: Leslie Raymond Mc DONALD. *Brevet français n° 485 753*, demandé le 8 juin 1917, délivré le 12 novembre 1917, publié le 6 février 1918, 2 250 mots, 6 fig.

621.313.25. — Perfectionnements relatifs au réglage du courant électrique alternatif des moteurs d'induction; SOCIÉTÉ ANONYME WESTINGHOUSE. *Brevet français n° 485 441*, demandé le 11 mai 1917, délivré le 16 octobre 1917, publié le 9 janvier 1918, 2 500 mots, 3 fig.

621.349. — Dispositif pour le rappel à leur position primitive d'appareils de manœuvre auxiliaires, en particulier pour moteurs électriques: SOCIÉTÉ ANONYME BROWN, BOVERI ET Cie. *Brevet français n° 484 773*, demandé le 13 mars 1917, délivré le 14 août 1917, publié le 6 novembre 1917, 3300 mots, 1 fig.

621.313. — Changement de vitesse pour moteurs électriques; Henry Homan JEFFCOTT. *Brevet français n° 484 720*, demandé le 7 mars 1917, délivré le 7 août 1917, publié le 31 octobre 1917, 1650 mots, 2 fig.

621.311.7. — Perfectionnements pour controllers de moteurs électriques; SOCIÉTÉ ANONYME WESTINGHOUSE. *Brevet français n° 485 793*, demandé le 14 juin 1917, délivré le 14 novembre 1917, publié le 6 février 1918, 2 100 mots, 7 fig.

621 346 — Etude sur la commande individuelle et la commande par groupe des machines-outils; E. CLEWELL. *Electrician*, 7 juin 1918, t. LXXXI, p. 102-103, 900 mots, 2 fig., 2 tab. — Dans cet article l'auteur montre que, si la commande individuelle est avantageuse pour les grosses machines-outils, elle est moindre pour les petites machines.

621.742. — Influence des volants dans les machines à travailler le bois; D. SHEARER. *Electrical World*, 11 mai 1918, t. LXXI, p. 968-969, 1 400 mots, 2 fig — Les machines à travailler le bois (scies, toupies, etc.) étant à charge essentiellement variable, l'article en question a pour but de montrer comment l'addition de volants en améliore le fonctionnement.

MATIÈRES PREMIÈRES

669.31 (43). — La crise du cuivre en Allemagne. *R. G. E.*, 8 juin 1918, t. III, p. 836-838, 2000 mots, 1 tab.

669.143.1. — Recherches sur l'acier à coupe rapide faites au laboratoire du Harvard Yatsevitch. *Revue de Métallurgie*, janvier 1918, t. XV, p. 65-115, 16 000 mots, 26 fig, 1 tab.

669.1.00.46. — Influence de la teneur en cuivre sur la rouille du fer. *Schweizerische Bauzeitung*, 23 mars 1918, t. LXXI, p. 143, 150 mots. — Des essais relatés par « Stahl u. Eisen » sur des tôles diverses contenant 0,18 à 0,27 pour 100 de cuivre et sur des tôles en fer pur et en fer fondu, ont montré que les premières sont moins attaquées que les secondes. De plus, le laminage qui favorise pour celles-ci la formation de la rouille, protège au contraire les tôles au cuivre. — J. C.

669.185.200.46. — Influence de la teneur en cobalt, nickel et cuivre sur la rouille de l'acier coulé. *Schweizerische Bauzeitung*, 30 mars 1918, t. LXXXI, p. 152, 200 mots. — D'un article de « Stahl u. Eisen », il résulte qu'une teneur de 0,25 à 3 pour 100 en nickel ou cobalt et de 0,25 à 1 pour 100 en cuivre, protège efficacement l'acier coulé contre la rouille. — J. C.

669.211(44). — La métallurgie de l'or en France. *R. G. E.*, 29 juin 1918, t. III, p. 952, 500 mots. Analyse du rapport de M. STRAP à la section IV « Mines et Métallurgie » du Congrès du Génie civil.

621.36: 666.13. — Méthode électrothermique pour la fabrication du verre. *Elettricista*, 15 janvier 1918, t. VII, p. 13-14, 1000 mots, 2 fig. et 1er février 1918, p. 20-22, 2900 mots, 2 fig., 15 février, p. 26-27, 1 400 mots, 2 fig.

666.5. — La porcelaine électrotechnique; L.-E. BARRINGER. *Metall. and Chem. Eng'ing*, 15 avril 1917, t. XVI, p. 433-436, 2800 mots, 4 fig. — Dans cet article, l'auteur, président de l'American Ceramic Society, donne quelques renseignements succincts, à l'usage des électriciens, sur la fabrication et les propriétés des objets céramiques employés comme isolants.

678.7. — Le caoutchouc synthétique; Andrew H. KING. *Metall. and Chem. Eng'ing*, 1er mai 1917, t. XVI, p. 511-518, 9200 mots. — Dans cet article, l'auteur donne un exposé complet des tentatives faites en vue de la fabrication du caoutchouc par synthèse.

678. — Caoutchouc, gutta-percha et « jelutong »; essai de classification des gommes; Frédéric DANNERTH. *Metall and Chem. Eng'ing*, 15 mars 1918, t. XVIII, p. 296-297, 2700 mots.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

APPLICATIONS MÉCANIQUES

622.91 : 622.323. — Les moteurs électriques dans l'équipement des puits à pétrole. *Engineering*, 31 mai 1918, t. CV, p. 612-613, 2 300 mots. — Dans les débuts de l'emploi de la transmission électrique de l'énergie on n'aurait certainement pas songé à son application pour l'exploitation des puits de pétrole en raison de la présence continue de gaz inflammables; aussi la plupart des puits ont leur machinerie actionnée par des moteurs à vapeur ou à pétrole; même actuellement la puissance électrique installée représente à peine 5 pour 100 de la puissance totale de ces installations, mais cette proportion augmente rapidement. L'auteur paraît recommander pour cette application un peu spéciale le courant polyphasé et moteurs avec rotors en court-circuit; dans certains cas il préconise le moteur à deux vitesses, spécialement pour le fonçage, le démarrage des moteurs à simple vitesse étant fait à l'aide du montage étoile-triangle; la difficulté principale à surmonter est l'inexpérience du personnel. — E. B.

622.914. — Machines d'extraction électriques et élévateurs pour mines; H. BROUGHTON. *Electrician*, 5 juillet 1918, t. LXXXI, p. 206-209, 5 400 mots, 2 fig. — Dans cet article l'auteur rappelle le principe des machines d'extraction; il termine par un aperçu qui présente un certain intérêt sur la question de la consommation d'énergie faite par ces machines.

621.344:629.113. — Excavateur élévateur automobile de petites dimensions, mû électriquement. *Engineering*, 12 juillet 1918, t. CVI, p. 33, 100 mots, 4 fig. — L'article, accompagné de quatre figures, donne la description sommaire d'un appareil construit par la Myers-Whaley Co de Tenoxville, Tennessee, U. S. A., pour la Russie, où il est employé à charger dans des wagons le minerai de fer et la pierre à chaux destinés à un haut fourneau. Cette machine peut prendre au tas et charger environ 1 t : min; elle est manœuvrée par un homme et peut se déplacer librement dans tous les sens. — En ordre de marche la machine pèse environ 6 t, sa longueur est d'environ 6 m avec une hauteur totale de 2,50 m environ et une largeur de 1,90 m aux roues motrices, l'empattement est de 1,90 m. La largeur de la pelle est de 0,75 m; la machine est équipée avec un moteur de 20 ch et un câble de 75 m de longueur; la puissance prise en moyenne ne dépasse pas 12 ch. — E. B.

621.34 : 664.6. — Quelques particularités de la commande électrique d'une boulangerie. *Electrical Review*, Chicago 4 mai 1918, t. LXXII, p. 751-754, 2 200 mots, 10 fig. — Cet article, illustré de nombreuses gravures prises parmi des installations les plus récentes faites aux Etats-Unis, montre les avantages de la commande électrique dans la boulangerie. On y trouve l'énumération des diverses machines avec la puissance des moteurs correspondants ainsi que de précieuses indications sur le mode d'attaque des machines (par engrenages, courroies, etc.).

629.113 — 2 : 63. — Les tracteurs agricoles anglais; P. CALFACT. *Génie civil*, 20-27 avril et 4 mai 1918, t. LXXII, p. 269-297 et 316-318, 4 000 mots, 18 fig.

621.348. — Applications de l'électricité à bord des navires. *Electrician*, 14 juin 1918, t. LXXXI, p. 127, 600 mots.

621.347(64). — Expériences de motoculture au Maroc. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. IV, p. 68, 550 mots.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33(494). — Les chemins de fer suisses en 1917. *Schweizerische Bauzeitung*, 15, 22, 29 juin 1918, t. LXXI, p. 256, 260 et 270, 2 500 mots. — Revue des principaux travaux entrepris pendant l'année 1917 sur les chemins de fer suisses. En ce qui concerne les chemins de fer électriques, l'article mentionne les travaux en cours à Amsteg sur la Reuss en vue de l'électrification de la section Erstfeld-Bellinzona de la ligne du Gothard et l'aménagement du lac de Ritom; le barrage est terminé, l'installation des conduites forcées et les fondations de la centrale sont commencées; les pylônes sont posés entre Erstfeld et Amsteg; une partie du tunnel est déjà équipée et a donné aux essais des résultats satisfaisants. L'électrification dans le plus bref délai des sections Scherzligen-Berne et Brigue-Sitten (Simplon) a été décidée en vue d'économiser le charbon. En ce qui concerne l'éclairage des trains, 3 524 voitures (88,8 pour 100) sont éclairées à l'électricité; pour les locomotives, les essais ont continué sans résultat décisif. Le freinage électromagnétique a été appliqué à 6 locomotives (8,5 pour 100), 496 automotrices (37 pour 100) et 9 remorques de chemins de fer à voie étroite. — J. C.

621.33. — L'avenir de l'électrification des chemins de fer. *E. T. Z.*, 16 mai 1918, t. XXXIX, p. 202, 750 mots. — L'article estime que l'électrification des chemins de fer se développera beaucoup après la guerre en raison de la nécessité d'économiser le charbon et le pétrole. Il cite l'exemple du Chicago-Milwaukee-Saint-Paul qui correspond à une économie de 203 000 t par an et qui a permis de multiplier par 3,5 le nombre de tonnes-kilomètres transportées dans un temps plus court de 30 pour 100. L'électrification des chemins de fer permettra d'économiser non seulement le charbon, mais aussi la force motrice, le matériel et la main-d'œuvre employée. Au Canada, l'aménagement des forces hydrauliques se poursuit activement et les installations de la New England Co économisent à elles seules 406 500 t de charbon. — J. C.

621.33 (73). — Un mot sur l'électrification des grands chemins de fer aux Etats-Unis d'Amérique. J. CARLIER.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

R. G. E. 29 juin 1918, t. III, p. 943-948, 5 500 mots. — A l'heure actuelle, la question de l'électrification des grands chemins de fer, ou son opportunité, fait encore l'objet de sérieuses controverses. L'auteur apporte une contribution à cette question en relatant quelques faits recueillis aux Etats-Unis et qui sont de nature à dissiper les hésitations, en général peu fondées.

621.331 (71). — Restauration de la centrale de Hochelaga (Montréal). *Electric Railway Journal*, 8 juin 1918, t. LI, p. 1 085-1 090, 3 700 mots, 6 fig. 4 plans. — Cette station qui assure le service des tramways de Montréal avait été édifiée en 1906. Elle vient d'être transformée en vue de faire face à l'exploitation de plus en plus intensive des tramways de Montréal. L'article en question montre comment a été effetuée cette transformation.

621.332 (73). — Ligne de traction électrique à 11 000 v sur le New-York Connecting Railroad. *Electric Railway Journal* 1er juin 1918, t. LI, p. 1 043-1 047, 3 000 mots, 12 fig. — Le chemin de fer de New-Haven est relié aux lignes du Pennsylvania Railroad par un tronçon à traction électrique que l'on vient d'équiper pour une tension de service de 11 000 v. L'article en question donne d'intéressants détails sur l'installation de la ligne ainsi que sur les précautions prises pour assurer le fonctionnement des lignes téléphoniques.

621.335. — Nouvelles locomotives électriques pour trains de voyageurs. *Electrical Review*, Londres, 21 juin 1918, t. LXXXII, p. 597-598, 900 mots, 3 fig.

625.62 (42). — Une entreprise de guerre rapidement menée. Le tramway de Newport. *Tramway and Railway World*, 11 avril 1918, t. XLIII, p. 224-226, 1 200 mots, 4 fig.

621.33 : 35.571. — Comment un chemin de fer électrique dessert un cantonnement. *Electric Railway Journal*, 8 juin 1918, t. LXI, p. 1 097-1 098, 1 700 mots, 1 fig., 2 plans.

621.33 : 656.225. — Pourquoi les trains électriques sont capables de transporter plus de marchandises que les trains à vapeur. *Electric Railway Journal*, 11 mai 1918, t. LI, p. 893-919, 20 000 mots, 58 fig., 19 cartes. — Article très documenté qui montre, d'après des renseignements puisés aux meilleures sources, les résultats avantageux obtenus aux Etats-Unis avec la traction électrique pour le transport rapide des marchandises.

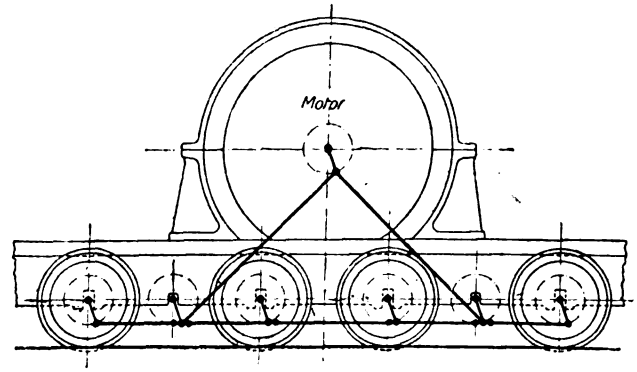
621.33. — A propos de la récupération de l'énergie par les chemins de fer électriques; W. KUMMER. *Schweizerische Bauzeitung*, 4 mai 1918, t. LXXI, p. 191-194, 5 000 mots, 2 fig. — L'auteur examine d'abord l'influence de la récupération sur la dépense d'énergie annuelle. Il montre qu'elle varie suivant que l'énergie est fournie par des usines hydrauliques ou thermiques et suivant l'importance du trafic. Elle est plus avantageuse avec les usines thermiques. Quant au freinage électrique, l'auteur estime qu'il présente encore quelque danger pour les trains lourds et que des expériences complémentaires sont nécessaires.

J. C.

621.33. — La récupération sur les lignes à traction électrique. *Engineering*, 31 mai 1918, t. CV, p. 615, 1 500 mots. — Dès les débuts de la traction électrique on reconnut que, à la descente des pentes, le poids du train devenant moteur, il était possible de faire fonctionner en générateur la dynamo habituellement utilisée comme moteur de traction et par conséquent renvoyer du courant dans le système de transport de force. Les ingénieurs s'aperçurent bientôt, cependant, que l'appareillage nécessaire pour obtenir cette récupération présentait une complication assez grande. Les premiers essais entrepris sur la ligne de Giovi donnèrent des résultats encourageants; malgré cela les ingénieurs de la ligne du Gothard, quelques années après, se prononcèrent contre la récupération. Il est probable que cette décision n'aurait pas été la même si cette récupération n'avait pas exigé l'emploi du courant triphasé avec double ligne aérienne. De nombreux progrès ont été réalisés depuis cette époque, particulièrement en Amérique et suivant une étude de Kummer, le résultat économique est intéressant, spécialement lorsque le prix du combustible est élevé. — Le problème a été également examiné de près par Helmund, de la Westinghouse C°, qui a indiqué un certain nombre de solutions du problème. — L'emploi de courants polyphasés rend le problème particulièrement simple; il se présente aussi très simplement dans le cas d'alimentation monophasée avec convertisseur polyphasé sur la locomotive et permettant l'emploi de moteurs de traction asynchrones; ce système est appliqué au Norfolk and Western Railroad et donne entière satisfaction. Les moteurs de traction à courant continu ne peuvent être utilisés à la récupération à moins de dispositifs spéciaux dont il est cependant avantageux de les munir lorsque la récupération d'énergie peut devenir importante; les lignes du lac Erié à 1 500 v et de Millwaukee à 3 000 v sont équipées pour la récupération. — L'emploi du moteur monophasé à collecteur permet également la récupération, mais c'est alors au prix d'une complication considérable et cette solution n'est pas, en général, à recommander. — E. B.

621.332. — Les éclisses électriques. *E. T. Z.*, 6 juin 1918, t. XXXIX, p. 227-229, 4 500 mots, 11 fig. — Analyse d'un article paru dans les « Technologic Papers of the Bureau of Standards » n° 62 (Washington 1916). — Cet article passe en revue les différents systèmes d'éclissage électrique employés en Amérique. Il signale en particulier l'adoption récente d'un joint entre l'éclisse et le rail comportant un vide que l'on remplit de zinc fondu : ce système a donné les meilleurs résultats. Il résume les résultats obtenus par 42 compagnies de chemins de fer américains exploitant 14 400 km de lignes électriques. — J. C.

621.333. — La propulsion des locomotives électriques par un seul moteur, à l'aide de deux bielles commandant deux arbres à manivelle. *Schweizerische Bauzeitung*, 6 juillet 1918, t. LXXII, p. 3, 1 000 mots, 1 fig. — Description d'une locomotive électrique destinée à remorquer des trains rapides sur la ligne de Landban à Konigszelt des chemins de fer prussiens. Cette locomotive, construite par les Bergmann-Elektrizitat-Werke de Berlin, comporte quatre



621.333. — Schéma d'un moteur de locomotive actionnant par deux bielles à 90° deux arbres à manivelles.

essieux couplés, mus par l'intermédiaire de deux arbres à manivelle actionnés par deux bielles conduites par la manivelle du moteur. Les deux bielles font entre elles un angle de 90°, ce qui permet de réduire au minimum le jeu et l'usure des paliers du moteur par la suppression du point mort sur ces paliers; de plus, l'effort sur les paliers des deux arbres intermédiaires, s il reste dyssymétrique, est réduit de moitié. Le moteur monophasé est à 26 pôles

Digitized by Google

Digitized by Google

16,6 p. : sec, 350 v; il développe 3 000 ch à la vitesse de 246 t : min et pèse 22 t. dont 13 t pour le rotor dont le diamètre est de 2,70 m, celui du collecteur étant de 2,10 m. La vitesse atteint facilement 90 km : h. L'effort de traction au démarrage est de 20 t à la jante des roues, l'effort normal est de 14 t. Les roues motrices ont 1 250 mm de diamètre, les roues porteuses 1 000 mm. L'ensemble pèse 108 t dont 66 sur les roues motrices; la partie électrique pèse 44,8 t et la partie mécanique 55 t. — J. C.

621.333. — Mécanisme moteur pour véhicules de chemins de fer, avec moteurs électriques rigidement fixés au châssis monté sur ressorts de suspension; M. Otto Tschauz. *Brevet français n° 484430*, demandé le 9 février 1917, délivré le 9 juillet 1917, publié le 3 octobre 1917, 950 mots, 1 fig.

621.33 : 621.311.72. — Coupe-circuit pour chemins de fer électriques; M. Harry-L. Lambert. *Brevet français n° 483969*, demandé le 26 décembre 1916, délivré le 29 mai 1917, publié le 23 août 1917, 700 mots, 2 fig.

625.25. — Perfectionnements dans les freins continus et dans les contrôleurs ou distributeurs pour ces freins; MM. Willian Rose Smith, Reginald Page Wilson et Société The Consolidated Brake and Engineering Company. *Brevet français n° 482343*, demandé le 28 mai 1915, délivré le 18 décembre 1916, publié le 13 mars 1917, 3 300 mots, 5 fig.

621.313 + 625.25. — Couplage-limite pour moteurs à courant continu, en combinaison avec un aimant en dérivation pour le desserrage d'un frein; Ateliers de construction Oerlikon. *Brevet français n° 484336*, demandé le 26 janvier 1917, délivré le 3 juillet 1917, publié le 25 septembre 1917, 350 mots, 2 fig.

656.25. — Les enclanchements dans les postes de signaux et aiguillages des chemins de fer. *Locomotive Magazine*, 15 juillet 1918, t. xxiv, p. 123-124, 900 mots, 3 dessins. — L'auteur donne des détails intéressants sur cette question peu connue du public, avec exemples à l'appui.

621.313:656.25. — Perfectionnements aux moteurs de manœuvre des signaux; Eugène-Xavier Klein. *Brevet français n° 485602*, demandé le 23 mai 1917, délivré le 30 octobre 1917, publié le 24 janvier 1918, 1300 mots, 4 fig.

656.256. — Block-système à signal avancé permissif doublant un signal d'arrêt absolu, ce dernier pouvant toutefois être franchi après son remplacement par un signal spécial de sécurité; Compagnie de signaux électriques pour chemins de fer. *Brevet français n° 484591*, demandé le 24 février 1917, délivré le 28 juillet 1917, publié le 18 octobre 1917, 2150 mots, 3 fig.

656.254. — Système de récepteur électrique destiné à la manœuvre à grande distance des signaux de chemins de fer; Jules-Alphonse Thiébaut. *Brevet français n° 484380*; demandé le 1er février 1917, délivré le 6 juillet 1917, publié le 2 octobre 1917, 3650 mots, 3 fig.

625.252. — Sabots de frein à ajustage automatique. *Electric Railwal Journal*, 25 mai 1918, t. li, p. 1019, 1250 mots, 1 fig. — Cet article montre comment l'emploi de sabots de frein à ajustage automatique arrive à faire réaliser des économies.

629.11.016. — Sabot ou patin pour électromobile; Harry L. Lambert. *Brevet français n° 483970*, demandé le 26 décembre 1916, délivré le 29 mai 1917, publié le 23 août 1917, 600 mots, 2 fig.

656.25 (73). — Signaux automatiques sur le chemin de fer électrique de Schenectady. *Electric Railway Journal*, 25 mai 1918, t. li, p. 1020, 320 mots, 1 fig.

625.62 : 621.315.52. — Récupération du cuivre des installations du tramway de Bludenz à Schruns. *E. T. Z.*, 14 mars 1918, t. xxxix, p. 168, 700 mots. — Cette récupération a été obtenue par le remplacement de l'ancienne ligne à 3000 v par une nouvelle ligne à 1000 v en fer. On a pu ainsi récupérer, pour une longueur de 700 m et une puissance de 250 kw, 11 000 kg de cuivre et 8 000 kg de plomb. — J. C.

625.621.44. — Trempe sur place de la table de roulement des rails de tramways. *R. G. E.*, 29 juin 1918, t. iii, p. 948, 280 mots. Analyse d'un article publié dans *Engineering*, 5 avril 1918, t. cv, p. 378-379.

625.622.1. — Emploi d'appareils automatiques de rattrapage de jeu sur les tramways américains. *Electric Railway Journal*, 30 mars 1918, t. li, p. 625-626, 1250 mots, 2 fig.

625.622.3. — La commande par l'air comprimé des portes et escaliers de tramways. *Electric Railway Journal*, 1er juin 1918, t. li, p. 1060-1061, 900 mots, 4 fig.

625.18. — L'organisation des services du matériel et de la traction dans un chemin de fer secondaire. *Locomotive Magazine*, t. xx, p. 170-173, 192-194, 226-228, 242-244, 263-265, 297-298, 324-325; t. xxi, p. 44-46, 89-91, 114-116, 164-167, 184-185, 227-228, 261, 281-283; t. xxii, p. 12-13, 60-62, 79-80, 141-143, 207-209. 256-258; t. xxiii, p, 57, 23 fig. et dessins.

656.224. — La manipulation des foules dans l'Etat d'Ohio (nouvelle organisation des voies et gares permettant l'évacuation rapide de grandes quantités de voyageurs). *Electric Railway Journal*, 4 mai 1918, p. 846-847, 800 mots, 2 fig.

656.235. — L'enseignement du public en matière de transports. *Electric Railway Journal*, 25 mai 1918, t. li, p. 1013, 300 mots. — L'élévation du prix des tarifs de transport a conduit certaines compagnies à dresser des tableaux comparatifs avec gravures très claires et très expressives montrant d'un seul coup d'œil les raisons qui ont motivé cette augmentation.

656.235. — Comment le trafic des marchandises sur les chemins de fer électriques de Rhode Island a augmenté de 185 pour 100 en dix ans. *Electric Railway Journal*, 25 mai 1918, t. li, p. 1003-1005, 1800 mots, 6 fig. — Cet article montre comment, avec une organisation parfaitement étudiée, on a pu accroître très rapidement la quantité de marchandises transportées sur un réseau de lignes à traction électrique.

656.4:331.4. — Emploi de dames machinistes sur les tramways de New-York. *Electric Railway Journal*, 25 mai 1918, t. li, p. 1006-1012, 8700 mots. — Deux rapports sur l'emploi de dames en qualité de machinistes sur les tramways de New-York viennent d'être publiés. Il en résulte que l'essai a été satisfaisant et que les employées elles-mêmes préfèrent ce métier à celui qu'elles exerçaient auparavant. Un tableau des roulements adoptés donne des indications intéressantes sur les conditions du travail.

656.4.02. — Progrès dans l'enregistrement automatique des mouvements de voitures sur un réseau de tramways. *Electric Railway Journal*, 13 avril 1918, t. li, p. 717-718, 1250 mots.

656.4.02. — La réglementation des heures de 88000 employés de Washington et sa répercussion sur les réseaux de tramways. *Electric Railway Journal*, 6 avril 1918, t. li, p. 655-659, 4000 mots, 2 tab., 8 fig.

656.4.02. — Le stationnement des automobiles gêne le trafic des rues de Washington. *Electric Railway Journal*, 30 mars 1918, t. li, p. 613-617, 3800 mots, 4 fig.

Digitized by Google

Digitized by Google

625.62. — Les tramways municipaux d'Adélaïde. *The Tramway and Railway World*, 13 juin 1918, t. XLIII, p. 353-365, 3 600 mots, 23 fig. — Description complète et illustrée de l'importante entreprise australienne.

625.621.73. — Les améliorations réclamées par le service de la voie d'une exploitation de tramways doivent être réalisées au printemps; R.-C. CRAM. *Electric Railway Journal*, 20 avril 1918, t. LI, p. 740-742, 3 000 mots, 1 fig.

656.4 : 656.225. — Service des marchandises par tramways au pays noir. *The Tramway and Railway World*, 13 juin 1918, t. XLIII, p. 366, 400 mots, 1 fig. — Données sur l'organisation pratique de ce mode de transport.

629.113 : 621.32. — Dispositif pour l'éclairage, le chauffage, etc., de voitures; ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON. *Brevet français n° 485623*, demandé le 25 mai 1917, délivré le 30 octobre 1917, publié le 24 janvier 1918, 3 200 mots, 1 fig.

621.334. — L'équipement des tracteurs en vue du transport des marchandises; G.-M. WOODS. *Electric Railway Journal*, 1er juin 1918, t. LI, p. 1 055, 1 900 mots, 6 fig. — Plusieurs chemins de fer électriques ont envisagé la possibilité d'accroître leurs profits en transportant des marchandises. L'article en question examine les conditions techniques du problème en particulier en ce qui concerne l'organisation des tracteurs à employer.

621.335 + 621.43. — Automotrices benzo-électriques à récupération, système Henri Pieper; L. PAHIN. *Locomotive Magazine*, 15 juillet 1918, t. XXIV, p. 119-120, 650 mots, 2 dessins. — D'après l'article du même auteur paru dans *La Lumière électrique*, 21 août 1915, t. XXX (2e série), p. 173-180.

629.113.6. — Omnibus électriques pour transports urbains; George Drake SMITH. *Electrical World*, 1er juin 1918, t. LXXI, p. 1 140-1 145, 1 250 mots, 3 fig., 2 tab. — Cet article donne tout d'abord les spécifications des véhicules fournis récemment à la ville de Rio de Janeiro. Il décrit ensuite les essais de réception auxquels ces omnibus furent soumis.

629.113.6. — La justification de l'emploi du différentiel dans les véhicules électriques; C. G. CONRADI. *Electrician*, 31 août 1917, t. LXXIX, p. 860, 900 mots.

621.434 : 629.12. — Sur les moyens propres à développer l'emploi des moteurs à combustion interne dans la marine marchande. *R. G. E.*, 20 avril 1918, t. III, p. 592, 250 mots. Analyse du rapport de LUMET à la section II « Industries des Transports » du Congrès du Génie civil.

656.234 (73). — Le gouvernement fédéral peut élever les tarifs publics. P.-H. GADSDEN. *Electric Railway Journal* 8 juin 1918, t. LI, p. 1091-1092 2 200 mots. — Article de jurisprudence concernant l'élévation des tarifs publics aux États-Unis.

656.234 (73). — Service à prix coûtant proposé aux chemins de fer électriques de l'Etat de Massachusetts. *Electric Railway Journal*, 8 juin 1918, t. LI, p. 1 093-1 096, 4 200 mots.

656.234 (73). — Tarif à 3 cents le mile sur les chemins de fer interurbains. *Electric Railway Journal*, 8 juin 1918, t. LI, p. 1 099-1 100, 2 300 mots, 1 tab.

656.4.03 (73). — Nouveau tarif des tramways appliqué à Saint-Louis. *Electric Railway Journal*, 25 mai 1918, t. LI, p. 1014-1 015, 2 500 mots.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654.5 : 621. — Cinquante ans de télégraphie sous-marine et l'enregistreur Thomson-Houston. *E. T. Z.*, 13 juin 1918, t. XXXIX, p. 238, 300 mots, d'après « Die Naturwissenschaften 1918, n° 1 et 2. Résumé historique de la question des câbles sous-marins. — J. C.

654.6. — Longueur d'onde et affaiblissement des circuits téléphoniques; J.-B. POMEY. *R. G. E.*, 20 juillet 1918, t. IV, p. 72, 200 mots. — L'auteur se propose de mettre sous forme rationnelle l'expression de la constante β d'affaiblissement d'un circuit téléphonique.

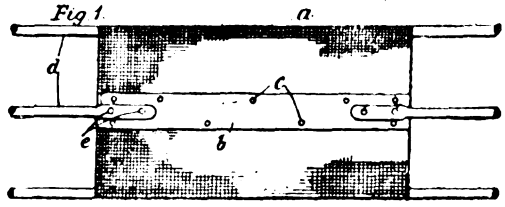
35.823.6. — La téléphonie dans l'armée française. *Electrical Review*, Londres, 5 juillet 1918, t. LXXXIII, p. 3-4, 600 mots, 6 fig. — Cet article donne sous forme d'un résumé illustré de 5 photographies l'organisation téléphonique sur le front français.

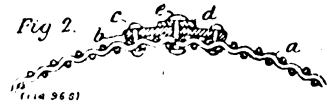
654.25 (481 + 7). — Communication par télégraphie sans fil entre la Norvège et l'Amérique. *E. T. Z.*, 20 juin 1918, t. XXXIX, p. 248, 50 mots. — La station de Stavanger, commencée au début de la guerre, a été mise en service au mois de juin 1918. Elle permet la communication directe avec l'Amérique. Auparavant, les télégrammes scandinaves passaient par Newcastle-Londres. — J. C.

654.25 + 629.12. — La télégraphie sans fil sur les navires anglais. *E. T. Z.*, 20 juin 1918, t. XXXIX, p. 248, 60 mots. — Le « Board of Trade » a répondu négativement à la question de savoir si l'installation de la télégraphie sans fil était nécessaire sur les navires de moins de 1 600 t. Au-dessous de ce tonnage, les frais d'installation sont prohibitifs, en raison du monopole de la Compagnie Marconi. — J. C.

654.25 (82 + 73). — Communication par télégraphie sans fil entre l'Argentine et les États-Unis. *E. T. Z.*, 20 juin 1918, t. XXXIX, p. 248, 50 mots — Le gouvernement argentin a conclu, en octobre 1917, un accord avec les États-Unis, pour l'installation d'un poste direct de télégraphie sans fil avec New-York. Les travaux sont en cours. — J. C.

654.25. — Télégraphie sans fil; OSRAM ROBERTSON LAMP WORKS et O. DURDLE. *Brevet anglais n° 114.968*, déposé le 11 septembre 1917, accordé le 1er mai 1918, bibliographié dans *Engineering*, 28 juin 1918, t. CV, p. 740, 2 fig. — Conformément à cette invention, l'anode pour un tube ionique est formée d'une toile tissée d'un fil métallique fortement





654.25. — Télégraphie sans fil.

réfractaire, par exemple de molybdène, le diamètre du fil étant extrêmement fin (0,2 mm) de manière à présenter une surface continue dépourvue d'ouvertures pouvant livrer passage à des rayons normaux. L'anode peut être construite en courbant une pièce rectangulaire de cette toile métallique en forme de cylindre, les extrémités de la toile étant jointes sous la protection d'un couvre-joint (fig. 1 et 2); a est

Digitized by Google

Digitized by Google

la toile métallique maintenue par une bande flexible b fixée par les rivets c ; des pièces d maintiennent l'ensemble. Les bandes b, les barres d et les rivets c et e sont, de préférence faits du même métal que la toile. — E. B.

677.73 : 654.6 + 621.36. — Perfectionnement aux câbles électriques pour appareils téléphoniques ou appareils de chauffage ; J.-H. Ward et M.-H. Goldstone. *Brevet anglais n° 114 197*, déposé le 22 mars 1917, délivré le 4 avril 1918, bibliographié dans *Engineering*, 24 mai 1918, t. cv, p. 593. — Le brevet concerne un perfectionnement applicable particulièrement aux câbles et conducteurs utilisés dans les appareils téléphoniques ou les appareils de chauffage électrique. L'extrémité de chaque conducteur a (figures 1 et 2) forme une boucle b obtenue par pliage ; la couverture tressée c est doublée en d par une couche additionnelle de tresse e appliquée par-dessus la couche c. La couche e est amenée aussi loin en arrière qu'on le désire pour produire un joint parfait et suffisant pour empêcher la détérioration de l'isolant et du joint de connexion. — E. B.

654.25. — Les ondes hertziennes et la navigation ; Umberto Bianchi. *Elettricista*, 1er juin 1918, 3e série, t. vii, p. 81-82, 1 600 mots. — L'auteur préconise l'installation, à bord des navires d'un certain tonnage, d'une cabine de télégraphie sans fil comprenant tous les dispositifs modernes de réception des ondes hertziennes.

654.65. — Le développement de la téléphonie sans fil. *E. T. Z.*, 21 février 1918, t. xxxix, p. 78-79, 350 mots.

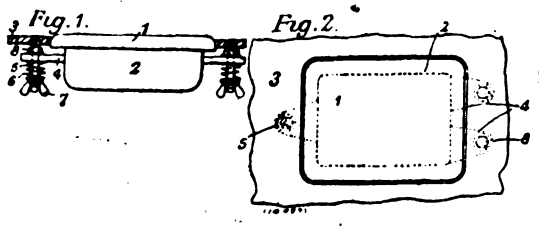
APPLICATIONS THERMIQUES

621.431.42. — Magnéto multipolaire ; Bosch Magneto Co. *Brevet français n° 486.709*, demandé le 7 septembre 1917, délivré le 8 février 1918, publié le 1er mai 1918, 1 850 mots, 3 fig.

621.431.42. — Magnéto sans contacts ; Robinson (H). *Brevet n° 486.046*, demandé le 4 juillet 1917, délivré le 7 décembre 1917, publié le 5 mars 1918, 1 260 mots, 5 fig.

621.431.42. — Bougie d'allumage pour moteur à explosion à haute compression ; Paul-Eugène Bureau. *Brevet français n° 486.181*, demandé le 22 mai 1917, délivré le 19 décembre 1917, publié le 4 mars 1918. — Cette bougie à cône renversé est munie de dispositifs évitant, en cas de rupture de la tige électrode, la chute dans le moteur des pièces de cette bougie ; le culot est en bronze et à ailettes pour permettre un refroidissement aussi complet que possible de la bougie ; l'angle du cône est calculé pour assurer une étanchéité absolue et résister à une très grande compression. — *Addition* n° 20 506 demandée le 24 mai 1917, délivrée le 22 janvier 1918, publiée le 8 mai 1918. — Dispositifs nouveaux à appliquer à la bougie à électrode inversée.

621.364.5. — Réchaud électrique ; F.-P. Flechter *Brevet anglais n° 114.437.*, déposé le 7 mai 1917, accordé le 17 avril 1918. Bibliographié dans *Engineering*, 14 juin 1918,



621.364.5. — Réchaud électrique.

t. cv, p. 681, 2 fig. — L'invention se rapporte à la sorte de réchaud dont la plaque chauffante est mobile verticalement et placée dans une ouverture convenablement disposée du support. Les figures 1 et 2 montrent la disposition adoptée ; 1 est la plaque chauffante placée au-dessus d'une chambre chaude 2 ; 3 est le support de l'ensemble ; la pièce 2 porte des bras 4 par lesquels la plaque chauffante est suspendue de telle manière qu'elle dépasse normalement le niveau du support 3 ; mais aussi qu'elle puisse s'enfoncer sous le poids de l'ustensile de cuisine que l'on peut placer dessus, de telle manière que le poids soit reporté sur le support 3 ; des ressorts 6,6 agissent de bas en haut pour presser la plaque chauffante contre la base de l'ustensile déposé sur elle. — E. B.

621.364.5. — Les applications domestiques du chauffage électrique en Suisse. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. iv, p. 7 B, 250 mots.

621.392. — La soudure à l'arc électrique ; Maurice Lebrun. *Produire*, juin 1918, n° 4, p. 126-129, 3 600 mots, 11 fig. — L'auteur continue son article sur la soudure par la description du montage des postes de soudure pour l'emploi du courant continu à 110 v.

621.392. — Une série de tours de main pour la soudure électrique. *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. iv, p. 24, 320 mots, 6 fig. Analyse d'un article publié dans *Electrical Review*, Chicago, 9 février 1918, t. lxxii, p. 225, 6 fig.

USINES ET ATELIERS

621.852.1. — Courroies de transmission en papier. *Bulletin des Usines de guerre*, 1er juillet 1918, t. iii, p. 79, 1 200 mots. — Notre confrère signale l'emploi du papier pour remplacer le cuir dans la fabrication des courroies employées chez nos ennemis. Pour ces courroies, dites de cellulose, on se sert de cellulose de bois (cellulose sulfatée et sulfitée). On produit la cellulose sulfatée en décomposant la fibre de bois au sulfate de soude et la cellulose sulfitée, par un procédé similaire avec du sulfite de chaux et l'acide sulfureux. Le papier est coupé en bandes fines et ensuite tordues au métier à filer pour en former du fil. On fait les courroies soit en les tissant soit en les tricotant ou en les tressant. Les courroies en tissu de papier sont découpées par bandes d'environ 40 m et assemblées ; pour leur donner plus de résistance on y introduit une âme d'une matière plus résistante. Ces courroies sont flexibles et conviennent bien pour les transmissions. Les courroies en filés de papier sont tissées à la largeur voulue ; elles sont plates ou creuses ; on y ajoute aussi une âme ; on les fait simples, ou bien on en coud et colle plusieurs ensemble suivant l'épaisseur que l'on veut obtenir. Pour rendre ces courroies moins hygroscopiques on les imprègne de substances, telles que le goudron ; elles peuvent alors servir dans les locaux humides ou en plein air (agriculture). — Pour les poulies à grande vitesse il vaut mieux employer les courroies tricotées ou tressées, qui sont très flexibles et pour les petites poulies des courroies sans âme. Le choix de ces diverses sortes de courroies dépend du genre de construction et du genre de travail des machines auquelles on les destine. Diverses recommandations sont faites aux acheteurs pour l'essai de ces courroies avant usage et pour leur montage.

MATIÈRES PREMIÈRES

622.6(017). — L'unification du matériel des mines. *R. G. E.*, 22 juin 1918, t. iii, p. 926, 180 mots. Analyse du rapport de Engelbach à la section IV « Mines et métallurgie » du Congrès du Génie civil.

621.899. — La récupération des matières grasses des chiffons d'essuyage. *Génie civil*, 9 mars 1918, t. lxxii, p. 171, 1 600 mots. — La consommation actuelle de chiffons et de lubrifiants est considérable, et il importe de récupérer les uns et les autres. Avant la guerre des usines spéciales se chargeaient du nettoyage des chiffons et de la récupération des matières grasses qu'ils contenaient. Ces usines

Digitized by Google

Digitized by Google

n'existent plus pour le moment et il est bon que les industriels puissent faire cette opération eux-mêmes. Notre confrère rappelle un procédé de récupération très perfectionné mais nécessitant une immobilisation de capital importante qui était employé avant la guerre. Il donne ensuite un second procédé beaucoup plus simple, mais moins parfait, qui semble répondre entièrement à la situation actuelle. On entasse les chiffons gras dans une cuve à parois peu conductrices de la chaleur, la cuve possède un double fond en forme de calotte sphérique et percé de nombreux trous, on fait arriver par ce double fond de la vapeur aussi chaude et aussi sèche que possible. Quand les chiffons de la couche supérieure sont devenus très chauds on les jette dans une essoreuse; les matières grasses devenues fluides se précipitent dans une cuve de décantation; on fait de nouveau arriver de la vapeur très chaude, mais qui n'a pas besoin d'être sèche, on obtient ainsi un rinçage du chiffon qui se débarrasse d'une nouvelle quantité de matière grasse. Le mélange d'eau et de matières grasses est décanté en prenant certaines précautions que l'auteur décrit. On récupère ainsi 85 à 90 pour 100 des matières grasses contenues dans les chiffons. Pour resservir comme chiffons propres les chiffons doivent être lavés dans une lessive de soude chaude contenant un peu de soude caustique. Après filtration les matières grasses récupérées peuvent servir, mélangées à l'eau de savon, pour le graissage des outils. L'auteur indique également un procédé pour récupérer la matière grasse des rognures de cuir.

COMBUSTIBLES

662.74. — L'importance de la dureté du coke; G.-D. Cochrane. *Engineering*, 10 mai 1918, t. cv, p. 529-531, 3 200 mots, 5 fig. — L'article est le résumé d'une conférence faite devant le Iron and Steel Institute; il traite du coke de four à coke et destiné à être utilisé au haut fourneau. L'auteur énonce l'axiome suivant : « Le succès pratique de l'exploitation d'un haut fourneau dépend des conditions mécaniques du coke utilisé » avec cependant le correctif suivant, que tout le reste de l'installation soit en de bonnes conditions d'exploitation. En premier lieu, l'auteur place la dureté du coke destiné à cet usage; il est nécessaire de donner une explication de ce terme; déjà, en 1909, le conférencier a étudié et fait construire une machine « essayeur de coke » constituée par un tambour creux tournant autour d'un axe central et dans lequel le coke placé pour essai heurte des obstacles disposés dans le tambour. Il montre un certain nombre de résultats obtenus à l'aide de cette machine et les compare à ceux obtenus par l'examen microscopique du coke. — E. B.

621.182.14. — Emploi du charbon pulvérisé dans les stations centrales; Frederick Seymour. *Electrical Review*, Chicago, 6 avril 1918, t. LXXII, p. 590-593, 4 000 mots, 2 fig. — Dans cet article, l'auteur montre comment on peut surmonter les difficultés résultant de l'emploi du poussier de charbon dans les chaudières à vapeur et il donne la description d'une chaudière étudiée en vue de l'utilisation de ce combustible.

621.182.14. — La combustion du charbon en poudre; A. Stenger. *Electrical World*, 25 mai 1918, t. LXXI, p. 1080-1081, 1800 mots, 4 fig. — L'article débute par des considérations sur la combustion du charbon; on discute ensuite les conditions qui affectent sa bonne utilisation dans les foyers de chaudières à vapeur. Il se termine par une étude sur l'emploi du charbon en poudre.

621.182.14. — Le chauffage par le charbon pulvérisé. *Engineering*, 17 mai 1918, t. cv, p. 552-553, 1000 mots. — De nombreux essais ont été faits pour utiliser le charbon pulvérisé au chauffage et des tentatives de cette application ont été faites vers 1873 et ont échoué pour des raisons diverses. Les résultats de tentatives récentes paraissent donner entière satisfaction et, en Amérique, il est actuellement consommé annuellement 6 000 000 t de charbon sous cette forme, particulièrement dans les fabriques de ciment, mais aussi dans certaines usines métallurgiques et stations centrales. Le plus grand nombre d'applications a été fait dans les régions où les chaudières étaient chauffées au gaz naturel ou à l'huile; le jour où ces combustibles sont devenus rares, on a cherché à utiliser le charbon local généralement d'assez mauvaise qualité et contenant beaucoup d'humidité et de cendres. Ce charbon est pulvérisé très finement et séché, il pèse alors de 32 à 38 livres par pied cube et coule presque comme un liquide; il est transporté à l'aide de vis sans fin dont les paliers sont disposés pour être à l'abri des poussières; il faut noter, en outre, que le charbon ainsi pulvérisé a certaines qualités lubrifiantes. La tonne de charbon pulvérisé exige environ 17 chevaux-heure pour le hayage, le transport et le séchage. Le foyer dans lequel on brûle le charbon pulvérisé doit être de dimensions amples, de manière que la combustion soit complète et que la vitesse des gaz ne soit pas excessive. Le combustible est projeté dans le foyer par un injecteur à air alimenté par un ventilateur à faible pression; chaque ventilateur exige environ 10 ch; la combustion est absolument sans fumée. Les meilleurs résultats sont obtenus avec des charbons ayant moins de 10 pour 100 de cendres, ayant 30 à 40 pour 100 de matières volatiles et 40 à 50 pour 100 de carbone; le combustible peut encore contenir 4 1/2 à 5 pour 100 de soufre sans que son emploi soit trop délicat. Si l'humidité du charbon est de 5 à 10 pour 100, il faut compter 25 à 35 litres de charbon pour en sécher une tonne. — E.B.

621.182.14. — Les économies de combustible obtenues par l'emploi du charbon pulvérisé; E. Pierret. *R.G.E.*, 29 juin 1918, t. III, p. 939-942, 3000 mots, 4 fig. — Dans deux articles précédemment parus dans la « R. G. E. », l'auteur s'est efforcé de montrer quels avantages les usines génératrices d'électricité trouveraient en distillant le combustible employé par elles, au lieu de continuer à le brûler sous des chaudières; il donne dans celui-ci un résumé des méthodes suivies, principalement en Amérique, pour tirer tout le profit possible des charbons bitumineux à forte teneur en cendres et des charbons anthraciteux, par leur combustion sous forme de charbon pulvérisé.

621.182.12. — Avantages de la substitution de l'huile au charbon comme combustible. *Electrical World*, 6 avril 1918, t. LXXI, p. 711-714, 5 photographies. — L'emploi de l'huile pour le chauffage des chaudières a pris une très grande extension dans la Nouvelle-Angleterre, même dans des installations de 100 000 ch. Jusqu'ici, cependant, ce sont les usines industrielles qui ont principalement adopté ce mode de combustible. L'huile est de provenance mexicaine et possède un pouvoir calorifique de 10 100 à 10 250 cal-kg-d; il en faut environ 725 kg pour développer la même quantité de chaleur qu'une tonne de charbon de New River. Dans certains milieux, on considère cette huile comme un produit brut d'extraction; en réalité, elle est un résidu qu'on retrouve après avoir enlevé la gazoline, la benzine, le kérosène et autres produits lumineux. Elle ne doit pas émettre de vapeur inflammable au-dessous de 65° C, elle donne un feu clair et sans fumée; elle est d'une manipulation si facile qu'une grande manufacture de Boston a l'intention de confier la conduite de ses chaufferies à des femmes. Par exemple, une installation de 200 ch, à bouilleurs tubulaires, consomme 1 360 kg de charbon par semaine rien que pour entretenir le feu du soir au matin; une autre tient en activité deux bouilleurs de 500 ch souvent pendant des mois, de façon à les avoir prêts à marche en cas de nécessité. Pour les chaudières de 100 à 125 ch, ce sont les brûleurs rotatifs qui conviennent le mieux; au-dessus, les brûleurs doivent être fixes. L'huile est injectée à la pression de 1,06 kg : cm².

Digitized by Google

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

622:31 (43-45). — L'industrie minière et sidérurgique de la Lorraine et de la région de la Sarre. *R. G. E.* 1er août 1918, t. VI, p. 201-207, 5 000 mots, 5 tab. Analyse d'un rapport de Robert Pinot, et Jean Tribot-Laspière à la section IV « Mines et Métallurgie » du Congrès du Génie civil.

331.87. — Les hommes qu'il nous faut pour l'organisation du travail ; Pierre Pezen. *Revue de Métallurgie*, mai-juin et juillet-août, t. XV, p. 284-328, et 347-376, 32 000 mots. — Intéressante étude sur l'art de commander ; l'auteur examine les qualités que doit posséder celui qui dirige, de quelle façon il doit utiliser les facultés des hommes qu'il a sous ses ordres, enfin les méthodes de commandement dont il doit faire usage.

331.87. — Sur la mise en pratique des nouvelles méthodes de travail. *R. G. E.* 15 juin 1918, t. III, p. 884, 1 000 mots. Analyse du rapport de Ch. de Fréminville, à la section VIII « Organisation rationnelle du travail industriel » du Congrès du Génie civil (archives).

338.8. — Les trade-unions et les associations anglaises. *Electrical Review*, 12 et 19 juillet 1918, t. CXXXIII, p. 28-53, 2 700 mots.

657.37. (065)2. — Banque nationale de Crédit. Assemblée générale ordinaire du 14 mai 1918. *R. G. E.*, 15 juin 1918, t. III, p. 888.

657.37 (065)2. — Société marseillaise de Crédit industriel et commercial et de Dépôts. Assemblée générale ordinaire du 17 mai 1918. *R. G. E.*, 29 juin 1918, t. III, p. 956.

657.37 (065)2. — Fusion des Gaz. Assemblées générales ordinaire et extraordinaire du 5 avril 1918. *R. G. E.*, 15 juin 1918, t. III, p. 887.

657.37 (065) 2. — Société électrométallurgique française (Froges). Assemblée générale extraordinaire du 16 avril 1918. *R. G. E.*, 15 juin 1918, t. III, p. 887.

657.37 (065) 2. — Société générale de Forces motrices et d'Eclairage de la ville de Grenoble. Assemblée générale ordinaire du 30 avril 1918. *R. G. E.*, 8 juin 1918, t. III, p. 852.

657.37 (065) 2. — Compagnie générale de travaux d'éclairage et de force. Assemblée générale ordinaire du 29 avril 1918. *R. G. E.*, 8 juin 1918, t. III, p. 852.

657.37 (065)2. — Société hydro-électrique de la Haute-Bourne. Assemblée générale ordinaire du 5 mars 1918. *R. G. E.*, 29 juin 1918, t. III, p. 956.

657.37 (065) 2. — Société anonyme électrochimique du Giffre. Assemblées générales ordinaire et extraordinaire du 25 avril 1918. *R. G. E.*, 29 juin 1918, t. III, p. 956.

657.37 (065) 2. — Société hydro-électrique de Lyon. Assemblée générale ordinaire du 4 juin 1918. *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. IV, p. 32.

657.37 (065) 2. — Société parisienne pour l'industrie des chemins de fer et des tramways électriques. Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1918. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. IV, p. 59.

657.37 (065) 2. — Société hydro-électrique de Fure et Morge et de Vizille. Assemblée générale ordinaire du 29 avril 1918. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. IV, p. 60.

657.37 (065) 2. — Compagnie générale parisienne de tramways. Assemblée générale ordinaire du 21 avril 1918. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. IV, p. 60.

657.37 (065) 2. — Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est (Jeumont-Nord). Assemblée générale ordinaire du 6 juillet 1918. *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 128

657.37 (065) 2. — Société des Forces du Fier. Assemblée générale ordinaire du 18 avril 1918. *R. G. E.*, 20 juillet 1918, t. IV, p. 96.

657.37 (065) 2. — Energie électrique du littoral méditerranéen. Assemblée générale ordinaire du 8 juin 1918. *R. G. E.*, 20 juillet 1918, t. IV, p. 95.

338.8. — La documentation industrielle. *R. G. E.* 17 août 1918, t. IV, p. 233, 600 mots. Analyse d'un rapport de M. Guillet, à la section VI « Mines et Métallurgie » Congrès général du Génie civil.

657.37 (065) 2. — Compagnie d'Électricité du Sud-Est. Assemblée générale ordinaire du 29 avril 1918. *R. G. E.*, 3 août 1918, t. IV, p. 161.

657.37 (065) 2. — Société havraise d'énergie électrique. Assemblée générale ordinaire du 11 juin 1918. *R. G. E.*, 3 août, 1918, t. IV, p. 161.

657.37 (065) 2. — Compagnie centrale d'Énergie électrique. Assemblée générale ordinaire du 17 juin 1918. *R. G. E.*, 3 août, 1918, t. IV, p. 162.

657.37. (065) 2. — Compagnie du chemin de fer Métropolitain de Paris. Assemblée générale ordinaire du 12 juin 1918. *R. G. E.* 10 août, 1918, t. IV, p. 208.

657.37 (065) 2. — Compagnie d'Électricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière). Assemblée générale ordinaire du 21 juin 1918. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 236-300 mots.

657.37. (065) 2. — Société Anonyme des Forces motrices du Vercors. Assemblée générale du 19 juin 1918. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 235-236, 300 mots.

657.37 (065) 2. — Chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud de Paris. Compte rendu de l'assemblée générale du 17 juin 1918. *R. G. E.*, 24 août 1918, t. IV, p. 285-286, 500 mots.

657.37 (065) 2. — Société anonyme Westinghouse. Compte rendu des Assemblées générales ordinaire et extraordinaire du 27 juin 1918. *R. G. E.*, 24 juin 1918, t. IV, p. 286, 500 mots.

657.37 (065) 2. — Compagnie générale de Distribution d'Énergie électrique. Compte rendu de l'Assemblée générale ordinaire du 20 juin 1918. *R. G. E.*, 24 août 1918, t. IV, p. 287, 500 mots.

657.37 (065) 2. — Compagnie générale des câbles de Lyon. Assemblée générale ordinaire du 19 juin 1918. *R. G. E.*, 24 août 1918, t. IV, p. 287 200 mots.

657.37 (065) 2. — Compagnie Électro mécanique. Compte rendu de l'Assemblée générale ordinaire du 21 juin 1918. *R. G. E.*, 24 août 1918, t. IV, p. 288, 300 mots.

Digitized by Google

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

351.79(481). — La nouvelle loi norvégienne sur les chutes d'eau; Tochon. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 237-248, 12000 mots. — En resserrant les liens qui unissent à la communauté chaque membre du corps social, la guerre a, du même coup, excité les susceptibilités assoupies et provoqué l'explosion d'un nationalisme économique intransigeant dont nous voyons poindre, un peu partout, les manifestations. Dans beaucoup de pays, ce mouvement d'opinion conduit à accroître les pouvoirs de contrôle de l'Etat sur l'exploitation des richesses naturelles. Tel est le cas de la Norvège qui, tout en restreignant gravement, d'une manière générale, le statut réel des étrangers vient de renforcer encore les prérogatives du gouvernement en ce qui touche la mise en valeur des mines et des chutes d'eau. Etant données les relations étroites qui existent entre les industries hydro-électriques des deux pays, nous avons cru bon de reproduire ceux des articles de la loi norvégienne de 1917 qui concernent plus spécialement les concessions de forces hydrauliques. Pour faciliter la lecture de ce document touffu, nous avons fait précéder chaque article d'un titre indiquant son objet. Nous publions en même temps un commentaire où notre collaborateur G. Tochon souligne les particularités du texte nouveau et le compare au projet déposé sur le même objet par notre gouvernement.

351.79(44). — Décret du 6 juin 1918 autorisant et déclarant d'utilité publique des travaux de dérivation de l'Ain à Priay pour la mise en jeu d'une usine hydro-électrique. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 248, 200 mots.

351.82 (73). — Une commission de reconstruction et de réorganisation; M. Wingrove Bathon *Electrical World*, 1er juin 1918, t. LXXI, p. 1124-1125, 1800 mots. — Cet article a pour but de suggérer au président des Etats-Unis qu'il veuille bien nommer une commission qui étudierait sous son autorité et sous sa direction les problèmes de l'après-guerre.

621.32 + 351.82. — Que faut-il entendre par l'emploi accessoire du courant pour la lumière dans les locaux industriels ? Paul Bougault. *R. G. E.*, 8 juin 1918, t. III, p. 853-855, 2000 mots. — On sait que l'article 8 de la loi du 15 juin 1906 permet à l'abonné de force motrice d'employer accessoirement l'énergie électrique pour l'éclairage des locaux dans lesquels l'énergie est utilisée pour la force motrice. Jusqu'à présent aucun document de jurisprudence n'avait paru sur l'interprétation de cet article ; un arrêt de la Cour d'appel de Grenoble en date du 21 décembre 1917, cassant très justement un jugement du Tribunal de Commerce de la même ville (*R. G. E.*, 27 janvier 1917, t. I, p. 160), vient de donner une solution dont l'importance n'échappera à aucun électricien, qu'il soit distributeur lui-même ou simple consommateur de courant électrique. La note qui nous occupe commente cet arrêt.

351.82. — Les indications d'origine sur les marchandises étrangères. *R. G. E.*, 25 mai 1918, t. III, p. 781-783, 2000 mots. Analyse du rapport de A. Vauxois à la section X « Législation industrielle » du Congrès du Génie civil.

351.82. — Formule à proposer pour la réforme du régime institué par la loi du 30 mars 1900. *R. G. E.*, 25 mai 1918, t. III, p. 780-781, 1050 mots. Analyse du rapport de Maurice Bellom à la section X « Législation industrielle » du Congrès du Génie civil.

621.1 (062). — Le concours que les œuvres d'initiative privée peuvent apporter aux pouvoirs publics. *R. G. E.*, 8 juin 1918, t. III, p. 849-850, 1000 mots. Analyse d'un rapport de Ch. Compère à la section X « Législation industrielle » du Congrès du Génie civil.

621.32 (072). — Arrêté fixant le tarif des opérations effectuées par le bureau de contrôle et d'essais électrotechniques de l'Université de Toulouse. *R. G. E.*, 8 juin 1918, t. III, p. 855.

351.82 : 621.316. — Les statuts des distributions électriques en Autriche. *E. T. Z.*, 18 avril 1918, t. XXXIX, n° 16, p. 158, 1400 mots. Compte rendu du projet déposé par le ministère du Travail autrichien pour la réglementation des entreprises électriques. — J. C

621.316 : 351.82. — Le règlement des différends concernant les distributions d'énergie électrique. Le rôle du Comité d'électricité; A. Monmerqué. *R. G. E.*, 22 juin 1918, t. III, p. 927-929, 1500 mots. — L'auteur indique le rôle qui incombe au Comité d'électricité, au point de vue de l'intérêt général, dans la solution des difficultés qui peuvent se présenter dans les affaires relatives aux distributions publiques d'énergie électrique et à l'application de la loi du 15 juin 1906 en particulier.

341.3 : 347.426.3. — Sur le projet de loi assurant la réparation des dommages subis par les victimes civiles des accidents causés par la guerre ou consécutifs à la guerre. *R. G. E.*, 8 juin 1918, t. III, p. 850-851, 400 mots. Analyse du rapport de F. Mainié à la section X « Législation industrielle » du Congrès du Génie civil.

341.3 : 347.426.3. — Les mesures à prendre pour la reconstitution des régions dévastées par la guerre. *R. G. E.*, 27 avril 1918, t. III, p. 628-629 1100 mots. Analyse du rapport de Charles Letrosne à la section I « Travaux publics et Constructions civiles » du Congrès du Génie civil.

341.3 : 347.426.3. — La réparation des dommages causés par les faits de guerre. *R. G. E.*, 29 juin 1918, t. III, p. 959, 1250 mots.

621.9 (062). — Création d'un Comité des machines-outils et de l'outillage mécanique. *R. G. E.*, 8 juin 1918, t. III, p. 856.

382.3. — Les ports francs. *R. G. E.*, 8 juin 1918, t. III, p. 848-849, 1600 mots. Analyse du rapport de Paul Govare à la section X « Législation industrielle » du Congrès du Génie civil.

332.63. — Sur une modification de la loi du 30 janvier 1907 relative aux émissions des valeurs mobilières. *R. G. E.*, 8 juin 1918, t. III, p. 851, 700 mots. Analyse du rapport de Maurice Bellom à la section X « Législation industrielle » du Congrès du Génie civil.

332. — La nouvelle loi de finances du 29 juin 1918 et ses innovations fiscales; Paul Bougault. *R. G. E.*, 3 août 1918, t. IV, p. 163-168, 5800 mots. — L'auteur a pensé que les nombreuses innovations de la loi fiscale font de la nouvelle loi de finances du 29 juin 1918 un véritable dédale ; beaucoup d'entre elles ne sont pas utiles à connaître, mais d'autres s'imposent absolument à la pratique des affaires commerciales. C'est dans le but de dégager le véritable sens des connaissances indispensables que cet article a été écrit.

351.82:678. — Décret du 24 juillet 1918 instituant un comité chargé de l'examen de toutes les questions intéressant l'industrie du caoutchouc en France. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 248, 100 mots.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.3. — La loi de réciprocité; J.-B. Pomey *R. G. E.*, 3 août 1918, t. IV, p. 131-132, 800 mots. — Dans cette note l'auteur établit, par l'application du principe des vitesses virtuelles, une relation donnant la force électromotrice e_k dans chacune des branches d'un réseau de conducteurs en fonction de la dérivée de l'énergie Joule par rapport au courant q_k, et une seconde relation, réciproque de la précédente, donnant le courant en fonction des dérivées par rapport aux forces électromotrices.

MESURES ET ESSAIS

535.214. — Un nouveau procédé permettant de mesurer les courants alternatifs et les oscillations électriques; I. Willliam. *Electrician*, 19 juillet 1918, t. LXXXI, p 253-255, 1 600 mots, 5 fig. — Le nouveau principe mis en jeu est celui des radiomètres bien connus à palettes d'aluminium qui se réduit dans l'appareil en question à une seule lame de mica équilibrée et librement suspendue. Dans le voisinage un fil fin de platine parcouru par le courant alternatif à mesurer développe des radiations qui chassent plus ou moins la lame de mica. Le vide étant fait dans l'appareil on observe au microscope les déplacements de la palette de mica.

536.531 + 621.314.5. — Un nouvel indicateur de vide à fil chaud à multiplicateur; Dr W. Tschudy. *E. T. Z.*, t. XXXIX, 13 juin 1918, p. 235-237, 2 400 mots, 5 fig. — L'article décrit un nouvel appareil permettant de mesurer notamment la pression dans les ampoules des convertisseurs de mercure. Cet appareil peut également être utilisé comme thermomètre à résistance. Le principe est celui du pont de Kohlrausch, l'une des branches du pont étant constituée par une lampe à incandescence dont la résistance ohmique du filament varie lorsqu'elle est mise en communication avec la chambre à vide On emploie une pile de force électromotrice constante, et des résistances dont le coefficient de température est nul, et dont la valeur la plus favorable est de 10 ou 100 ohms. La sensibilité de l'appareil est telle qu'une division de l'échelle du galvanomètre correspond à un vide de 0,0001 mm de mercure. En ce qui concerne la construction de la lampe, le support du filament doit être aussi léger que possible, le fil doit être très fin (comme pour une lampe de 10 w environ) et avoir un coefficient de température élevé, le contact entre le fil et son support doit être parfait, et la lampe doit être bien protégée contre la température extérieure. La température du filament pendant la mesure doit être comprise entre 100° et 200° ce qui correspond, pour une lampe de 10 w dont la résistance est de 140 ohms, à un courant de 0,007 A sous la tension de 1 v fournie par un élément de pile sèche. L'article indique et apprécie les différentes ampoules essayées par l'auteur. — J. C.

621.315.031.9. — La production du courant continu à très haute tension pour laboratoire d'essai; Jean Sarolea. *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. IV, p. 4-8, 3 200 mots, 3 fig. — Cet article donne la description de l'appareillage nécessaire pour l'essai à très haute tension, en courant continu, de matériel électrique soumis à réception, particulièrement pour l'essai après pose de câbles armés ou de lignes aériennes. L'application décrite fait usage de valves de Fleming, construites spécialement pour de hautes tensions d'utilisation et de grands débits.

669.791.4. — Sur la distillation du mercure dans les appareils en quartz. *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. IV, p. 1, 600 mots.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.165. — Résultats d'une augmentation de pression dans les turbines; Eskil Berg. *Electrical World*, 13 juillet 1918, t. LXXII, p. 56-58, 3 000 mots, 4 tab. — Dans cet article, l'auteur, au moyen de tableaux, montre le bénéfice qu'on peut tirer de l'augmentation de la pression de la vapeur, de l'application de la surchauffe et de la combinaison des deux moyens. — P. V.

621.312.2.00.46. — Extinction des incendies des machines turbo-électriques; J.-T. Foster. *Electrical World*, 20 juillet 1918, t. LXXII, p. 116, 1 000 mots, 2 fig. — Après avoir passé en revue les matières employées à l'extinction (tétrachlorure de carbone, bioxyde de carbone, vapeur, eau), l'auteur estime que l'eau est peut-être encore le meilleur agent d'extinction à condition de ne pas l'appliquer en trop grande quantité. — La fermeture des registres de ventilation, bien qu'utile, n'est pas entièrement effective; et pour cette raison, des registres automatiques ne s'imposent pas et introduiraient un sérieux élément de danger. Couper l'excitation est nécessaire, mais c'est un moyen d'importance minime; une coupure automatique, par relais, ne s'impose pas non plus. C'est alors que l'auteur décrit un dispositif consistant en un tube en forme d'anneau, de 5 cm de diamètre, fixé au moyen de bagues à la surface intérieure des boucliers latéraux. Ce tube est percé de trous de 0,3 cm de diamètre. De l'eau à la pression de 350 g:cm² est envoyée dans le tube au moyen d'une valve contrôlée à la main et facilement accessible. Ce dispositif sert seulement de premier secours pour empêcher l'extension de l'incendie; tout effectif qu'il soit il est tout de même nécessaire de découvrir la machine et d'employer une lance à incendie. Une figure montre la fixation du tube dans les boucliers; l'autre est une photographie représentant le dispositif en action. — P. V.

621.314.3.031.9. — La détermination de la température la plus élevée dans les transformateurs; A. Still. *Electrical World*, 20 juillet 1918, t. LXXII, p. 113-114, 2 300 mots, 3 fig. — Quand on fait des essais de température des

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

transformateurs, un thermomètre placé à l'endroit le plus chaud accessible indique approximativement la température de la surface extérieure des enroulements. On ajoute généralement 15° à la température lue et on admet que le résultat est la température du point le plus chaud. Dans les transformateurs modernes, il est probable que cette façon de procéder n'est pas trop erronée. L'auteur se propose néanmoins d'exposer quelques formules d'application facile, qui, avec de légères modifications, pourront servir à la prédétermination des températures internes de beaucoup de types d enroulements électriques. Il commence par considérer brièvement la relation existant entre la chute de température et la quantité de chaleur à travers les matériaux conducteurs de la chaleur. Il suppose qu'on maintienne une différence de température $S_d = T - T_0$ entre les deux faces d'une plaque d'épaisseur t; la quantité de chaleur (exprimée en watts) à travers une portion de la plaque d'aire $w \times l$ peut être calculée ainsi : la résistance offerte par la plaque au passage de la chaleur peut s'exprimer en « ohms thermiques », cette unité étant la résistance thermique qui provoque une chute de 1° par watt. En d'autres termes, si R_h est la résistance thermique du trajet suivi par la chaleur à travers la plaque, on a $R_h = T_d : W$, formule permettant la résolution des problèmes de conductibilité thermique par des méthodes de calcul semblables à celles employées avec le circuit électrique. L'auteur considère encore le cas suivant où la chaleur est engendrée dans la plaque elle-même (cas d'une barre parcourue par un courant). Il donne des formules pratiques immédiatement applicables ; on en trouvera la démonstration dans l'article original. — P. V.

621.314.5. — La théorie du doubleur statique de fréquence; M. Osnos. *Electrician*, 19 juillet 1918, t. LXXXI, p. 246-248, 1 000 mots, 6 fig. — Cet article est un extrait d'une étude sur ce sujet parue dans l' « E. T. Z. ». Il s'agit du transformateur de fréquence bien connu formé de deux transformateurs ordinaires montés en série et parcourus par du courant continu qui provoque le renforcement du flux pour une demi-période et son annulation pour l'autre. Le courant induit par le flux résultant est de fréquence double du premier.

621.311.5. — Harmoniques de rang élevé dans les systèmes polyphasés; V. Karapetoff. *Electrician*, 19 juillet 1918, t. LXXXI, p. 250-251, 1 950 mots. — Des harmoniques de rang élevé peuvent prendre naissance dans un système à n phases, à la fois dans un montage polygonal ou étoilé. Le phénomène oscillatoire observé au point neutre est expliqué ainsi que l'effet des courants secondaires magnétisants dans un système polygonal.

621.315.2. — Projets des canalisations souterraines pour réseaux d'éclairage et de force motrice; G.-J. Newton. *Proceedings of the A. I. E. E.*, mars 1918, t. XXXVII, p. 203-253, 10 000 mots, 28 fig. — Dans un mémoire précédent présenté à la dixième réunion annuelle de l'Association of Iron and Steel Electrical Engineers (Association des Ingénieurs électriciens du fer et de l acier), l'auteur a donné certaines indications, basées sur une expérience de bien des années dans l installation des distributions souterraines, pour guider les ingénieurs qui s'occupent de ce genre de travaux. Ce mémoire ne traitait le sujet que d'une façon générale ; le but du présent article est de montrer chaque étape nécessaire dans l'établissement d'un réseau de distribution souterrain, tel qu'on en exige d'ordinaire pour les villes d'importance moyenne. Il n'y a pas deux réseaux absolument semblables. Les conditions d'exploitation et les règlements municipaux diffèrent dans chaque localité, et il est par suite impossible de donner des règles définies s'appliquant dans toutes les conditions. Mais, en se supposant placé dans les conditions les plus habituelles, on peut indiquer les principes fondamentaux de la conduite systématique de ces entreprises. Les prix de revient qui sont indiqués dans l'article sont basés sur les conditions normales et ne doivent pas être considérés comme les prix actuels ; ils ne sont employés et n'ont de valeur que pour la comparaison. — P. L.

621.315.4. — Les courants de charge et les procédés de mise à la terre des lignes de transmission d'énergie; H. Behrend. *Electrician*, 12 juillet 1918, t. LXXXI, p. 222-223, 1 900 mots, 3 fig. — La capacité des lignes à haute tension a rendu nécessaire l'adoption de dispositifs spéciaux en vue d'éviter des accidents sous l'effet du courant de charge lorsqu'un défaut d'isolement se produit. L'article que nous signalons passe en revue les cas qui peuvent se présenter et donne les moyens de remédier aux défauts constatés.

621.315.52. — Emploi de conducteurs en acier dans les distributions en série ; L.-M. Klauber. *Electrical World*, 22 juin 1918, t. LXXI, p. 1 313-1315, 2 600 mots, 2 fig. — L'auteur examine tout d'abord les conditions qui amènent à faire un choix entre l'acier et le cuivre, il donne une formule pratique et indique les meilleurs diamètres de fil à employer.

621.315.52. — Caractéristiques des conducteurs en fer et en acier; Ch.-E. Oakes et P.-A. B. Sahm. *Electrical World*, 27 juillet 1918. t. LXXII, p. 150-151, 1500 mots, 4 tab. — D'un grand nombre d essais, il résulte que les caractéristiques de ces conducteurs varient beaucoup avec les procédés de fabrication des fers et aciers même ayant des propriétés physiques identiques. Si on trace des courbes de la résistance en fonction du courant, on trouvera parfois des écarts de 5 pour 100 sur les valeurs moyennes. Cela posé, l'auteur pense que le courant peut être, dans de certaines limites, lié à la résistance par l'expression

$$R = a + I_r b,$$

où I_r est le courant en charge et R la résistance en courant alternatif en ohms par mile (1852 m) pour la fréquence 60 ; a et b sont des constantes dont l'auteur indique les valeurs pour différentes limites de courants et pour un certain nombre de sections des conducteurs. — La perte de puissance, en négligeant le courant de capacité (auquel cas le courant en charge devient le courant de ligne), peut être exprimée par

$$P_l = I_r^2 (a + I_r b) l.$$

Le courant peut être exprimé en fonction de la puissance P et de la tension E à la réception, par

$$I_r = \frac{P}{E \cos \theta},$$

d'où l'on tire

$$P_r = \frac{l a P^2}{E^2 \cos^2 \theta} + \frac{b l P^3}{E^3 \cos^3 \theta};$$

où P_r est la perte par conducteur, et l la longueur, en miles, d'un conducteur. — La réactance d'un conducteur magnétique se compose de deux facteurs : la réactance extérieure qui peut être calculée quand on connaît les dimensions du circuit dans l'espace, et la réactance interne, qui est fonction de la perméabilité. Cette dernière réactance, pour des conducteurs de mêmes dimensions et de mêmes propriétés physiques est sujette à variations, comme la résistance ; elle peut être représentée par une équation de la forme

$$X_i = c + I_r d,$$

X_i étant exprimé en ohms : mile à 60 p : sec. Une table donne les valeurs de c et d pour des valeurs de I_r comprises entre certaines limites. — La transmission des gros courants n'est pas économique, à cause du fort courant de capacité ; même dans les lignes en acier ou en fer relativement courtes, ce courant constitue une notable partie du courant total. L'article contient une table des courants de capacité pour différentes sections, habituellement employées avec les con-

Digitized by Google

Digitized by Google

ducteurs en fer et en acier, pour une tension de 100 000 v, et pour différents écartements entre conducteurs. L'auteur termine en remarquant que les valeurs notables des courants de capacité, étant données les sections plus grosses des conducteurs en fer et en acier que celles des conducteurs en cuivre, conduisent à une médiocre régulation de tension. — Un second article résumera les propriétés mécaniques de ces conducteurs. — P. V.

621.316.4(017). — A propos de la normalisation des tensions alternatives; Reinhold RUDENBERG. *E. T. Z.*, 13 juin 1918, t. XXXIX, p. 233-235, 2500 mots, 2 fig. — L'auteur, après avoir rappelé l'état de la question, constate qu'en ce qui concerne les basses tensions (jusqu'à quelques milliers de volts) la normalisation a tendance à se faire, mais comporte encore des exceptions. Pour les hautes tensions, au contraire, les appareils électriques sont établis pour la tension que le calcul a démontré devoir être la plus favorable dans chaque cas particulier. L'auteur, considérant que les installations existantes ne représentent qu'une faible partie des installations qu'il faut prévoir pour l'avenir, estime que la normalisation est très désirable, et d'ailleurs possible, vu l'élasticité des calculs qui permet des écarts relatifs assez grands dans la détermination des tensions à admettre. Pour que l'écart relatif soit constant, l'échelle des tensions doit suivre une progression géométrique ; entre deux tensions voisines existerait ainsi un rapport constant. L'auteur estime que ce rapport doit être voisin de $\sqrt{3}$ afin de permettre l'alimentation des machines et des transformateurs sous deux tensions différentes. Il propose, pour simplifier les chiffres à adopter, de choisir le nombre $\sqrt[4]{10} = 1{,}778$ qui donne la progression suivante : 10, 18, 32, 56, 100... — L'auteur compare ce système, qu'il appelle rationnel, aux autres systèmes proposés et à l'échelle des tensions usuelles. Il admet qu'il est difficile à appliquer aux réseaux de distribution à basse tension (jusqu'à 500 v) qui intéressent des millions de lampes et de moteurs, mais il estime qu'il est parfaitement applicable pour les hautes tensions, non seulement aux réseaux à construire, mais même, sans changement important dans le matériel, aux réseaux actuellement en exploitation. En attendant, les extensions des installations existantes pourraient adopter les tensions rationnelles, grâce à des transformateurs appropriés. Les principaux avantages de l'échelle proposée seraient : 1° une grande simplification dans la construction des machines et appareils ; 2° la possibilité de passer de la marche en étoile à la marche en triangle. Pour que la marche en parallèle de transformateurs montés différemment soit possible dans ces conditions, il faudrait, par exemple, que les transformateurs montés en étoile soient prévus pour 100, 320, 1 000, 3 200... v, tandis que ceux montés en triangle seraient prévus pour 180, 560, 1 800... v. — J. C.

STATIONS CENTRALES ET RÉSEAUX

621.316(42). — La fourniture de l'énergie électrique en Angleterre; *Electrical Review*, Londres, 12 juillet 1918, t. LXXXIII, p. 29, 750 mots.

621.316(59). — La distribution de l'énergie électrique à Shanghaï; *Electrical Review*, Londres, 12 juillet 1918, t. LXXXIII, p. 47-48, 750 mots.

621.31:338.97(43). — Restriction de la consommation d'énergie électrique en Allemagne; G. DETTMAR. *E. T. Z.*, 21 février 1918, t. XXXIX, p. 73-76, 6 000 mots, 3 fig. — L'auteur donne d'abord les chiffres suivants montrant l'accroissement de la consommation dans les dernières années : en 1909 : 1,5 milliards de kw-h ; en 1913 : 5,1 milliards de kw-h ; en 1917 : 10 milliards de kw-h. La proportion utilisée pour l'éclairage était de 80 pour 100 en 1895, 41 pour 100 en 1905, 10 pour 100 en 1915, et 8 pour 100 en 1917, de sorte que l'économie doit surtout porter sur la force motrice. L'auteur préconise principalement les mesures suivantes : pour l'éclairage : adoption du travail continu dans les bureaux, avec arrêt du travail à 17 heures, restriction de l'éclairage des théâtres, salles de spectacles, restaurants, magasins et de l'éclairage public, emploi de lampes à faible consommation. Pour la force motrice agricole, suppression du courant pendant les heures de non-utilisation. Pour la force motrice industrielle : arrêt de 16 heures à 19 h. 30, dans la période entre le 15 octobre et le 1er mars, de tous les moteurs qui ne doivent pas obligatoirement marcher toute la journée, cette pause étant utilisée pour l'alternement des équipes dans les usines ; échelonnement de la pause de midi à des heures différentes pour les différentes usines ; travail la nuit et le dimanche dans les usines utilisant l'énergie hydraulique. Pour les chemins de fer et tramways, réduction du nombre des trajets aux heures creuses, réduction des voitures au strict nécessaire, diminution des points d'arrêt surtout dans les rampes et dans les courbes, réduction de l'éclairage et suppression du chauffage des voitures. L'auteur donne ensuite une liste complète de recommandations générales, concernant la conduite des moteurs, la pratique de l'éclairage, l'usage des tramways, et l'utilisation des forces hydrauliques. — J. C.

621.317.8(73). — Ce que les commissions américaines font pour les tarifs; *Electrical World*, 29 juin 1918, t. LXXI, p. 1356-1357, 2 500 mots. — La question de l'élévation des tarifs due à la guerre préoccupe à juste titre les ingénieurs américains. L'article examine les résolutions qui ont été prises dans les différents Etats sur ce sujet.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.24 + 621.314. — Conditions de marche à vide des moteurs asynchrones monophasés et des convertisseurs de phase; R.-E. HELLMUND. *Proceedings of the A. I. E. E.*, avril 1918, t. XXXVII, p. 317-401, 32 000 mots, 38 fig. — Ce mémoire indique des méthodes et établit des formules en vue de la détermination des champs, des courants magnétisants du stator et du rotor, et des tensions tertiaires pour les convertisseurs de phase et les moteurs asynchrones monophasés à vide. Les publications précédentes sur ce sujet, y compris les manuels, sont ordinairement assez vagues et incomplètes, surtout en ce qui concerne les courants magnétisants secondaires et les formes des champs. De plus, on y trouve souvent des affirmations qui se contredisent, ce qui laisse ce sujet dans un état assez confus. Ce mémoire traite suivant une même méthode un grand nombre de cas différents, coordonnant et expliquant ainsi bien des phénomènes précédemment observés, et paraît donc constituer une base pour de nouvelles recherches et pour la discussion du sujet. Tous les cas sont traités d'après les considérations fondamentales suivantes. La somme de toutes les forces électromotrices doit être nulle dans le circuit primaire et dans le circuit secondaire. Connaissant la force électromotrice primaire appliquée, ceci conduit aux conditions définies qui régissent les forces contre-électromotrices primaires. La même loi appliquée aux circuits secondaires donne la condition que les tensions induites doivent être égales et opposées aux chutes de tension ohmiques. Ayant ainsi déterminé certaines lois régissant les tensions qui doivent être induites dans les enroulements, on a immédiatement certaines lois régissant les flux qui induisent ces tensions. Dans la plupart des cas, on trouve alors qu'il n'y a qu'une seule répartition locale définie du champ résultant qui puisse satisfaire à la fois aux conditions imposées pour l'enroulement primaire et l'enroulement secondaire ; ayant ainsi établi la répartition nécessaire du champ résultant, on a immédiatement des lois s'appliquant à la répartition, nécessaire pour produire de telles répartitions de champ et des ampères-tours sur toute la circonférence. En certaines parties de la circonférence, où se trouvent des conducteurs d'un seul des deux enroulements, primaire ou secondaire, les ampères-tours résultants trouvés représentent immédiatement les ampères-

Digitized by Google

Digitized by Google

tours du seul enroulement qui se trouve dans ces régions. Ce fait étant connu, on peut déterminer un certain nombre de faits concernant les courants. Partout où des spires primaires et secondaires se trouvent réunies en une même partie de la circonférence, il faut chercher à déterminer la répartition des ampères-tours résultants produits par les deux enroulements. On emploie un certain nombre de considérations diverses pour la solution de ces problèmes, mais toutes ces considérations sont basées sur des faits simples. Afin de démontrer la méthode au moyen des mathématiques les plus simples, l'auteur choisit d'abord deux cas de peu d'intérêt pratique afin de séparer les principes fondamentaux d'une partie algébrique assez importante, nécessaire pour traiter les cas plus pratiques, mais non pour l'intelligence des principes. Partant de ces cas simples, l'auteur étudie dans les cas suivants l'influence des divers facteurs, en les prenant un par un. Le mémoire est conçu de telle sorte qu'on peut le lire avec fruit en laissant de côté les parties mathématiques, marquées par des lignes verticales. — P. L.

538.332. — La course des électro-aimants à courant alternatif; A. Thomalen. *Electrician*, 26 juillet 1918, t. LXXXI, p. 267-268, 1 650 mots, 6 fig. — Extrait d'un article de l' « E. T. Z. », dans lequel l'auteur traite de la question encore peu connue du fonctionnement des électros sur courant alternatif. Il donne des formules relatives à ces électro-aimants.

621.346. — Possibilités du contrôle des moteurs industriels; C.-Clewell. *Electrical World*, 13 juillet 1918, t. LXXII, p. 60-63, 3 000 mots, 7 fig. — Bien que l'équipement de contrôle des moteurs industriels soit communément regardé comme le moyen de démarrer, d'arrêter ou de régler la vitesse, l'auteur se propose de montrer que ce champ peut être étendu. Par exemple, le controller peut servir à la protection du personnel travaillant aux machines-outils, offrir une méthode pratique de contrôle à distance du mécanisme de transmission, permettre la déconnexion automatique du moteur au moment d'une interruption de courant, ou limiter la charge imposée au moteur. Des exemples d'applications illustrent ces diverses possibilités. — P. V.

621.345 : 622.67. — Les machines d'extraction électrique; H. Broughton. *Electrician*, 12 juillet 1918, t. LXXXI, p. 226-227, 1 800 mots, 2 fig. — Suite d'un article déjà signalé.

621.346 : 621.944. — Choix des moteurs auxiliaires et du système de manœuvre des laminoirs à acier; influence sur ces organes des caractères mécaniques de la commande; J.-D. Wright. *Proceedings of the A. I. E. E.*, mars 1918, t. XXXVII, p. 255-260, 1 600 mots, 5 fig. — L'auteur décrit les organes de manœuvre des trains bloomings, organes qui comprennent les guidages latéraux et les doigts de levage. Le rôle des premiers est de guider le bloom dans la rainure convenable des cylindres, tandis que les seconds servent à retourner le bloom. Pendant le laminage d'un lingot, le fonctionnement des guidages latéraux consiste en mouvements nombreux, courts et rapides d'avance et de recul en travers de la table de roulement. Dans l'installation décrite, ils sont commandés par quatre moteurs série de 80 ch, deux moteurs reliés en série commandant chaque paire de guidages latéraux. La commande de chaque paire de moteurs est naturellement réversible et se fait par un combinateur. Les doigts de levage sont reliés à l'un des guidages latéraux et se meuvent par conséquent avec eux. Leurs moteurs peuvent être réversibles ou non. Dans l'installation décrite, ce sont deux moteurs série de 50 ch, reliés en série, marchant sans inversion. — P. L.

621.346 : 621.944. — Considérations servant à déterminer la puissance des moteurs de laminoirs: Robert F. Hamilton. *Proceedings of the A. I. E. E.*, mars 1918, t. XXXVII, p. 261-282, 4 500 mots, 12 fig. — Dans toute électrification de laminoir, la question essentielle est la fourniture d'un tonnage déterminé d'acier, dont la qualité et la section sont connues, à un prix de revient minimum. Les modes de commande peuvent se classer ainsi : 1° Laminoirs à marche continue ; *a*) moteurs à vitesse constante ; *b*) Moteurs à vitesse réglable ; 2° laminoirs réversibles. Le mode 1 peut comprendre des laminoirs duos ou trios de presque tous les genres. Le type de laminoir est déterminé par le tonnage et les sections du métal, la température à laquelle s'opère le laminage, la qualité et la composition du produit, l'installation générale de l'usine. Pour calculer l'énergie nécessaire au laminage, l'auteur expose une méthode qui consiste dans l'application d'une certaine force tangentielle à la circonférence des cylindres par unité de réduction ou de transposition de l'aire transversale. Il étudie ensuite la relation de la vitesse de laminage avec le tonnage fourni, puis passe à la détermination de la puissance du moteur. Pour un laminoir à marche continue, cette puissance s'obtient fort exactement d'après la valeur moyenne du couple, surtout quand on emploie de lourds volants et que les écarts de part et d'autre de cette moyenne ne sont pas grands. Dans le cas d'un laminoir réversible, la racine carrée du carré moyen du courant d'induit peut être évaluée avec sécurité à 10 ou 15 pour 100 au-dessus de l'intensité qui correspond à la racine du carré moyen du couple de laminage ; ce supplément de courant est dû aux couples d'accélération positive et négative, au couple de frottements et à l'accroissement d'intensité par unité de couple qui se produit quand on affaiblit le champ pour les vitesses supérieures. Le compte ayant été calculé pour les différentes passes, on trace les courbes du couple et de la vitesse en fonction du temps. On trace ensuite la courbe de l'intensité en fonction du temps, en se servant de la courbe caractéristique du moteur qui donne l'intensité par unité de couple en fonction de la vitesse. La puissance utile du moteur est donnée pour chaque instant par le produit des ordonnées des courbes de couple et de vitesse, et à cette puissance utile on ajoute les pertes qui se déterminent facilement d'après les courbes précitées. On détermine de la même manière la courbe de la puissance en fonction du temps pour un laminoir à marche continue ou pour le groupe Ilgner d'un laminoir réversible ; l'auteur en donne un exemple. Il montre ensuite comment on calcule les dimensions et le poids du volant. — P. L.

621.349 : 676. — L'électrification des papeteries; C. E. Clewell. *Electrical World*, 27 juillet 1918, t. LXXII, p. 152-154, 3 200 mots, 5 fig., 2 tab. — La question est intéressante pour l'électricien, étant donnée la grande variété de machines employées à la fabrication du papier, et les couples puissants nécessités par certaines d'entre elles ; on estime à 300 000 ch la puissance électrique actuellement dépensée dans ce service. Ce qui est surtout appréciable dans l'électrification de ce genre d'industrie, c'est la flexibilité de la distribution de la puissance, permettant une indépendance plus ou moins complète de la machinerie ; en outre, l'étude des conditions de travail des diverses machines a permis de leur adapter des moteurs présentant exactement les caractéristiques désirées. L'auteur se propose, dans un prochain article, de décrire quelques types de moteurs ; il donne un tableau pouvant servir de base à l'étude des moteurs les mieux adaptés aux différents services d'une papeterie ; par exemple, il préconise pour les agitateurs, des moteurs à cage d'écureuil ou à résistance intérieure ; pour les coupeuses rotatives, des moteurs à cage d'écureuil avec changement de vitesse ou bien des moteurs à courant continu à vitesse variable, etc. C'est surtout le moteur d'induction qui a la préférence. Le moteur synchrone peut quelquefois aussi, cependant, être appliqué à certaines machines. L'auteur discute les avantages de ces différents moteurs. Il signale des essais entrepris dans des papeteries électriques et reproduits dans le « Standard Handbook for Electrical Engineers ». Il discute ensuite la commande indi-

Digitized by Google

Digitized by Google

viduelle et la commande par groupes. Son article se termine par un tableau donnant les puissances requises par les machines diverses d'une papeterie. — P. V.

ÉCLAIRAGE

621.326.13 (017). — Projet d'unification des filetages des culots de lampes à vis Edison; Ch. Zetter. *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. IV., p. 9-21, 11 000 mots, 7 fig., 13 juillet, p. 39-49, 5 200 mots, 10 tab; 20 juillet, p. 73-84, 7 500 mots, 10 fig., 3 tab., et 27 juillet, p. 105-114, 6 500 mots, 12 fig., 1 tab. — Au cours de leurs travaux, les quatrième et septième Commissions de l'Union des Syndicats de l'Electricité, respectivement présidées par M. R. Legouez et M. E. Sartiaux, ont été amenées à reconnaître que, parmi les unifications à étudier dans le petit appareillage électrique, l'une des plus urgentes était celle des douilles « Goliath ». On trouvera dans l'original le remarquable rapport que M. Zetter a écrit à ce sujet, avec la collaboration de MM. Chalicarne, ingénieur, et Saquet, dessinateur à l'Appareillage Electrique Grivolas.

535.88. — Les progrès des projecteurs de lumière électrique; Louis Auerbacher. *Electrical World*, 22 juin 1918, t. LXXI, p. 1319-1321, 3 500 mots, 7 fig. — Les projecteurs de lumière électrique en usage dans l'armée et la marine ont été l'objet de récents perfectionnements. L'un d'eux introduit par Beck consiste à faire tourner les charbons de la lampe à arc, ces derniers étant convenablement refroidis. Plus tard Sperry a utilisé un procédé analogue. Tous deux emploient des arcs à tension relativement élevée (70 v au lieu de 50), mais l'un (Beck) refroidit ses charbons avec de la vapeur d'alcool tandis que l'autre (Sperry) utilise une circulation d'air. Enfin l'emploi d'un négatif incliné dégageant le cratère et de mèches spéciales ont permis d'augmenter d'une façon considérable le flux lumineux utilisable.

621.328.12 + 621.328.22. — L'éclairage électrique des établissements religieux; William Wilson. *Electrician*, 12 juillet 1918, t. LXXXI, p. 223-244, 1 900 mots. — Examen des avantages que présente l'éclairage électrique dans les églises.

621 32 (062) (43). — Compte rendu de la quatrième assemblée annuelle de la Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft (Association allemande de l'éclairage). *E. T. Z.*, 16 mai 1918, t. XXXIX, p. 196-207, 11 000 mots, 7 fig. — Ce compte rendu contient (p. 199) un programme d'unification des désignations des sources lumineuses, et (p. 207) un rapport sur l'emploi de la lumière diffuse pour diminuer l'éclat superficiel des sources lumineuses. Ce dernier rapport décrit un certain nombre d'expériences faites avec différentes sortes de globes diffuseurs, et donne les résultats obtenus d'après lesquels les globes opalins se montrent bien supérieurs aux globes dépolis. — J. C.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

538.55 + 654.2. — Utilisation des courants alternatifs industriels dans les bureaux télégraphiques. *R. G. E.*, 20 juillet 1918, t. IV, p. 85-86, 800 mots. Analyse d'un article publié dans les Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones, juin 1918, p. 339-356, 5 800 mots, 5 fig.

654.25. — Générateurs à tension constante pour la télégraphie sans fil; L. Bouthillon. *Electrical Review*, Londres, 12 juillet 1918, t. LXXXIII, p. 47, 750 mots. — Résumé d'une communication sur ce sujet faite à l'Institution of Radio-Engineers.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.431.42. — Perfectionnement apporté dans les bougies d'allumage des moteurs à explosion; David Fargier. *Brevet français n° 486646*, demandé le 29 août 1917, délivré le 31 janvier 1918, publié le 23 avril 1918, 400 mots, 1 fig.

621.431.42. — Bougie d'allumage; Pierre Coquillard. Addition n° 20549 au *Brevet français n° 485942*, demandée le 1er août 1917, délivrée le 12 février 1918, publiée le 8 mai 1918, 450 mots, 1 fig.

621.431.42. — Bougie d'allumage; P. Coquillard. *Brevet français n° 485942*, demandé le 15 janvier 1917, délivré le 1er décembre 1917, publié le 20 février 1918, 2 fig.

621.431.42. — Perfectionnements dans les bougies pour tampons d'allumage; Charles-Horace Watkins. *Brevet français n° 485997*, demandé le 30 juin 1917, délivré le 4 décembre 1917, publié le 26 février 1918, 1 350 mots, 2 fig.

621.431.42. — Bougie d'allumage; Théophile-Elphège Ponsot. Addition n° 20466, au *Brevet français n° 484523*, demandée le 12 avril 1917, délivrée le 30 novembre 1917, publiée le 8 mars 1918, 1 350 mots, 3 fig.

621.431.42. — Bougie pour moteurs à explosion; M. Brally et L. Blaizot. Addition n° 20489, au *Brevet français n° 484753*, demandée le 4 mai 1917, délivrée le 10 décembre 1917, publiée le 8 mars 1918, 400 mots, 3 fig.

621.431.42. — Bougie d'allumage réglable pour moteurs à explosion; Roger Bourgognon. Addition n° 20494, au *Brevet français n° 484101*, demandée le 14 mai 1917, délivrée le 10 décembre 1917, publiée le 8 mars 1918, 750 mots, 1 fig.

621.431.42. — Bougie pour moteurs à explosion; A. Ceffali. *Brevet français n° 486708*, demandé le 7 septembre 1917, délivré le 8 février 1918, publié le 1er mai 1918, 550 mots, 1 fig.

621.431.42. — Bougie d'allumage pour moteurs à explosion; Elie Vuillemenot. *Brevet français n° 486803*, demandé le 8 août 1917, délivré le 16 février 1918, publié le 14 mai 1918, 150 mots, 2 fig.

621.431.42. — Electrode centrale de bougie d'allumage; Jean-Théophile Descorps. *Brevet français n° 486132*, demandé le 13 juillet 1917, délivré le 18 décembre 1917, publié le 12 mars 1918, 50 mots, 3 fig. — La tige de l'électrode est en acier doux munie d'une partie de nickel. Dans cette partie est taillé un cône destiné à recevoir un joint venant s'appliquer sur le cône de l'isolant. L'extrémité de la partie en nickel est taillée en étoile dont les branches débouchent au centre d'une cloison adhérant à la masse.

621.431.42. — Perfectionnements aux bougies d'allumage; The French Power Spark Plug cy. *Brevet français n° 486821*, demandé le 13 septembre 1917, délivré le 16 février 1918, publié le 14 mai 1918, 700 mots, 2 fig.

621.431.42. — Perfectionnements apportés aux bougies d'allumage pour moteurs à combustion ou à explosion; G. Pariani. *Brevet français n° 486864*, demandé le 18 septembre 1917, délivré le 19 février 1918, publié le 15 mai 1918, 500 mots, 3 fig.

621.431.42. — Perfectionnements aux dispositifs d'allumage pour moteurs à explosion; J.-H. Stringham. *Brevet français n° 486660*, demandé le 3 septembre 1917, délivré le 31 janvier 1918, publié le 30 avril 1918, 900 mots, 6 fig.

621.431.42. — Appareil d'allumage pour moteurs à combustion interne; Société Remy Electric Co. *Brevet français n° 486749*, demandé le 12 septembre 1917, délivré le 11 février 1918, publié le 1er mai 1918, 2 800 mots, 9 fig.

621.431.42. — Mécanisme de distribution pour systèmes d'allumage électrique; Société Bosch Magnéto Co.

Digitized by Google

Digitized by Google

Brevet français n° 486 711, demandé le 7 septembre 1917, délivré le 8 février 1918, publié le 1er mai 1918, 2 800 mots, 4 fig.

621.431.42. — Distributeur de magnéto ; Société auxiliaire pour l'Amérique du Nord. *Brevet français n° 486 151*, demandé le 16 juillet 1917, délivré le 18 décembre 1917, publié le 14 mars 1918, 2 100 mots, 13 fig.

621.364.031.8. — Etude sur le rendement des appareils de chauffage électrique ; G. Kloeffler. *Electrician*, 19 juillet 1918, t. LXXXI, p. 244-246, 1 950 mots, 7 fig. — Dans cet article, l'auteur résume une étude entreprise aux laboratoires de l'Agricultural College de l'Etat de Kansas, sur les applications du chauffage électrique. Il examine d'abord l'effet des surfaces chauffantes, ensuite leurs qualités radiantes.

621 365 : 669.3 : 31. — Situation actuelle des fonderies de cuivre ; H.-M. John. *Electrical World*, 1er juin 1918, t. LXXI, p. 1 129-1 131, 3 200 mots. *Electrical World*, 8 juin 1918, p. 1 216-1 218, 3 700 mots. — Cet article commence par montrer de quelles conditions dépend le bon fonctionnement des fonderies à chauffage électrique. Il donne rapidement les principaux avantages des différents types de fours et examine finalement la situation envisagée au point de vue des stations centrales.

669.187. — Emploi des fours électriques pour forger et recuire l'acier ; W.-S. Scott. *Electrician*, 26 juillet 1918, t. LXXXI, p. 271-273, 3 000 mots. — Dans cet article, l'auteur examine l'emploi de résistances en carbone pur ou en carborundum pour la confection de fours électriques ; il montre ensuite la supériorité du four électrique pour le recuit de l'acier.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

621.37 (494). — L'industrie électrochimique et électrometallurgique en Suisse pendant l'année 1916. *Journal du Four électrique et de l'Electrolyse*, mars 1918, p. 50-54, 1 800 mots. — D'une note placée à la fin de l'article, il semble résulter que les renseignements qui y sont contenus proviennent d'un « Rapport sur le Commerce et l'Industrie en Suisse » émanant de l'Union suisse du Commerce et de l'Industrie, dont le siège est à Zurich. Voici quelques-uns de ces renseignements : Pour le *carbure de calcium*, la fabrication en 1916 a été de 65 000 t à 70 000 t ; plusieurs usines ont été créées, notamment les usines de carbure du Day en exploitation au Day et à Bodio et celle de la Société des Produits azotés qui fabrique le carbure à Martigny pour le convertir en cyanamide ; l'exportation, qui avait été en 1915 de 55 412 t pour une valeur de 12 485 000 fr (à 22,53 fr les 100 kg) a passé, en 1916, à 17 378 000 fr (à 29,96 fr les 100 kg). La fabrication de la *cyanamide* est estimée à 20 000 ou 25 000 t, ayant plus que doublée par rapport à l'année précédente. La production des *produits abrasifs* (carborundum, abrasite, etc.) a dû être de 1 400 t à 1 500 t. La production de l'*aluminium* a un peu augmenté, malgré les difficultés de s'approvisionner en matières premières ; l'exportation, qui avait été en 1915 de 9 412 t d'une valeur de 37 401 000 fr, a été, en 1916, de 11 375 t pour 49 461 000 fr. Pour le *ferro-silicium* fabriqué à Viège et à Bodio, la production a été augmentée et les exportations sont estimées à 20 000 t. La production des *ferro-alliages* (ferro-chrome, ferro-tungstène), fortement entravée par le manque de minerais, a dû être de 300 t à 400 t. Une nouvelle société, La Fonte électrique, a été créée pour exploiter à Bex une fabrique de *fonte synthétique* devant produire 30 t par jour. A Gubiasco, on exploite, sur l'initiative de la maison Georges Fischer, de Schaffhouse, une usine pour la production de l'*acier*. La fabrication des *chlorates* et *perchlorates* a été très active ; on a utilisé de plus en plus les chlorate et perchlorate de sodium. La production des *per-sels* et des *persulfates* n'a que légèrement augmenté par suite de la difficulté de se procurer les matières premières. Une fabrique d'*eau oxygénée* s'est fondée à Aarau. L'*oxygène*, fabriqué à Lucerne, Turgi, Schaffhouse, Lenzbourg et Berne par la Société suisse des Fabriques d'oxygène, a été fort demandé. La fabrication de la *soude caustique*, exploitée dans deux usines par le procédé électrolytique, s'est développée ; l'usine de Monthey, de la Société pour l'Industrie chimique, de Bâle, a réalisé des perfectionnements qui lui ont permis d'augmenter sa production, laquelle a passé de 1 000 t en 1913 à plus de 2 500 t. Le *chlorure de chaux* a été très recherché, son importation étant interdite. Le *sodium* a été fabriqué à Martigny et à Monthey, dans cette dernière localité pour les besoins de la synthèse de l'indigo. On a continué la préparation du *chlore liquide* pour lequel les consommateurs suisses dépendaient exclusivement de l'étranger jusqu'en juin 1915, ainsi que celle de certains dérivés chlorés, tels que le chlorure de phosphore, le chlorure de soufre et le monochlorobenzène. La Société anonyme de l'Industrie de l'aluminium de Neuhausen a fabriqué à Chippès l'*acide nitrique* au moyen de l'azote de l'air, de même que l'usine de Bodio pour les besoins de la Confédération. La Société d'Electrochimie de Bex a été créée, en 1916, pour la fabrication du *sulfate de cuivre* par électrolyse, sans diaphragme, de l'acide sulfurique étendu entre deux électrodes de cuivre superposées, d'après le brevet Dutoit et Honegger ; son usine de Bex a été projetée pour une production annuelle de 800 à 900 t en utilisant 300 à 350 kw ; pour le moment, elle fonctionne avec 100 à 110 kw et produit 200 à 300 t.

661.752 (494). — Les prix du carbure de calcium dans le petit commerce en Suisse. *Journal du Four électrique et de l'Electrolyse*, mars 1918, p. 57, 650 mots. — D'après l'Union suisse acétylénique, en août 1916, le prix d ucarbure de calcium atteignait en Suisse 36 fr à 38 fr les 100 kg, suivant qu'il s'agissait d'un achat de 10 000 kg ou de 50 kg. Elle rappelle qu'avant la guerre le prix du coke était de 55 fr et celui de l'anthracite 47,5 fr par 100 kg rendus franco frontière suisse, tandis qu'en 1916 ces prix étaient, pour les charbons allemands, de 107,5 et 101,1 fr. Depuis, les prix du carbure se sont élevés à 40 et 42 fr les 100 kg. Le petit commerce du carbure en Suisse est presque tout entier entre les mains des entreprises de vélocipédie et d'automobilisme, qui achètent le carbure par 50 à 200 kg et le débitent ensuite en boites de 1 à 10 kg ; il faut compter de ce fait une augmentation de 0,30 à 0,40 fr du prix.

661.752. — Utilisation du carbure de calcium à la fabrication des alliages. *Journal du Four électrique et de l'Electrolyse*, 1er mars 1918, p. 61, 700 mots. Analyse d'une étude de W.-R. Hodgkinson, parue dans le *Journal of the Society of chemical Industry*. — Des essais préliminaires ont montré que des mélanges de carbure et de borax, ou de carbure et de chlorure de sodium étaient des désoxydants très efficaces donnant avec le cuivre et certains de ses alliages (bronzes, cupronickels) des coulages sans soufflures. Ils ont également montré qu'on réduit avec le carbure un grand nombre d'oxydes métalliques à l'état de métal ; mais si on ne traite pas un métal très facilement fusible ou si on ne met pas une très grande quantité de flux (borax, chlorures de sodium, de magnésium, de baryum), l'oxyde de calcium infusible, le carbone ou le carbure libres forment des amas d'impuretés. Toutefois, on n'a pu, à la température du four à coke, réduire certains oxydes (oxyde de cérium, de zirconium) et allier le métal avec le cuivre ; mais on est parvenu à réaliser de tels alliages en substituant à l'oxyde le chlorure, que l'on prépare commodément en projetant dans un creuset porté au rouge un mélange d'oxyde métallique et de chlorure d'ammonium. D'autres essais ont montré qu'il est possible d'obtenir de nombreux alliages par cette méthode, qui présente sur la méthode de réduction par la thermite l'avantage de donner des alliages exempts d'aluminium et de fer.

Digitized by Google

Digitized by Google

661.26. — Extraction de l'acide nitrique de l'air. *E. T. Z.*, 30 mai 1918, t. XXXIX, p. 219, 200 mots, d'après *Zeitschrift d. V. D. I.*, t. LXI, p. 322. — M. Andriessen aurait inventé un nouveau four à arc, fournissant l'acide nitrique avec un rendement supérieur à celui qu'on obtenait jusqu'ici. L'arc est à courant alternatif à haute tension. Il traverse un courant d'air soufflé entre les électrodes. La flamme passe entre les pôles d'un électro-aimant qui lui donne la forme d'une hélice ; cette disposition permet de la renfermer dans un espace très restreint, ce qui permet un refroidissement énergique des gaz nitreux. — Avec un four de 35 kw, l'inventeur prétend obtenir 70 g d'acide au lieu de 45 g avec un four Birkeland de même grandeur. — Le bibliographe fait remarquer que le rendement annoncé de 70 g d'acide par kilowatt-heure est déjà obtenu et même dépassé à Notodden, et que les inventeurs doivent surtout chercher maintenant à extraire l'acide des gaz nitreux très dilués, le plus économiquement possible. — J. C.

621.311 : 661.62(73). — Les stations centrales américaines pour la fabrication des nitrates. *Electrical World*, 29 juin 1918, t. LXXI, p. 1358-1359, 500 mots, 2 fig. — Le gouvernement américain fait construire à Alabama deux importantes stations centrales en vue de fabriquer des nitrates par voie synthétique. L'une d'elles procédera par transformation de l'ammoniaque en nitrate d'ammoniaque, l'autre fabriquera du carbure de calcium et ensuite de la cyanamide. Dans cette dernière on installera des machines à fabriquer l'air liquide en vue d'en retirer l'azote pour réagir sur le carbure à chaud. La puissance totale sera de 60 000 kw qui seront fournis d'abord par la vapeur et ensuite par d'importantes chutes d'eau sur la rivière Tennessee.

669.337.2. — Influence de la densité de courant dans le raffinage électrolytique du cuivre. *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. IV, p. 21-24, 1500 mots, 3 fig. 3 tab. — Analyse d'un article de Lawrence Addicks publié dans *Electrician*, 29 juin 1917, p. 498-499, 2 400 mots, 3 fig., 3 tab.

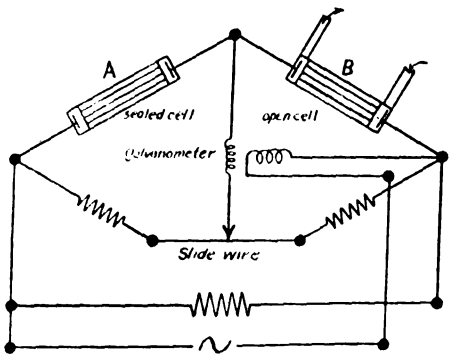
APPLICATIONS DIVERSES

537.5 : 63. — Note sur l'électroculture ; Ingvar Jörgensen. *Electrician*, 14 juin 1918, t. LXXXI, p. 122-124 et p. 128, 5500 mots, 3 fig. — Très intéressante étude qui jette une certaine précision sur une question qui relevait jusqu'ici du domaine de l'expérience. Les conditions de la décharge à haute tension sont examinées au point de vue mathématique, des courbes de l'intensité en fonction du diamètre des fils employés sont données pour différentes distances entre ces fils et le sol.

621.3 : 621.7. — Fosse pour le séchage des appareils électriques dans les ateliers de réparation. *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p 120, 220 mots, 1 fig. — Analyse d'un article publié dans *Electrical World*, 6 avril 1918, t. LXXI, p. 727.

621.364 : 614.318. — Installations de séchage électrique. *E. T. Z.*, 21 mars 1918, t. XXXIX, n° 12, p. 120, 800 mots, 3 fig, — Description de 2 installations de séchage de fruits et légumes utilisant, l'une la chaleur des gaz d'échappement de 2 moteurs à gaz de 120 kw chacun, l'autre l'air de ventilation d'un turbo-dynamo de 1 000 kw. Cette dernière installation a permis de sécher, du 1er janvier au 15 octobre 1917, 4200 kg de légumes, 1 500 kg de fruits et 11 500 kg d'orties. La dépense varie de 1 centime pour les fourrages à 4 centimes pour les fruits et légumes. — J. C.

621.39 : 661.42. — Dispositif électrique permettant d'enregistrer les variations de salinité de l'eau de mer ; Ernest E. Weibel et Albert L. Thuras, du Bureau of Standards. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 19 mars 1918, t. VIII, p. 145-153, 2 800 mots, 3 fig. — Le schéma du montage de ce dispositif est représenté par la figure ci-jointe : c'est un pont de Wheatstone alimenté par une source à courant alternatif ; deux branches sont constituées par des cellules électrolytiques, l'une A contenant de l'eau de mer dont le degré de salinité est connu, l'autre B parcourue par un courant de l'eau de mer dont on veut enregistrer les variations du degré de salinité, variations qui produisent un changement dans la résistance électroytique de cette eau et par suite une déviation du galvanomètre. Pour éviter l'influence d'une différence de température entre l'eau de mer étudiée et l'eau de mer de comparaison, les deux cellules A et B sont, en pratique, disposées l'une à côté de l'autre dans un récipient que parcourt un fort courant de l'eau de mer.



621.39 : 661.42. — **Montage permettant l'étude des variations de salinité de l'eau de mer.**

ENSEIGNEMENT. LABORATOIRES

53(071). — L'enseignement de la physique dans les écoles. *Electrician*, 21 juin 1918, t. LXXXI, p. 147, 2800 mots.

621.3 (071). — De la préparation technique des électriciens de tous degrés ; H. Pécheux. *Revue scientifique*, t. LVI, p. 425-428, 3 500 mots. — L'auteur envisage les différentes écoles d'ingénieurs-électriciens, françaises et étrangères, et souhaite de voir développer les écoles élémentaires qui formeraient de bons monteurs-électriciens.

621.3 (071). — Diminution du nombre des étudiants-ingénieurs aux Etats-Unis. *Electrical World*, 18 mai 1918, t. LXXI, p. 1 023, 300 mots.

621.3 (072). — Un office anglais de contrôle et d'études ; C. Turnbull. *Electrician*, 10 et 11 mai 1918, t. LXXXI, p. 24-41, 5500 mots et *Electrical Review*, Londres, 10 et 17 mai 1918, t. LXXXII, p. 453-477, 400 mots. — Il est fortement question d'instituer en Angleterre un office spécial de contrôle et d'études qui centraliserait tous les renseignements concernant l'industrie électrique, délivrerait aux constructeurs des certificats après essai de leur matériel, donnerait son avis aux comités principaux d'ingénieurs, en un mot remplirait le rôle d'ingénieur-conseil officiel. L'article en question précise les conditions d'organisation et de fonctionnement d'un tel établissement.

62 (072) (73). — La recherche industrielle aux Etats-Unis. *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. IV, p. 2 B, 250 mots.

DIVERS

612.014.425. — Pour la prévention des accidents d'électrocution dont les enfants sont victimes. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. IV, p. 33, 600 mots.

621.3 (071). — La formation de l'ingénieur électricien aux Etats-Unis ; Etienne Flagey. *R. G. E.*, 20 et 27 avril

Digitized by Google

Digitized by Google

1918, t. III, p. 587-621, 9500 mots. — L'auteur relate les opinions qu'il a recueillies aux Etats-Unis sur ce sujet auprès de diverses personnalités de l'industrie et de l'enseignement.

621.3 (062) (794). — Assemblée générale de constructeurs-électriciens en Californie. *Electrical World*, 18 mai 1918, t. LXXI, p. 1036-1040, 4200 mots, 9 fig. — Des directeurs de stations centrales des manufacturiers et des représentants des industries électriques ont discuté plusieurs importantes questions posées par la guerre à une réunion tenue dernièrement sur la côte du Pacifique.

621.9 (072). — Proposition tendant à la création par les constructeurs et fabricants mécaniciens, d'un « Institut français de mécanique appliquée ». *R. G. E.*, 13 avril 1918, t. III, p. 563, 500 mots. Analyse du rapport de J. ANDROUIN, ingénieur A et M à la section III « Mécanique, Machines-Outils » du Congrès du Génie civil.

016 : 6. — Transformations opérées dans l'appareil bibliographique des sciences ; Paul OTLET. *Revue scientifique*, 20-27 avril 1918, t. LVI, p. 236-241, 4200 mots. — L'auteur explique les différentes manières d'aider les recherches scientifiques : le répertoire, la classification, l'office de documentation. Ces trois termes sont solidaires et comportent une même réforme dans le mode d'enregistrement des résultats de la science afin de les mettre à la disposition du plus grand nombre de personnes.

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

331.87. — La spécialisation des usines. *R. G. E.*, 29 juin 1918, t. III, p. 952-955, 2300 mots. Analyse du rapport de CARLIOZ à la section IV « Mines et Métallurgie » du Congrès du Génie civil.

62 + 341.3. — Le rôle de l'ingénieur dans la conduite de la guerre ; E.-W. RICE. *G. E. R.*, août 1917, t. XX, p. 603-606, 2200 mots. — Dans la guerre où sont entrés récemment les Etats-Unis, un rôle prépondérant est dévolu à toutes les applications de la science de l'ingénieur. Les ingénieurs, dit M. Rice, doivent prendre part à la lutte non seulement par leur compétence, mais aussi par leur dévouement. Si la patrie ne leur demande pas le sacrifice sanglant du soldat combattant, il faut du moins qu'ils se donnent à l'œuvre commune en consacrant à la tâche industrielle toute leur énergie, toute leur puissance de travail. Cela est, d'ailleurs, d'autant plus nécessaire que l'ennemi donne un exemple saisissant de travail infatigable et méthodique. Il faut de même que les ingénieurs travaillent de leur mieux à l'élaboration d'une organisation qui permette d'utiliser, de la façon la plus productive, toutes les ressources de la nation. Comme le soldat, le travailleur civil se doit au pays.

62 + 341.3. — La situation de l'ingénieur dans les affaires nationales ; H.-W. BUCK. *G. E. R.*, août 1917, t. XX, p. 600-602, 2200 mots. — Allocution prononcée à l'assemblée de l'American Institute Electrical Engineers, tenue à l'occasion de l'entrée des Etats-Unis dans la guerre. M. Buck rappelle d'abord le rôle des savants et des ingénieurs dans le développement de la civilisation. Au cours des derniers siècles, la science a tenu dans la vie de l'humanité un rôle de plus en plus important. Des découvertes, telles que celles de la gravitation, de l'évolution des espèces, des lois de l'électromagnétisme ont eu sur l'avenir de l'humanité une influence plus considérable que celle de bien des faits retenus par l'histoire. L'auteur exprime ensuite le désir que l'ingénieur ne se confine pas, comme il y est trop souvent enclin, dans sa spécialité industrielle, mais qu'au contraire, il étende toujours davantage sa culture, et soit ainsi un citoyen au sens le plus plein du mot. L'ingénieur doit intervenir dans toutes les grandes questions urbaines ou nationales, particulièrement dans celles relatives à la guerre où les préoccupations d'ordre scientifique et industriel sont au premier plan. M. Buck termine en démontrant ingénieusement qu'une influence plus agissante des ingénieurs et des savants dans la vie de la cité ou de la nation moderne ne doit pas faire de l'humanité une société dure, matérialiste et sans beauté. Au contraire, dit-il, le monde n'est tel présentement que parce qu'il est dirigé par des hommes sans contact avec la science. Des savants et des ingénieurs d'une belle culture et d'un esprit largement ouvert ne peuvent que contribuer à répandre dans la vie humaine plus de justice et un plus généreux idéalisme.

621.311 : 351.711.9. — Fourniture par l'Etat de l'énergie électrique. *Electrical Review*, Londres, t. LXXXII, 7 juin 1918, p. 534-536, 3800 mots.

621.3 + 341.3. — La guerre et les charges de l'industrie électrique. *Electrical Review*, 19 avril 1918, t. LXXXII, p. 364-365, 1400 mots.

621.3 + 341.3. — Emploi de l'électricité pour aider à gagner la guerre. *Electric Railway Journal*, 1er juin 1918, t. LI, p. 1048, 160 mots.

621.3 : 338. — L'industrie électrique après la guerre. *Electrician*, 21 juin 1918, t. LXXXI, p. 150-151, 1900 mots. *Electrical Review*, Londres, 21 juin 1918, p. 581. — Cet article discute un rapport récent du Board of Trade dans lequel on montre que l'industrie électrique est la clé des autres industries et que de son développement dépend celui de la nation entière.

621.3 (43 : 8). — L'industrie électrique allemande et l'amérique latine. *E. T. Z.*, 28 mars 1918, t. XXXIX, p. 132, 1400 mots, 1 tab. — Les importations de matériel électrique en Argentine se montaient, pour les années 1910 à 1912, à 57 12 000 pesetas dont 2928 000 de fils et câbles. La moitié de ce matériel provenait d'Allemagne, le quart de Grande-Bretagne, le reste des Etats-Unis, d'Italie, de Belgique et de France. La Bolivie a importé pour 804 000 bolivianos de matériel surtout allemand. Le Brésil a acheté pour 3 millions 221 000 dollars d'appareils électriques, dont 1 million 526 000 aux Etats-Unis, 796 000 en Allemagne, 590 000 en Grande-Bretagne; pour 562 000 dollars de fils et câbles dont 269 000 en Grande-Bretagne, 142 000 en Allemagne et 138 000 aux Etats-Unis, et pour 526 000 dollars d'appareils d'éclairage dont 258 000 en Allemagne. Le Chili a importé 2630 t de matériel dont 1760 t venaient d'Allemagne; la Colombie 364 000 t.; Cuba a importé pour 8382 000 dollars dont 5861 000 des Etats-Unis, 1216 000 de Grande-Bretagne, 458 000 d'Allemagne, 166 000 de France. Le Mexique a acheté pour 9568 000 dollars de machines de toute sorte, dont 6678 000 aux Etats-Unis, 1446 000 en Grande-Bretagne, 1058 en Allemagne, 186 000 en France et 79 000 en Suisse. L'article donne ensuite la statistique des importations allemandes des différents genres d'appareils électriques dans ces différents pays pour l'année 1913. — J. C.

338 (44.582). — Le mouvement industriel et la décentralisation : le Rhône ; André KŒLER. *La Nature*, 1er juin 1918, n° 2331, p. 344-348, 2700 mots, 6 fig.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

538 + 539. — Quelques applications de la théorie électromagnétique à la matière; Albert C. Crehore. *P. A. I. E. E.*, avril 1918, t. XXXVII, p. 283-315, 12 800 mots.

538.7. — Les variations périodiques rapides du magnétisme terrestre. *Revue générale des Sciences*, 30 juillet 1918, t. XXIX, p. 417, d'après *Journ. of the College of Science* de Tokio, 25 mai 1917, t. XXXVII, p. 1. — Le gouvernement japonais a édifié en 1909 à Misahi, sur la baie d'Aburatubo, un observatoire magnétique pourvu d'une série de magnétographes très sensibles. De 1910 jusqu'à avril 1914, on a enregistré à cette station les variations les plus faibles du magnétisme terrestres. M. Terrada vient de tirer de ces documents un certain nombre de conclusions intéressantes.

538.73. — Esquisse d'une théorie des orages magnétiques. *Revue générale des Sciences*, 30 juillet 1918, t. XXIX, p. 448. — Communication de S. Chapman, à la Royal Society de Londres le 9 mai 1918. — L'auteur divise en deux parties les caractéristiques moyennes des orages magnétiques dépendant respectivement du temps mesuré depuis le commencement de l'orage et du temps local. Dans la première, la force horizontale est l'élément principalement affecté, une brève augmentation initiale étant suivie d'une diminution beaucoup plus forte, s'étendant sur plusieurs heures. Ensuite, pendant une période de plusieurs jours, la force revient lentement à sa valeur normale. Les changements du temps local, après élimination des variations magnétiques diurnes ordinaires, sont approximativement de simples ondes sinusoïdales ou cosinusoïdales des trois éléments. L'auteur interprète les deux séries de variations en fonction de systèmes de courants électriques circulant dans l'atmosphère supérieure. Ceux-ci sont attribués à l'action inductive d'un système de mouvements atmosphériques. Ces mouvements sont d'abord verticaux, quoique la distribution inégale des vitesses verticales introduise aussi des mouvements horizontaux. Les mouvements atmosphériques seraient le résultat de la précipitation de particules électriques du soleil dans l'atmosphère terrestre. Il se produit d'abord une dépression de la couche absorbante qui s'ionise. Elle est suivie d'une expansion générale vers le haut, due à la répulsion mutuelle des particules (la plupart ayant une charge de même signe) qui sont enchevêtrées dans la couche. L'auteur estime que la strate où ces actions se produisent est au-dessus de celle où prennent naissance les variations magnétiques diurnes habituelles, et il attribue l'ionisation dans cette dernière à l'action de la lumière ultra-violette du soleil.

535.33. — Relations d'intensité dans le spectre de l'hélium; T.-R. Merton et J.-W. Nicholson. *Revue générale des Sciences*, 30 juillet 1918, t. XXIX, p. 448. Extrait d'une communication à la Royal Society de Londres le 9 mai 1918. — Les auteurs ont étudié les variations de la distribution de l'intensité parmi les lignes du spectre de l'hélium dans diverses conditions d'excitation et leurs rapports avec la distance de la cathode. Les intensités relatives des lignes dans la série diffuse de l'hélium et du parhélium restent les mêmes à toutes les distances, mais des variations remarquables s'observent pour les autres types de séries. Les auteurs ont également étudié les spectres des mélanges d'hydrogène et d'hélium. Les phénomènes observés lorsqu'il n'y a qu'une trace de l'un des gaz dans l'autre, sont essentiellement différents de ceux qui se produisent pour un mélange en quantités comparables. Enfin, les auteurs ont reconnu que le spectre nébulaire de l'hélium peut être attribué à une combinaison des conditions réalisées dans la décharge condensée et dans la production du spectre à basse pression.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.311.9. — Systèmes électriques; Société anonyme Westinghouse, France. *Brevet français n° 485 075*, demandé le 12 avril 1917, délivré le 14 septembre 1917, publié le 11 décembre 1917, 4 200 mots, 5 fig. — Réglage de la tension des générateurs. Système de réglage des génératrices et moteurs employés dans la commande des trains de laminoirs, où il se produit des arrêts et des changements de marche fréquents, et où le réglage habituel de l'excitation est trop lent pour suivre les variations de charge. On intercale donc pour accélérer le réglage une tension supplémentaire dans le circuit des génératrices. Le dispositif employé est caractérisé par ce fait qu'automatiquement, et momentanément, quand la tension du courant produit est inférieure à la tension normale correspondant à une résistance donnée dans le circuit d'excitation de générateur, un relais différentiel entre en action pour diminuer une résistance intercalée dans le circuit d'excitation et augmenter l'excitation afin de ramener très rapidement la tension du générateur à sa valeur normale. — A. P.

621.314.5. — Convertisseur de courant continu en courant alternatif ou continu; M. H. Véry, France. *Brevet français n° 485 801*, déposé le 25 juillet 1917, délivré le 16 novembre 1917, publié le 8 février 1918, 1 540 mots, 1 fig. — Cet appareil se compose de deux transformateurs du modèle ordinaire dont les primaires sont composés de bobines dont les nombres de spires varient proportionnellement aux ordonnées d'une sinusoïde. Ces bobines, couplées en série sur chaque transformateur sont reliées par leurs extrémités aux plots d'un distributeur, analogue à un collecteur de machine à courant continu et sur lequel tourne un double couple de balais entraîné par un moteur auxiliaire à vitesse constante.

621.314. — Dispositif pour la suppression des harmoniques supérieurs dans les transformateurs servant à l'alimentation des redresseurs à vapeurs métalliques ;

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

Société anonyme Brown-Boveri, Suisse. *Brevet français n° 485060*, demandé le 11 avril 1917, délivré le 11 septembre 1917, publié le 11 décembre 1917, 600 mots. — Dispositif consistant à ajouter aux transformateurs d'alimentation couplés en étoile au primaire et au secondaire un troisième enroulement, couplé en polygone, c'est-à-dire en triangle pour du courant triphasé. Si le nombre de phases du primaire ne permet pas un couplage en polygone, on crée, au moyen d'un transformateur de phases placé sur le primaire, un nombre de phases permettant le couplage en polygone approprié. — A. P.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.00.22. — Les procédés modernes de construction des petits moteurs électriques. *La Nature*, 10 août 1918, n° 2338, p. 36-39, 2000 mots, 11 fig. — L'auteur décrit la méthode de fabrication dans laquelle la presse et l'emboutissage jouent un rôle prépondérant. Il résume la construction des petits moteurs d'induction pour courant triphasé, des moteurs à courant continu, des moteurs de très faible puissance et des moteurs de puissance moyenne. La General Electric Co de Schenectady livre au public des séries de moteurs allant de 1/30 à 1/4 de cheval (sur l'arbre).

621.311.7. — La commande à distance des petits moteurs à cage d'écureuil; L.-E. Wood. *Electrical Review*, 12 juillet 1918, t. LXXXIII, p. 27-28, 1600 mots, 3 fig. — L'article indique les avantages qui résultent de la commande à distance des petits moteurs à cage d'écureuil, il donne comme exemple l'application qui en a été faite dans une blanchisserie au Canada où 16 moteurs de 10 à 20 kw sont alimentés par des courants triphasés à 60 p : sec et sont commandés à distance par le procédé en question.

621.315.25. — Calcul des moteurs d'induction travaillant avec des volants et des régulateurs de glissement; Herbert Vickers. *Electrician*, 19 juillet 1918, t. LXXXI, p. 248-250, 1900 mots, 1 fig. *Electrician*, 26 juillet 1918, t. LXXXI, p. 267-271, 700 mots, 1 fig. — L'auteur traite le sujet mathématiquement en considérant deux cas : celui où le glissement est continu et celui où il est intermittent. Il donne plusieurs exemples numériques.

621.344 + 662.7. — Installation de manutention de charbon à l'usine à gaz de Saltley-Birmingham; G.-F. Zimmer. *Engineering*, 17 mai 1918, t. CV, p. 541-545, 3000 mots, 15 fig. — Cette usine, bien que destinée à la fourniture du gaz d'éclairage à la ville de Birmingham, a été équipée avec des fours à coke du système Kopper dans le but de produire du coke de fonderie. Il est assez difficile en général de satisfaire aux deux conditions, fourniture de bon coke de fonderie et de bon gaz d'éclairage; cette difficulté a été, paraît-il, entièrement surmontée. L'article a pour but de décrire l'installation mécanique de manutention du charbon dans cette usine mixte, installation faite sur les plans de MM. Babcock et Wilcox : elle est munie de tous les dispositifs de sécurité nécessaires pour éviter un arrêt d'une partie quelconque et qui pourrait avoir des conséquences désastreuses; de nombreuses figures dans le texte et des planches montrent les détails de l'installation, les appareils sont en général installés en double. Le charbon utilisé n'est pas de nature uniforme et peut-être du tout venant composé en majeure partie de blocs ou des fines et les opérations à lui faire subir sont différentes suivant les cas, les transporteurs ont été prévus pour répondre à cette condition. Chaque ensemble de transporteur a été étudié pour permettre la production de 80 t de charbon pulvérisé par heure. Chaque unité est composée d'un appareil de basculage de wagons, un transporteur de ce charbon brut, un concasseur, un désintégrateur, un transporteur à gravité pour ce charbon pulvérisé le conduisant à une trémie de remplissage, cette dernière partie de l'installation est la seule commune aux deux transporteurs devant se servir de rechange mutuelle. Les diverses parties sont décrites assez complètement et les dessins joints permettent de se rendre compte des différentes particularités. Les désintégrateurs absorbent normalement 50 ch, mais pour éviter les mécomptes, les moteurs destinés à leur commande ont été prévus pour 200 ch; ils sont pourvus d'un rhéostat de démarrage à liquide, les autres moteurs sont munis de rhéostats à commutateur plan immergés dans l'huile, tous les moteurs sont du type asynchrone à rotor bobiné et à bagues. — E. B.

621.346 : 676. — L'emploi de l'électricité dans les papeteries. II; C.-E. Clewell. *Electrical World*, 3 août 1918, t. LXXII, p. 198-201, 2500 mots, 5 fig. — C'est le second article sur la question; l'auteur signale les particularités de construction à considérer pour l'établissement des moteurs de papeteries; beaucoup de ceux-ci ont à fournir un service plutôt sévère avec nombreuses surcharges, ou doivent fonctionner dans des lieux humides. Il étudie ensuite quelles doivent être leurs caractéristiques de démarrage et de fonctionnement en charge et pour cela il passe en revue les différents services d'une papeterie. Il traite de l'appareillage spécial et il passe aux applications du moteur à vitesse réglable dans les papeteries. Enfin il termine son article par une étude spéciale des machines Jordan et des Calendres. — P. V.

621.914. — L'affûtage des fraises sur la machine universelle (système Kreutzberger). — *Produire*, juin 1918, n° 4, p. 119-122, 2000 mots, 47 fig.

TRACTION ET LOCOMOTION

629.113.6 + 341.3. — L'emploi des véhicules électriques et la guerre; James Mc Graw. *Electrical World*, 29 juin 1918, t. LXXI, p. 1361-1363, 1600 mots, 2 fig. — Tout en offrant une solution économique au très important problème actuel des transports, les camions électriques sont intéressants pour les stations centrales.

625.215. — Application des principes de la mécanique au calcul des bogies; Norman Litchfield. *Electric Ry. Jl.*, 20 juillet 1918, t. LII, p. 109-111, 2500 mots, 2 fig. — L'auteur énumère les principaux facteurs à considérer : 1° le poids supporté quand le véhicule est immobile sur voie horizontale; 2° le déplacement de ce poids d'un côté à l'autre du bogie par l'action de la force centrifuge; 3° le déplacement d'une partie de ce poids du bogie arrière au bogie avant par l'action du freinage; 4° un déplacement similaire de la paire de roues arrière à la paire avant d'un même bogie par la même action de freinage; 5° les forces mises en jeu par le moteur pendant la période d'accélération; 6° l'effet de « volant », ou tendance qu'ont les parties rotatives du bogie à continuer à tourner; 7° les forces mises en jeu par la friction des sabots sur les roues et transmises au bogie par les suspensions des freins; 8° l'effet de distorsion de la force horizontale appliqué à un coin du bogie en vertu de la poussée de la roue d'avant extérieure contre le rail en voie courbe. — Pour fixer les idées il considère un cas très particulier qu'il illustre de résultats numériques; enfin, il traite surtout la question du déplacement du poids en voie courbe et la résout au moyen de constructions graphiques. — P. V.

ÉCLAIRAGE

621.326.13. — Porte-lampe électrique monobloc; G. Vinay. *Brevet français n° 485921*, demandé le 21 juin 1917, délivré le 27 novembre 1917, publié le 20 février 1918, 300 mots, 3 fig. — Dans ce porte-lampe la douille à baïonnette ou à vis qui soutient la lampe est sertie avec interposition de joints, sur le bloc en matière isolante qui contient les organes de connexion entre les fils d'amenée du courant et les pistons de contact avec la lampe.

621.32. — Système d'éclairage électrique économique; René Sin. *Brevet français n° 484757*, demandé le 12 mars

Digitized by Google

Digitized by Google

1917, délivré le 11 août 1917, publié le 6 novembre 1917, 700 mots.

621.42+538.811. — Magnéto à poids pour production de lumière électrique; Auguste-Anatole Lion. *Brevet français n° 485388*, demandé le 8 mai 1917, délivré le 12 octobre 1917, publié le 4 janvier 1918, 950 mots, 1 fig.

621.32+538.811. — Magnéto à poids pour lumière électrique; Auguste-Anatole Lion. *Brevet français n° 485631*, demandé le 26 mai 1917, délivré le 30 octobre 1917, publié le 24 janvier 1918, 550 mots, 1 fig.

629.113.019. — Rapport du Comité sur les phares d'automobiles pour 1916-1917. *T. I. E. S.*, 20 juillet 1918, t. XIII, p. 259-291, 12 400 mots, 1 fig.

621.327. — Le prix de revient de la lumière Moore; Dr M. Wolfke. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, juin 1918, t. IX, n° 6, p. 129-130, 200 mots, 1 fig. — Essais faits sur des lampes en forme de tubes en U de 3 m de longueur et 40 mm de diamètre (électrodes en aluminium), remplis d'acide carbonique à la pression de 0,02 à 0,05 mm de mercure, correspondant au maximum de courant sous la tension employée : 220 v. Les expériences ont montré que la consommation en watts par bougie atteint un minimum, au delà duquel elle augmente avec la charge. On a trouvé

Watts consommés.....	900	2 100	2 900	3 600
Watts par bougie.....	6	4,7	4,9	5,1

En remplissant les tubes d'azote au lieu d'acide carbonique, elle varie de 1 à 2 w : b. Avec le néon, elle descend au-dessous de 1 w : b. Malgré sa consommation élevée, cette lampe est la seule qui donne une lumière comparable à celle du jour. — J. C.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654.25. — La construction des détecteurs à vide; O.-B. Moorhead. *Proc. Inst. Radio Eng.*, décembre 1917, p 427-430; *Sc. abstr.*, mars 1918, p. 126. — L'article décrit en détail la fabrication des détecteurs à vide, avec référence spéciale à la dépense, au rendement et à la reproduction précise d'un type défini. Beaucoup de qualités de verre ont été essayées; un mélange contenant un fort pourcentage de plomb et une petite quantité d'acide silicique fut trouvé plus facile à travailler, et produisant un détecteur de sensibilité maximum quand il est employé avec une plaque en aluminium et une grille en cuivre. D'autres métaux que le tungstène furent essayés comme filaments et manifestèrent des caractéristiques de fonctionnement très différentes. — L'aluminium et le cuivre doivent subir un traitement spécial car ces métaux, achetés à différents producteurs, donnent des résultats différents. L'aluminium est soumis à une température d'environ 315°, puis immergé dans une solution saturée de cyanure de potassium, et finalement rincé dans l'alcool. Le cuivre est chauffé au rouge et en enlevant l'oxyde formé il reste une surface propre; il est alors placé dans un courant d'air humide, où il se recouvre d'une mince couche d'oxyde. Cette méthode de traitement élimine beaucoup les variations. — Pour faire le vide, on scelle un certain nombre de tubes aux arrivées de la pompe et on élève la température à 480°. Quand le vide a atteint un micron on élève graduellement la température jusqu'à 540°, les tubes, à cause du mollissement du verre, s'adaptant très bien aux orifices et empêchent toute fuite. Le vide augmente lentement, et après cinq heures de pompage on descelle les tubes et on les laisse refroidir. On emploie, pour éprouver le vide, une bobine d'induction qui est telle qu'elle donne une étincelle de 12,8 cm entre pointes dans l'air sans manifester de lueur dans les tubes. — Richardson a montré que des métaux neufs, chauffés à l'incandescence, émettent des ions positifs. Cette émission doit être éliminée si on veut obtenir la sensibilité maximum du détecteur, et cela se fait, pendant la fabrication, en chauffant le filament par un courant alternatif pendant environ deux heures.

P. V.

654.25. — Perfectionnements à la signalisation par ondes électromagnétiques; M. Alexandre Artom. *Brevet français n° 485622*, demandé le 25 mai 1917, délivré le 30 octobre 1917, publié le 24 janvier 1918, 1550 mots, 9 fig. — Ce brevet concerne l'emploi, pour la transmission ou la réception d'ondes électromagnétiques, d'antennes dirigées multiples constituées par plusieurs conducteurs aériens réunis aux différentes armatures d'un condensateur intercalé dans le circuit oscillant ou aux différentes prises d'une inductance intercalée dans le circuit oscillant. Ces conducteurs aériens sont formés chacun d'une paire de fils métalliques disposés de façon à privilégier la radiation ou la réception dans une direction. Tout le système de conducteurs aériens peut être syntonisé à une seule longueur d'onde ou bien chaque conducteur peut être syntonisé à une longueur d'onde particulière,

654.6. — Perfectionnements dans les systèmes téléphoniques automatiques et semi-automatiques; Société Relay Automatic Telephone Company d'Angleterre. *Brevet français n° 486427*, demandé le 10 août 1917, délivré le 11 janvier 1918, publié le 3 avril 1918, 3600 mots, 6 fig. — Ce brevet concerne l'emploi de relais commutateurs associés à chacune des lignes d'abonnés et permettant de raccorder directement cette ligne d'abonné à une ligne auxiliaire d'arrivée ou de départ, sans passer par l'intermédiaire des connecteurs et sélecteurs, ce qui permet de satisfaire, mieux qu'avec tout autre système, à des circonstances d'appel anormales.

654.6. — Perfectionnements dans les systèmes téléphoniques automatiques et semi-automatiques; Société Relay Automatic Telephone Company d'Angleterre. *Brevet français n° 486398*, demandé le 8 août 1917, délivré le 8 janvier 1918, publié le 28 mars 1918, 3200 mots, 7 fig. — Ce brevet concerne l'emploi de deux relais de contrôle du compteur et de surveillance des signaux de fin associés à chaque ligne de jonction entre deux bureaux téléphoniques automatiques ou entre deux bureaux téléphoniques dont l'un est automatique et l'autre manuel. Ces relais servent à couper les connexions lorsque la communication entre un abonné d'un des bureaux et un abonné de l'autre bureau est terminée et à faire fonctionner le compteur de l'abonné demandeur, s'il y a lieu.

654.6. — Câble téléphonique à self-induction uniformément répartie; Alexandre Grammont. *Brevet français n° 486201*, demandé le 25 août 1916, délivré le 22 décembre 1917, publié le 19 mars 1918, 300 mots. — Les câbles téléphoniques à self-induction uniformément répartie sont généralement constitués par un conducteur de cuivre autour duquel sont enroulées une ou plusieurs couches de fil de fer fin à spires jointives. Autour de l'ensemble ainsi formé se trouve l'isolant comme dans les câbles ordinaires. La présente invention a pour objet d'intervertir les places respectives de l'isolant et de la gaine de métal perméable, ce qui présente de nombreux avantages parmi lesquels on peut citer ceux résultant d'une fabrication plus facile et d'une diminution de perte par courants de Foucault.

654.6. — Perfectionnements apportés aux systèmes de lignes téléphoniques chargées pour circuits fantômes; Société anonyme « Le Matériel téléphonique ». *Brevet français n° 484620*, demandé le 30 septembre 1915, délivré 12 février 1918, publié le 8 mai 1918, 1200 mots, 4 fig. — Ce brevet concerne les bobines de charge des lignes téléphoniques (bobines Pupin) pour circuits fantômes dont les noyaux de fer soit sectionnés par un ou plusieurs entrefers. Pour éviter les mélanges de conversation entre les deux circuits combinants (mélanges dus à l'effet de capacité électrostatique provenant du rapprochement des enrou-

Digitized by Google

Digitized by Google

lements de la bobine appartenant respectivement aux deux circuits combinants et placés sur des tronçons différents du noyau de fer) l'invention préconise l'emploi, à chaque entrefer, d'un séparateur non magnétique, muni d'une ou plusieurs chevilles, composées de matière non magnétique, mais ayant des propriétés de conductibilité électrique. Ces chevilles établisssent des connexions électriques entre les différentes sections du noyau, et, en définissant les potentiels, empêchent tout effet de capacité électrostatique de se produire.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.431.42. — Borne-frotteur pour distributeurs de courant à haute tension; Henri de la Valette, France. *Brevet français n° 485841*, déposé le 16 juin 1917, délivré le 21 novembre 1917, publié le 8 février 1918, 630 mots, 2 fig. — Borne-frotteur pour magnétos d'allumage des moteurs à explosion, comportant un porte-charbon amovible, agencé de façon qu'on puisse le retirer et le remettre en place facilement. La fixation du porte-charbon dans sa douille se fait par un emmanchement à baïonnette et est assurée par une bague d'appui à ressort. — La douille est portée par un manchon de fixation avec interposition d'une gaine isolante. Le parafoudre est formé par le rebord du bouton et un rebord analogue d'un manchon, en biseau. — A. P.

621.364.3. — Quelques mots sur les poêles électriques pour le chauffage des intérieurs. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, juin 1918, t. IX, n° 6. p. 119-128, 3000 mots. — L'article fait ressortir la nécessité, impérieuse pour la Suisse dans les circonstances actuelles, d'utiliser l'énergie hydraulique qui reste disponible la nuit, sous forme de chaleur qu'on peut accumuler dans des poêles électriques spéciaux dits à accumulation. Les essais concluants qui ont été faits ces derniers temps ont porté sur différents corps susceptibles d'emmagasiner les calories : l'eau et les corps solides avec circulation d'huile. — Pour le chauffage d'une chambre il faut compter une dépense ininterrompue d'environ 12 à 30 w : m³ pour la demi-saison, 30 à 40 w : m³ pour un hiver moyen, 40 à 60 w : m³ pour un hiver rigoureux. Ces chiffres sont supérieurs à ceux que la plupart des catalogues indiquent comme suffisants. Bien entendu, si le poêle n'est alimenté que pendant 8 heures de nuit, au lieu de 24 heures par jour, la puissance nécessaire devra être triplée afin que le nombre de kilowatts-heure consommés reste constant. Cela conduit à des puissances encore peu usitées jusqu'ici. Il est donc nécessaire, pour éviter des malentendus et des désillusions, d'augmenter la puissance des types courants de poêles électriques. Cela conduit à des surfaces d'autant plus grandes que l'on veut augmenter la transmission de la chaleur par convection et rayonnement. Ce pouvoir émissif dépend très peu de la nature des surfaces et de leur forme, mais beaucoup de la différence entre leur température et celle de l'air ambiant. La température des surfaces chauffantes ne doit pas dépasser 120 à 140°, ce qui correspond à un pouvoir émissif de 10 à 16 w : dm². Il ne faudrait donc pas fournir une puissance supérieure, sous peine d'obtenir des températures dangereuses et inadmissibles au point de vue hygiénique. C'est pourtant le cas de la plupart des modèles courants qui atteignent 18 à 20 w : dm². Les surfaces minima acceptables varient de 120 à 225 dm² pour des pièces de 40 à 75 m³. — Les poêles à accumulation doivent être calculés pour un régime d'accumulation de 8 heures par jour, et pour un régime de rayonnement de 16 heures. A ce dernier point de vue encore, la plupart des appareils sont calculés trop juste. Il faut absolument que les résistances chauffantes soient placées à l'intérieur et en parfait contact avec le corps accumulateur de chaleur. Les températures des résistances peuvent atteindre 400° pour le fer, 600° pour le nickel-chrome et le constantan, 900° pour le carborundum. La capacité d'accumulation est de 175 à 215 w-h : dm³ pour la faïence et les matériaux analogues, de 70 à 80 w-h : dm³ pour le sable et les matériaux pulvérulents similaires. Pour le sable en contact direct avec le carborundum, on peut atteindre 120 w-h : dm³. Cela conduit à des volumes que n'atteignent pas les appareils courants. — La question du choix des matériaux d'accumulation est très importante. La chaleur spécifique par unité de volume doit être aussi grande que possible. Elle est de 0,56 pour l'aluminium, 0,9 pour le fer, mais ces métaux sont peu employés en raison des précautions d'isolement qu'ils nécessitent. On emploie de préférence des matières minérales du genre faïence (speckstein), dont la chaleur spécifique par décimètre cube est de 0,4 à 0,68 suivant les qualités. Employées sous forme pulvérulente, ces matières n'ont plus qu'un coefficient de 0,2 à 0,4, mais le contact avec les résistances chauffantes est alors plus facile à assurer, ce qui permet d'établir des appareils moins coûteux Leur plus faible conductibilité, sous cette forme, est encore un avantage. Les poêles de faïence conviennent surtout pour le chauffage des appartements particuliers, les poêles au sable conviennent surtout pour les magasins et salles de réunion. — J. C.

621.431.42. — Perfectionnements aux dispositifs de rupture dans les magnétos d'allumage; Société Labrosse et Estève. *Brevet français n° 486742*, demandé le 6 septembre 1917, délivré le 11 février 1918, publié le 1er mai 1918, 500 mots, 2 fig.

621.431.42. — Rupteur pour magnéto d'allumage; Chaillieu (G.). *Brevet français n° 485949*, demandé le 5 juin 1917, délivré le 1er décembre 1917, publié le 20 février 1918, 200 mots, 2 fig.

621.431.42. — Indicateur de calage pour magnétos d'allumage; Labrosse et Estève. *Brevet français n° 486743*, demandé le 7 septembre 1917, délivré le 11 février 1918, publié le 1er mai 1918, 400 mots, 3 fig.

621.431.42. — Ressort compensateur pour bougie d'allumage; J.-T. Descorps. *Brevet français n° 486133*, demandé le 13 juillet 1917, délivré le 18 décembre 1917, publié le 12 mars 1918, 75 mots, 2 fig. — Ce ressort a pour effet de se détendre lors de l'allongement de l'électrode ou de se resserrer lors du retrait du métal, ce qui évite la rupture des isolants dans ce dernier cas, et maintient dans les deux cas une parfaite adhérence des joints sur leur siège.

621.364. — Radiateur électrique; A.-A. Buck. *Brevet français n° 486370*, demandé le 6 août 1917, délivré le 4 janvier 1918, publié le 28 mars 1918, 350 mots, 2 fig. — Ce radiateur électrique pour coussins, tapis de chauffage ou applications analogues comprend un dispositif dans lequel le fil métallique de la résistance est disposé sur un support formé d'un tissu textile sans le secours d'un autre mode de fixation ; la caractéristique de l'invention consiste en ce que le fil métallique passe alternativement sur la face supérieure et sur la face inférieure du tissu de telle façon que de deux couches de fil métallique voisines l'une vienne sur la face supérieure et l'autre sur la face inférieure du tissu. Deux dispositions sont indiquées par l'auteur.

621.392. — Solution pour soudure électrique; P.-A. Gouin. *Brevet français n° 486318*, demandé le 30 juillet 1917, délivré le 28 décembre 1917, publié le 22 mars 1918, 300 mots. — L'invention a pour objet une solution décapante des métaux à souder par voie électrique destinée à faciliter l'amorçage et la continuité de l'arc à faible tension. Cette solution est composée, en principe, d'un sel d'aluminium basique et aussi d'un sel alcalin capable d'émettre, à la température de l'arc, des vapeurs conductrices telles que celles de potassium, rubidium, cérium, etc., ces sels étant solubles dans l'eau. La solution est appliquée soit en badigeonnant, soit en y plongeant les objets à souder.

Digitized by Google

Digitized by Google

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

669.18.056. — Décapage électrolytique de l'açier. *Schweizerische Bauzeitung*, 27 juillet 1918, t. LXXII, p. 36, 100 mots. — La pièce oxydée qu'il s'agit de décaper est placée dans un bain acidulé, et sert de cathode. L'anode est en plomb. La densité de courant est de 4,3 à 6,4 A : dm^2. La formation de sulfate de fer peut être évitée en refroidissant le bain à 0°. Des expériences précises ont montré que l'économie ainsi réalisée en acide et en métal dépasse largement la dépense en énergie électrique. — J. C.

621.372. — Perfectionnements au procédé de métallisation Schoop; W. SHOOP. *Schweizerische Bauzeitung*, 20 juillet 1918, t. LXXII, p. 24-26, 1000 mots, 3 fig. — Le nouveau procédé consiste à diriger un jet d'air sous pression sur un arc électrique jaillissant entre deux fils formés du métal à volatiliser et dont l'usure est compensée automatiquement par l'action d'une turbine à air comprimé qui pousse les fils en avant et maintient constantes leur distance et l'intensité du courant. L'ensemble est monté sur pistolet portatif. Les conduites d'oxygène et de gaz d'éclairage des anciens appareils sont supprimées, ce qui rend l'appareil beaucoup plus simple et robuste. La consommation est aussi très diminuée, l'appareil ne consommant que 1 kw sous une tension de 30 à 40 v. Un autre perfectionnement permet d'employer non seulement des métaux, mais n'importe quelle substance fusible pouvant se mettre sous la forme de fils ou de tubes, du verre par exemple. Un tube de cuivre épais est entouré d'un anneau de carbo-rundum qu'on échauffe au blanc par le passage du courant amené par deux charbons métallisés pour éviter l'oxydation. Un fil de plomb amené à travers l'appareil jusqu'au fond en cet endroit, et se volatilise sous la pression du jet du gaz comprimé (azote ou Co^2). On opère par jets successifs, afin de ne pas trop refroidir le tube de cuivre. Ces jets doivent être très rapides et violents. Les essais de cet appareil ont été très satisfaisants, il suffit de chauffer à 200° une plaque de fer ainsi métallisée pour obtenir une adhérence parfaite. La pureté du dépôt est parfaite, le métal pulvérisé n'étant à aucun moment en contact avec l'air. — J. C.

621.37 + 623.451. — Réparation par l'électrolyse des obus rebutés ou mal équilibrés. *L'Usine*, août 1918, résume p. 23 un article publié dans la *Machine moderne* de mai 1918. — Parmi les défauts entrainant a priori la mise au rebut des obus, on doit considérer la valeur de l'excentricité, c'est-à-dire la position du centre de gravité par rapport à l'axe géométrique de l'obus. Le forgeage de l'ogive par le procédé d'étampage en bout a souvent pour effet de donner une grande proportion d'obus excentrés que les contrôleurs doivent rebuter. En centrant les obus d'après l'intérieur, pour les diverses opérations sur le tour, on évite le plus possible cette défectuosité, mais malgré cette précaution, on obtient encore quelquefois une certaine proportion d'obus balourds qu'il y aurait un grand intérêt à sauver. Dans certains ateliers, on a essayé d'attaquer par des acides concentrés la surface intérieure des obus, mais ce procédé donne des irrégularités de surface et offre certains dangers de manipulation pour le personnel. De plus, il ne peut servir qu'à amincir le côté de la paroi qui est trop épais et non pas à renforcer le côté qui est trop mince. Un ingénieur, M. Lacoste, a eu l'idée de remplacer l'acide sulfurique plus ou moins concentré par de l'acide affaibli, celui, par exemple, qui a servi au décapage de l'obus après le traitement thermique et qui est, en réalité, une dissolution acide de sulfate de fer et de régulariser l'attaque du métal par ce bain acide en électrolysant ce dernier. On place dans l'obus le liquide en question et on le fait traverser par le courant, en allant de l'obus servant d'anode vers une cathode installée convenablement. Du fer se dépose sur cette cathode et un poids égal est enlevé à la surface interne correspondante de l'obus. Pour corriger un obus de 75 défectueux, il y a rarement à lui enlever plus de 40 g. Comme l'équivalent électrochimique du fer est de 1,0447 g soit un gramme par heure, un courant de n ampères traversant l'obus lui enlève n grammes par heure. En employant un courant de 12 A, la correction nécessite de 3 à 4 heures. Pour la correction du centre de gravité qui est en général placé trop bas, l'obus est disposé verticalement, le bain le remplit à moitié, à peu près jusqu'à la séparation des chambres tronconiques et cylindriques; la cathode formée d'une tige de fer élargie vers le bas est plus rapprochée du culot que de la surface latérale, le métal est enlevé principalement au culot et suivant une épaisseur décroissante à la surface latérale. Pour corriger l'excentricité, l'obus est couché horizontalement sur sa génératrice lourde. La cathode est une tige cylindrique traversant l'œil dans un bouchon en bois, et le bain ne s'élève au-dessus de l'axe, que de la quantité nécessaire pour recouvrir la cathode; l'usure du métal se produit donc sur un peu plus de la demi-circonférence de l'obus. En déplaçant légèrement celui-ci autour de son axe à diverses reprises, pendant la durée de l'opération, on fait varier sur la surface de l'obus la position du niveau du bain et on dégrade ainsi le bord de la région usée. Dans les deux cas, le poids du métal à enlever a été déterminé à l'avance et on connaît la durée de l'opération. Il faut avoir eu soin de dégraisser parfaitement l'intérieur des obus, avant d'y verser le bain, sinon l'attaque serait irrégulière. Ce procédé laisse aux régions attaquées de l'obus une surface très belle, sans irrégularité ni ressauts sensibles.

621.37. — Le rendement d'un kilowatt en produits électrométallurgiques ou électrochimiques. *Journal du Four électrique et de l'Electrolyse*, 1er mars 1918, p. 49-50, 1400 mots. — L'article se propose de répondre à la question : Quelle quantité de produits permettra d'obtenir une chute de x chevaux ? L'auteur fait d'abord remarquer que, par suite des pertes dans la turbine (0,20), dans la dynamo (0,10), dans la ligne (0,01), dans les transformateurs (0,03) et dans les conducteurs (0,01), le rendement d'une installation est d'environ 68,45 pour 100, de sorte qu'avec une chute de 5000 chevaux on n'obtiendra que 3422 chevaux utilisables; encore faut-il compter en dépenses environ le dixième pour la commande des machines accessoires de l'usine, et il ne reste guère que 3000 ch ou 2000 kw pour la fabrication électrochimique ou électrométallurgique. D'autre part, la puissance n'est pas utilisée sans arrêt d'un bout à l'autre de l'année; par suite, chaque kilowatt ne peut guère donner dans le cours d'une année que 8000 kw-h. — L'auteur indique ensuite les quantités de produits qu'on peut obtenir avec ces 8000 kw-h. Ce sont : 1600 à 1800 kg de carbure de calcium, 1000 à 1100 kg de ferro-silicium à 50 pour 100, 500 à 600 kg à 75 pour 100, 350 à 400 kg à 90 pour 100, 800 à 900 kg de ferro-chrome à 8 pour 100 de carbone, 300 kg de ferro-nickel à 50 pour 100, 1000 kg de ferro-tungstène à 50 pour 100 de carbone, 900 kg de ferro-molybdène, 250 à 270 kg d'aluminium à 98-99 pour 100, 1500 à 1800 kg de nitrure d'aluminium à 20 pour 100 d'azote, 300 kg de carborundum cristallisé, 500 à 600 kg de carborundum amorphe, 350 kg de nitrate de calcium synthétique, 6 à 8 t de soude électrolytique, 3 à 4 t de fonte fine ordinaire en partant de minerai riche à 50-60 pour 100, 10 à 12 t de fonte synthétique en partant de tournures d'acier, 8 à 10 t en partant d'un mélange de riblons, tournures et minerai, 20 t d'acier à outils en partant d'une charge liquide, 10 à 12 t d'acier fin en partant d'une charge froide, 35 à 45 t d'acier affiné en partant d'acier basique coulé directement du Bessemer, 80 t en partant d'acier acide, 12 à 15 t d'acier ordinaire de moulage en partant d'une charge froide avec tournures, 2 t de fer électrolytique, 1,2 t de zinc électrothermique, 2 t de zinc électrolytique, 90 à 95 t de cuivre électrolytique, 2 à 3 t de cuivre électrothermique en partant du minerai à 25 pour 100, 550 kg de sodium, 140 à 150 kg de calcium ou de manganèse, 300 kg de magnésium, 10 t de ferro-manganèse ou de mangano-silicium ou de silico-spiegel.

Digitized by Google

Digitized by Google

546.17+662.65. — La fixation de l'azote et les économies de charbon. *Electrical World*, 29 juin 1918, t. LXXI, p. 1367-1368, 1300 mots, 1 fig. — Ces deux sujets, cependant sans relation apparente, ont fait l'objet de discussions à la dernière réunion à Atlantic City de l'A. I. E. E. En ce qui concerne l'utilisation complète de toutes les machines à vapeur, M. Steinmetz propose de leur adjoindre des générateurs d'induction (moteurs asynchrones entraînés au delà du synchronisme) que l'on couplerait sur les distributions d'énergie du voisinage. Plutôt que de marcher à vide ou à faible charge les machines à vapeur isolées contribueraient ainsi à aider les grandes centrales.

661.743.4. — Procédé de préparation de composés cyanogénés; LINDBLAD. *Brevet français n° 482176*, demandé le 1er juillet 1916, délivré le 2 décembre 1916, publié le 27 février 1917. — Procédé consistant à faire passer un courant d'azote sur un mélange de charbon et d'un silicate alcalin, et, le cas échéant, de chaux chauffé au four électrique.

547.2. — Perfectionnements à la fabrication synthétique des hydrocarbures; CHERRY. *Brevet français n° 484084*, demandé le 5 janvier 1917, délivré le 9 juin 1917, publié le 30 août 1917. — Procédé consistant à soumettre les hydrocarbures paraffiniques vaporisés en présence d'un autre hydrocarbure gazeux possédant des constantes physiques différentes à l'action d'un courant bipolaire oscillatoire de haute fréquence ou d'un courant électrique équivalent, de façon à effectuer des modifications moléculaires des hydrocarbures sans distillation destructive préalable.

668.742.1. — Procédé pour la fabrication électrolytique des amidophénols et de leurs dérivés; SOCIÉTÉ POUR L'INDUSTRIE CHIMIQUE. *Brevet français n° 483186*, demandé le 24 décembre 1916, délivré le 17 mars 1917, publié le 6 juin 1917. — Procédé caractérisé par l'addition de deux ou plusieurs métaux dans le compartiment cathodique et par l'addition à la cathode de la quantité ou d'un très faible excès de la quantité d'acide nécessaire à la formation des sels des corps aminés formés par l'électrolyse.

661.433. — Electrolyse des solutions de chlorures alcalins; R. VAN HASSELT. *Brevet américain n° 1259683*, demandé le 19 mars 1918. — La solution appauvrie passe de la partie supérieure du compartiment anodique dans un réchauffeur où elle se débarrasse du chlore et s'enrichit en sel puis retourne à la partie inférieure du compartiment anodique.

669.42+669.52.—Perfectionnements dans l'extraction du zinc, du plomb et du soufre des minerais sulfureux; HAVILAND. *Brevet français n° 484047*, demandé le 30 décembre 1916, délivré le 6 juin 1917, publié le 28 août 1917. — Procédé consistant à désulfurer le minerai dans un four, le soufre recueilli et le zinc oxydé sont introduits pendant qu'ils sont chauds dans un four (four électrique par exemple) où la réduction et la volatilisation s'opèrent en présence d'un excès de charbon. Dans le cas de minerais complexes de zinc et de plomb, ces métaux peuvent être volatilisés, puis partiellement précipités à l'état d'oxydes dans des chambres successives par l'action électrostatique.

669.343.056. — Séparation électrolytique du nickel et du cuivre; J. A. GUERS. *Brevet américain n° 1251511*, 1er janvier 1918. — On électrolyse une solution de sulfate de nickel au moyen d'une anode de cuivre-nickel et on interpose entre l'anode et la cathode du carbonate de calcium.

669.2.056. — Appareil pour la production électrolytique du cuivre, nickel, or, argent et autres métaux; Vve GARIN. *Brevet français n° 484592*, demandé le 24 février 1917, délivré le 28 juillet 1917, publié le 18 octobre 1917. — Electrolyseur à cathodes mobiles constitué par un ou plusieurs disques disposés sur un arbre horizontal formant cathode et tournant en regard d'anodes ayant une forme analogue mais tronconique, ces anodes étant des cercles complets ou des demi-cercles, ce qui permet d'obtenir ce résultat que lors du déplacement des cathodes, l'intensité du courant en chaque point des cathodes est inversement proportionnelle à la distance, donc à la résistance électrique existant entre ce point et le point voisin des anodes.

669.343.056. — Traitement des alliages de cuivre-nickel; BRITISH AMERICA NICKEL CO. *Brevet américain n° 1260661*, 26 mars 1918. — On fait passer un courant électrique d'une anode de cuivre-nickel à une cathode appropriée en se servant d'un électrolyte renfermant un sel de nickel et on renverse de temps à autre la polarité des électrodes de façon à éviter le dépôt de cuivre à la cathode.

669.537.5. — Production de sulfure de zinc; C. O. GRIFFITH. *Brevet américain n° 1261029*, 2 avril 1918. — On fait passer un courant électrique dans une cellule renfermant un chlorure comme électrolyte, l'anode et la cathode formées de zinc et la cathode étant partiellement recouverte de soufre.

669.65.056. — Procédé électrochimique de séparation de l'étain des autres métaux; DELAHAYE. *Brevet français n° 484148*, demandé le 18 mars 1916, délivré le 18 juin 1916, publié le 7 septembre 1917. — Ce procédé comprend un électrolyte composé avec : pyrophosphate de sodium cristallisé, 12 kg ; sulfate de sodium cristallisé, 10 kg ; sel marin, 10 kg ; carbonate de sodium Solvay, 2 kg. Densité du courant 150 A : m² de cathode. Anode formée d'un panier en bois à claire voie rempli de déchets de fer-blanc qui reçoivent le courant + au moyen d'une grille en fer. Cathode métallique disposée dans un cadre en bois fermé par des toiles grossières formant cloisons. Force électromotrice, 3 v au début et 4 à 5 ou 5 v à la fin de l'opération.

669.718.056. — Production d'alumine et de substances abrasives; NORTON CO. *Brevets américains n°s 1263708, 1263709* et *1263710*, 23 avril 1918. — On fond au four électrique de la bauxite additionnée d'une petite quantité de carbonate de sodium.

669.718.056. — Note sur le mécanisme de la réduction de l'alumine par électrolyse; R. SELIGMAN. Extrait du *Journ. of the Institute of metals*, 1917, t. XVII, p. 141 ; *Revue de Métallurgie*, mai-juin 1918, n° 3, p. 224, 200 mots.

669.716.6. — Soudure pour l'aluminium; Ed. CHOQUET, L. VOLLAND et F. RIVIÈRE. *Brevet français n° 486823*, demandé le 14 septembre 1917, délivré le 16 février 1918, publié le 14 mai 1918, 450 mots. — L'invention a pour objet une soudure pour l'aluminium consistant en un alliage d'étain, de zinc et de plomb, en proportions convenables (par exemple : étain, 920 g ; zinc, 50 g ; plomb, 30 g), fondus ensemble et coulés en baguettes. Cette soudure peut être appliquée au chalumeau à gaz ou à essence, c'est en réalité une sorte d'étamage. Si la pièce à souder a contenu de l'huile il faut la nettoyer à l'essence et limer la partie à souder avec une lime à gros grain.

621.375. — Procédé pour la réduction ou oxydation de corps organiques par voie électrolytique; SOCIÉTÉ POUR L'INDUSTRIE CHIMIQUE. *Brevet français n° 482787*, demandé le 8 novembre 1915, délivré le 2 février 1916, publié le 26 avril 1917. — Procédé caractérisé en ce que la différence des poids spécifiques de l'électrolyte et du corps organique ou d'une solution de ce dernier dans un dissolvant neutre, non miscible à l'électrolyte, est choisie de manière que dans le voisinage de l'électrode active on puisse produire une émulsion suffisante sans que cette dernière puisse parvenir jusqu'à l'autre électrode.

COMBUSTIBLES

622.354. — Les sources d'énergie inexploitées : les schistes; P. GUIEU. *La Houille blanche*, juillet-août 1918,

Digitized by Google

Digitized by Google

17e année, p. 265-268, 000 mots, 1 fig. — La fabrication des huiles de schiste n'a cessé de décroître en France depuis 1902, année pendant laquelle il fut extrait 212955 t de schistes et produit 141821 t d'huile; en 1904, les quantités respectives n'étaient plus que de 184030 et 139826 t, et en 1909, dernière année envisagée par l'auteur, l'extraction de schiste était tombée à 124000 t. Pendant cette même période, la fabrication des huiles de schiste prenait en Ecosse une extension considérable. La raison de cette différence ne peut être cherchée dans les frais d'extraction car le prix de revient de la tonne de schistes d'Autun n'était que de 3,50 à 4 fr alors que celui de la tonne des schistes écossais s'élevait à 6,87 fr. La richesse de nos gisements schisteux dépassant 100 millions de tonnes, il y aurait intérêt à rénover cette industrie. Après ces indications, l'auteur fait l'historique de la distillation des schistes, puis décrit le procédé moderne de la Société lyonnaise des schistes bitumineux qui exploite les gisements d'Autun; cette distillation qui s'effectue dans la cornue écossaise Young et Fife, donne 5 à 10 pour 100 de goudron, de 25 à 30 pour 100 de coke, 50 à 60 pour 100 d'eaux ammoniacales, le reste s'échappant sous forme de produits gazeux. Il passe alors à l'étude de la distillation du goudron qui donne en premier lieu, dans la proportion de 30 pour 100, une huile exempte de paraffine, puis des huiles paraffinées et enfin un résidu poisseux (2 pour 100) qui n'a pas trouvé jusqu'ici d'applications; ces huiles sont soumises à un raffinage chimique, puis sont rectifiées par de nouvelles distillations. On obtient ainsi une essence pouvant être utilisée dans les moteurs, une huile lampante également utilisable dans les moteurs et vendue sous le nom de pétrole français, du goudron de schiste très recherché pour la confection de l'asphalte, de la paraffine (1 kg par tonne de schiste distillée) et enfin du sulfate d'ammonium (10 à 12 kg par tonne); l'huile brute, de densité 0,900 environ, peut être employée directement dans les moteurs Diesel. En terminant, l'auteur donne sur le sujet les quelques indications bibliographiques suivantes : Chesneau, *Annales des Mines*, 1893; Aron, Note sur l'industrie française des schistes bitumineux, *Annales des Mines*, 1906; R. Ehrsam, Fabrication des huiles minérales et pyrogénées, ouvrage édité par la maison Ch. Béranger; enfin, L'huile de schiste, *Bul Soc. Ingénieurs civils de France*, janvier-avril 1917.

662.65 (45). — Pour intensifier la production des combustibles nationaux. *Elettricista*, 1er mai 1918, t. XXVII, p. 68-70, 2800 mots. — Reproduction d'un décret comprenant 29 articles et ayant pour but d'augmenter la production des gisements italiens de combustibles.

622.33 (44). — Les recherches de la houille en France. *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. IV, p. 26, 250 mots. — Analyse du rapport de Jules Bergeron à la section IV « Mines et Métallurgie » du Congrès du Génie civil.

662.65. — Difficultés résultant de l'emploi de mauvais charbon; G.-E. Wood. *Electric Railway Journal*, 23 mars 1918, t. LI, p. 573-574, 2000 mots.

662.65 + 338.983. — Réduction de la consommation du charbon à Manila par le système des primes; B.-H. Blaisden. *Electric Railway Journal*, 16 février 1918, t. LI, p. 308-311, 3800 mots, 1 fig., 1 tab.

662.65.00.44. — Combustion spontanée du charbon *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*, (chronique), octobre-décembre 1917, 70e année, p. 949-952, 1100 mots. — Dans cette note se trouve analysée une communication faite à l'Institution of Mining Engineers, de Londres, par le Dr Haldane, directeur du Laboratoire de recherches des propriétaires de houillères de Doucaster.

662.65.00.44. — Les altérations du charbon emmagasiné. *R. G. E.*, 20 avril 1918, t. III, p. 582-585, 2300 mots, 3 fig., 2 tab. — La plupart des grandes industries sont obligées de constituer des stocks plus ou moins considérables de charbon, en prévision des arrêts ou du ralentissement que des causes diverses peuvent produire dans l'exploitation des mines ou dans les transports. Dans des cas assez fréquents, on a constaté une altération plus ou moins marquée des propriétés du charbon emmagasiné et même une inflammation spontanée. M. S.-W. Parr, professeur de chimie appliquée à l'Université de l'Illinois, s'est proposé de déterminer les causes de ces phénomènes et les moyens d'y remédier. Les recherches qu'il a entreprises dans ce but sont exposées dans un important mémoire (*University of Illinois Bulletin*, n° 97, mai 1917, 39 p., 3 fig.). L'article qui nous occupe fait connaître les principaux résultats de ces recherches.

662.65.00.44. — Le moyen d'éviter la combustion spontanée de grands approvisionnements de charbon. *Electric Railway Journal*, 6 avril 1918, t. LI, p. 662, 1200 mots.

549.883. — Zones pour l'emploi des charbons bitumineux. *Electrical World*, 18 mai 1918, t. LXXI, p. 1026-1027, 500 mots, 2 tab.

669 + 662.7. — L'utilisation des gaz et autres sous-produits dans l'industrie sidérurgique. *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. IV, p. 25-26, 1500 mots. Analyse du rapport de Alexandre Gouvy à la section IV « Mines et Métallurgie » du Congrès du Génie civil.

USINES ET ATELIERS. EXPLOITATION

331.86. — Le préapprentissage. *R. G. E.*, 20 juillet 1918, t. IV, p. 94-95, 1000 mots. Analyse d'une étude de Méré publiée dans le *Bulletin de la Chambre de Commerce d'Orléans*.

621.311.00.7 (73). — Les relations entre le personnel des stations centrales aux Etats-Unis. *Electrical World*, 8 juin 1918, t LXXI, p. 1199-1202, 3000 mots, 6 fig.

331.86. — L'éducation et l'instruction des apprentis électriciens. — H. S. Kempton. *Electrical Review*, Londres, 19 juillet 1918, t. LXXXIII, p. 51, 1450 mots. — Cette question qui préoccupe à juste titre les industriels, surtout depuis que la guerre a amené des éclaircies dans les rangs du personnel ouvrier, est l'objet en Angleterre de considérations intéressantes dont l'article en question donne un résumé.

621.311.00.3. — Calcul préliminaire des frais d'exploitation des usines électriques. B. Soschinski. *E. T. Z.*, 28 mars et 4 avril 1918, t. XXXIX, p. 125 et 135, 7 500 mots, 7 fig. — L'auteur donne une méthode de calcul des frais d'exploitation des usines à vapeur. Il examine particulièrement la question de la consommation de charbon aux différents régimes de charge, et celle du facteur d'utilisation. Il montre la relation qui lie ces deux facteurs et donne cinq exemples d'application numérique des formules proposées.

621.31 + 341.33. — Emploi des mutilés de la guerre dans les industries électriques; Research, Londres. *Electrical Review*, Londres, 7 juin 1918, t. LXXXII, 800 mots. — Cet article énumère la nature des blessures et les emplois correspondants qu'elles permettent dans l'industrie électrique.

621.31 + 331.4. — L'emploi des dames dans les industries électriques aux Etats-Unis. *Electrical World*, 8 juin 1918, t. LXXI, p. 1196-1199, 2400 mots, 12 fig. — La main-d'œuvre féminine joue dès maintenant un grand rôle dans la production de l'appareillage électrique aux Etats-Unis. L'article en question montre les résultats obtenus, il indique en outre les progrès de l'emploi de cette main-d'œuvre dans les stations centrales.

331.62. — La main-d'œuvre étrangère en France. *R. G. E.* 29 juin 1918, t. III, p. 952, 450 mots. Analyse du rapport de

Digitized by Google

Digitized by Google

B. Nogaro à la section IV « Mines et métallurgie » du Congrès du Génie civil.

331.62 (64). — La main-d'œuvre indigène au Maroc. *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 11 B, 150 mots.

621.312.17. — Gabarit universel pour enroulements de bobines; Frank Huskinson. *Electrical World*, 27 juillet 1918, t. LXXII, p. 162, 100 mots: 4 fig. — Il s'agit d'un cadre en fer, de construction facile, pouvant recevoir à l'extrémité de ses bras un certain nombre de disques amovibles, et permettant l'enroulement de bobines de formes variées.
P. V.

621.7:621.3. — Les usines de la Compagnie Fuller. *Electrician*, 12 juillet 1918, t. LXXXI, p. 224-226, 1700 mots, 7 fig. — Description sommaire des ateliers Fuller avec indication des produits que l'on y fabrique (accumulateurs, câbles, électrodes en charbon, etc.)

MATIÈRES PREMIÈRES

669.24. — Le nickel. *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. IV, p. 26-27, 500 mots. Analyse du rapport de Ballande à la section IV « Mines et Métallurgie » du Congrès du Génie civil.

669.3. — L'état actuel de la métallurgie et de l'industrie du cuivre et de ses alliages. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. IV, p. 53, 2500 mots, 25 tab. Analyse du rapport de Sommaire et Mensier à la section IV « Mines et Métallurgie » du Congrès du Génie civil.

669.32.(52). — La production du cuivre au Japon. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. IV, p. 7 B, 40 mots.

669.71(494). L'aluminium en Suisse. *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. IV, p. 29-32, 1700 mots, 2 tab. — Analyse d'un article de Gaston Valran, publié dans le *Bulletin mensuel de la Chambre de Commerce française de Genève*, 20 avril 1918, p. 160-166.

669.43. — L'industrie du plomb. *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. IV, p. 29, 500 mots. Analyse d'un rapport de Paraf à la section IV, « Mines et Métallurgie » du Congrès du Génie civil.

669.5. Le zinc. *R. G. E.*, 3 août 1918, t. IV, p. 157-161, 3500 mots, 3 tab. Analyse du rapport de Demenge et Maneuvrier à la section IV « Mines et Métallurgie » du Congrès du Génie civil.

669.27. — Traitement de filaments de tungstène; Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. *Brevet français n° 480963*, demandé le 6 avril 1915, délivré le 25 juillet 1915, publié le 19 octobre 1916. — Procédé consistant à chauffer dans de certaines conditions les fils de tungstène en présence d'un oxydant pour les rendre plus flexibles.

669.27. — De quelques matières premières nécessaires à l'industrie électrique; le tungstène; Désiré Pector. *R. G. E.*, 20 et 27 juillet 1918, t. IV, p. 87 et 121, 7000 et 4800 mots. — L'auteur commence par le tungstène la monographie de diverses matières employées en électricité. Il passe en revue les diverses dénominations du métal et de ses minerais. Il signale les divers gisements de ceux-ci, les procédés d'extraction sur place et de traitement métallurgique à l'usine. Il indique les divers emplois du tungstène dans l'industrie, les principaux marchés et cours, l'avenir du minerai pour l'après-guerre, et un aperçu bibliographique.

669.14.02. — La macrostructure de l'acier examinée au moyen du réactif cuivrique « Stead Le Chatelier »; Portevin et Bernard. *Revue de Métallurgie*, mai-juin 1918, n° 3, p. 275-280, 4 400 mots, 14 planches, 44 fig.

669.14.02. — Sur l'hétérogénéité des aciers; Le Chatelier H. et L. Dupuy. *Revue de Métallurgie*, mars-avril 1918, n° 2, p. 127-131, 2000 mots, 5 fig.

669.14.02. — Sur l'hétérogénéité des aciers; G. Charpy et S. Bonnerot. *Revue de Métallurgie*, mars-avril 1918, n° 2, p. 132-136, 1 400 mots, 4 fig.

669.14.02. — Le grossissement du grain de l'acier; Henry M. Howe. *Revue de Métallurgie*, mars-avril 1918, n° 2, p. 137-172, 7 fig.

669.185.1. — Traitement thermique des aciers de construction; E. Petit. *Produire*, 25 avril 1918, t. I, p. 28-30, 3500 mots, 2 fig. — Dans cet article l'auteur donne quelques renseignements pratiques sur la cémentation.

669.14.025 + 621.365. — Les tournures d'acier et le four électrique. *Journal du Four électrique et de l'Electrolyse*, mars 1918, p. 57, 625 mots. Analyse d'un article de John A. Holden paru dans *Iron and Coal Trades*. — En raison de leur utilisation dans le four électrique les tournures d'acier, qu'on pouvait autrefois se procurer à 37,5 fr la tonne, coûtent aujourd'hui 100 fr la tonne. L'auteur fait observer que les usines qui les produisent devraient séparer avec soin les diverses sortes de tournures; souvent, en effet, on se sert de tournures d'acier à 3 pour 100 de nickel pour l'obtention d'objets où le nickel n'est nullement nécessaire; or 50 t de ces tournures renferment pour 7 500 fr de nickel, de sorte qu'une fonderie électrique utilisant 50 t de tournures par semaine perd annuellement pour 375 000 fr de nickel.

665.4:621.311.74 + 621.314. — Essais des huiles d'interrupteurs et de transformateurs; G. Schendell. *E. T. Z.*, t. XXXIX, 20 juin 1918, p. 242-245, 4 950 mots. — L'auteur fait ressortir la nécessité d'un contrôle permanent des huiles employées en électrotechnique. Il montre que des essais physicochimiques simples suffisent à se faire une opinion motivée sur leurs qualités et leurs conditions d'emploi. Il passe successivement en revue les différents points à examiner suivants, en donnant pour chacun d'eux la marche à suivre : nature de l'huile, couleur, consistance, impuretés, poids spécifique, degré de fluidité, point d'inflammation, point d'incandescence, point de congélation, essai de formation de dépôts résineux, teneur en goudron, essai de vaporisation, teneur en eau, en acide, en ammoniac, en soufre, en résine, en asphalte et en huiles étrangères. Il donne en outre quelques références et renseignements d'ordre pratique sur cette question. — J. C.

APPLICATIONS DIVERSES

681.118.7. — Appareil électrique de contrôle de rondes; René Spira. *Brevet français n° 486138*, demandé le 13 juillet 1917, délivré le 18 décembre 1917, publié le 12 mars 1918, 250 mots, 2 fig. — Cet appareil de contrôle de rondes pour maisons privées, fabriques, etc., comprend un mouvement d'horlogerie entraînant un cylindre, autour duquel est fixée une feuille de papier munie de divisions horaires qu'un index peut marquer; ledit index étant solidaire de l'armature mobile d'un électro-aimant actionné par la fermeture d'un circuit électrique.

621.316 + 341.3 (43). — Emploi du courant électrique sur le front allemand. Karl Raasch. *E. T. Z.*, 27 décembre 1917, t. XXXVIII, p. 606-607, 800 mots, 5 fig. — Description de l'installation électrique d'un parc d'armée, avec ses diverses applications. — J. C.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. Le Gérant : J.-B. Nouet.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.511 + 537.24. — Sur les conditions d'équilibre du branchement en série d'une bobine d'induction et d'un condensateur. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p 222, 200 mots, 1 fig. Analyse d'un article de GORGES, paru dans l'*E. T. Z.*, 14 mars 1918, t. XXXIX, p. 101-105, 4500 mots, 9 fig.

537.31 : 677.54. — Propriétés électriques de la fibre vulcanisée; William EVES. *Electrician*, 26 juillet 1918, t. LXXXI, p. 266-267, 1500 mots, 2 fig. — La fibre vulcanisée, très employée dans l'industrie électrique, jouit de propriétés qu'il est utile de connaître. C'est ce qu'examine l'auteur dans l'article en question : tension de rupture en fonction de la température, de l'épaisseur, etc. Il termine en indiquant quelles sont ses plus fréquentes applications.

537.311 : 669.3. — Résistance étalon et coefficient de température du cuivre pur; H. SAVAGE. *Electrical Review*, Londres, 24 mai 1918, t. LXXXII, p. 486-487, 1800 mots, 2 tab. — Résultats d'essais récents faits sur du cuivre pur pour des températures comprises entre 32° Fahrenheit (0° C) et 212° (100° C).

537.52. — Figures de la décharge électrique sur plaques photographiques. *R. G. E.*, 24 août 1918, t. IV, p. 253-256, 1500 mots, 10 fig. Analyse d'un article de USABORO YOSHIDA, publié dans *Memoirs of the College of Sciences Kyoto Imperial University*, mars 1917, n° 2, t. II, p. 105-116, 5 fig.

538. — Deux remarques sur l'application au magnétisme de l'équation de Van der Waal sur les états correspondants; Eva BRUINS et J.-R. ASHWORTH. *Phil. Magazine*, octobre 1917, t. XXXIV, 6e série, p. 380-382, 800 mots.

538.221. — Sur une propriété du ferro-magnétisme. *R. G. E.*, 24 août 1918, t. IV, p. 257-258, 500 mots. Analyse d'un article de P. WEISS, publié dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 8 juillet 1918, t. CLXVII, p. 74, 2 fig.

538.23. — Aimantation du fer en l'absence d'hystérésis. *R. G. E.*, 24 août 1918, t. IV, p. 257-257, 700 mots, 2 fig. Analyse d'un article de WINTHROP R. WRIGHT, publié dans *Physical Review*, mars 1918, t. XI, p. 161-169, 3200 mots, 3 fig., 1 tab.

538.1. — Instabilité moléculaire par la magnétostriction; D. HURMUZESCU. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 211-214, 2600 mots, 1 fig., 1 tab. — Des expériences déjà anciennes faites en vue de rechercher l'influence du champ magnétique sur la force électromotrice des piles amenèrent l'auteur à étudier les phénomènes de la magnétostriction sur des ovoïdes de fer, d'acier, etc. Ce sont les résultats de cette étude, commencée à Bucarest avant la guerre et que celle-ci a brusquement interrompue, qui sont exposés dans l'article. Ils ont montré que, sous certaines conditions, le fer présente une instabilité moléculaire que ne présente pas l'acier.

537.4 — Quelques théories sur l'électricité atmosphérique; D. PACINI. *Elettricista*, 15 juillet 1918, t. XXVII, p. 105-110, 8200 mots; 1er août 1918, t. XXVII, p. 113-118, 6800 mots; 15 août 1918, t. XXVII, p. 122-126, 6200 mots. — L'auteur divise cet article en chapitres dans lesquels il traite : la conductibilité électrique de l'air, le champ électrique terrestre, le courant électrique vertical dans l'atmosphère, la condensation de la vapeur d'eau et la charge due à la précipitation, théorie relative et genèse de la conservation des champs électriques terrestres, la cause de l'ionisation atmosphérique, l'ionisation due aux substances radioactives, la radiation pénétrante, la radiation ultra-violette du soleil, l'effet photo-électrique, les recherches de l'électricité atmosphérique et l'aéronautique.

536.532. — Les avantages des enfouissements de la soudure froide d'un couple thermo-électrique comme moyen de la maintenir à une température constante; Robert WHIPPLE. *Electrician*, 16 novembre 1917, t. LXXX, p. 228, 1100 mots.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.311 21 (494) : 31. — La production de l'énergie électrique en Suisse. *Schweizerische Bauzeitung*, 31 août 1918, t. LXXII, p. 82-83, 300 mots. — Citation des décisions du ministère des Travaux publics suisse sur cette question en date du 20 août 1918 et prescrivant : 1° l'utilisation complète et rationnelle des chutes et cours d'eau par les installations hydro-électriques existantes; 2° l'achèvement des usines hydro-électriques en construction et l'installation des entreprises concédées; 3° l'augmentation de la puissance de ces usines pendant la période des basses eaux par la création de lacs artificiels; 4° la participation des usines acheteuses d'énergie électrique aux frais de construction et d'exploitation des usines productrices; 5° la réalisation d'installations permettant aux usines de marcher en parallèle, et d'échanger leur énergie; 6° la construction de lignes de transport de force pour l'exportation de l'énergie et la fixation des conditions de l'utilisation de cette énergie par les usines étrangères. — De plus, en vue d'économiser les combustibles pour les moteurs thermiques, le département des industries de guerre est autorisé à refuser la distribution des combustibles dans tous les cas où le moteur thermique peut être remplacé d'une façon rationnelle par un moteur électrique. Il est également autorisé à déclarer travaux de guerre, les travaux d'aménagement cités plus haut, et à hâter les livraisons nécessaires au même titre que celles de l'armée. Les articles suivants ont trait aux mesures de restriction à prendre en cas de manque d'énergie, etc.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R.*, *General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E.*, *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

627.1 (73). — Utilisation plus large des chutes du Niagara. *Schweizerische Bauzeitung*, 17 août 1918, t. LXXII, p. 55, 80 mots. — Une demande de concession déposée par la General Electric Co lui permettrait de porter à 10 millions de kilowatts la puissance utilisée. Les nouvelles installations ne fonctionneraient que les jours ouvrables; le dimanche, l'eau serait renvoyée aux chutes — J. C.

621.165. — Etude théorique et expérimentale sur les aubages de turbines. *R. G. E.*, 10 août 1918, t. IV, p. 186, 500 mots. Analyse d'un article de POINCET, publié dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 17 juin 1918, t. CLXVI, p. 989.

627.1. — Modifications apportées au régime d'un cours d'eau après l'établissement d'un barrage; K. ZORAYAN. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 226-229, 1 200 mots, 5 fig. — L'auteur indique un abaque construit d'après la méthode de M. M. d'Ocagne, permettant de tracer rapidement la courbe de remous, quand on connaît la pente d'un cours d'eau et la surélévation Y du plan d'eau à l'endroit du barrage. D'une façon générale, ce même abaque, représentant la relation qui existe entre les quantités Y, I, et la surélévation V du plan d'eau, en un point quelconque en amont du barrage situé à une distance d de celui-ci, permet de calculer l'une quelconque des quatre variables : Y, y, I, d, connaissant les trois autres.

621.174. — Le contrôle de la température de la vapeur surchauffée; H. HUBBNER *Zeits. Vereines Deutsch. Ing.*, 3 et 17 novembre 1917, p. 885-888 et p. 921-924; *Sc. Abstr.*, mars 1918, p. 86-87. — L'effet de la surchauffe peut être contrôlé par des registres, par refroidissement par l'eau, ou par variation d'humidité de la vapeur saturée. Le contrôle par registres est employé le plus fréquemment, mais ce n'est pas le meilleur. Il est certain qu'il attaque le problème de la façon la plus radicale en coupant les gaz plus ou moins complètement du surchauffeur, mais les vannes du registre sont lourdes à mouvoir et nécessitent des supports massifs ; de plus elles se détériorent rapidement. L'auteur traite quelques dispositifs de registres à bascule et discute leurs avantages et inconvénients. Dans un certain type, les registres ne sont pas exposés aux gaz les plus chauds Babcock et Wilcox emploient l'eau de la chaudière à refroidir la vapeur surchauffée jusqu'à la température désirée Ce système est très efficace et donne un contrôle précis dans de grandes limites sans perte de place. Une triple valve est employée pour déterminer la proportion de vapeur surchauffée qui passe à travers les tubes réfrigérants de la chaudière. La température de la vapeur dans le surchauffeur lui-même n'est pas affectée dans ce système de contrôle et ne doit pas, par conséquent, dépasser 480 à 500°. Le système nécessite des tuyauteries supplémentaires, et provoque une perte de pression. Dans le régulateur Kose toute la vapeur surchauffée passe à travers une série de tubes automatiquement submergés plus ou moins profondément dans l'eau de la chaudière, de façon à maintenir la température désirée. Dans le régulateur Wedertz, l'eau de la chaudière passe dans un tube réfrigérant monté concentriquement dans le surchauffeur; celui-ci est protégé par un tel dispositif, mais le montage des tubes réfrigérants offre des difficultés mécaniques. Le régulateur Steinmuller dérive une partie de la vapeur et l'utilise pour chasser plus ou moins d'eau dans la vapeur allant au surchauffeur. Le contrôle s'obtient entre 80 et 100°, et la température du surchauffeur n'excède pas la température de la vapeur utilisée. Afin d'empêcher la formation de dépôts dans le surchauffeur, Walther et Cie emploient pour refroidir la vapeur surchauffée exclusivement de l'eau pure de condensation obtenue en dérivant une partie de la vapeur de la chaudière sur un petit condenseur à surface traversé par l'eau d'alimentation. — P. V.

621.182.2. — Economies de charbon réalisées par la mesure des pertes de chaleur par rayonnement; Austen BOLAM. *Electrical World*, 16 mars 1918, t. LXXI, p. 554-556, 2 700 mots, 4 fig. — Les pertes de chaleur provoquées par les surfaces des appareils à vapeur non recouvertes de calorifuges méritent une grande attention. L'article en question montre comment on peut procéder pratiquement à la mesure de ces pertes à l'aide d'une espèce de calorimètre portatif et il indique les moyens d'y remédier.

621.165. — Un turbo-alternateur de 55 000 kw. *Electrician*, 2 août 1918, t. LXXXI, p. 289, 200 mots.

621.312.2 031.4. — Le couplage des alternateurs. E. STYFF. *Electrician*, 2 août, 1918, t. LXXXI, p. 290-291, 1 300 mots, 4 fig. 5 tab. — Extrait d'un article de l'*E. T. Z.* montrant mathématiquement ce qui se passe quand on réalise le couplage suivant que l'on emploie des lampes à filament de carbone ou des lampes à filament métallique pour observer la concordance des phases.

621.312.031.6. — Calcul du flux transversal dans les encoches d'induits. L. DREYFUS. *Archiv. f. Elektrot*, 6, 1917, p. 165-224; *Sc. Abstr.*, avril 1918, p. 150, 300 mots. — L'auteur expose une théorie concernant la production du flux transversal dans les encoches. Il importe de pouvoir calculer ce flux si la machine est destinée à donner la charge maximum, car la pulsation du flux transversal produit des pertes dans les conducteurs, pertes pouvant égaler ou même dépasser les pertes normales pour la résistance. Un certain nombre d'auteurs se sont occupés du caractère du flux transversal et ont publié des résultats expérimentaux, mais une théorie complète est encore à venir. On voit d'abord que la valeur du flux transversal croît de zéro sous les axes des pôles à un maximum près des cornes et décroît de nouveau jusqu'à zéro dans la ligne neutre. L'auteur en donne la distribution autour de l'armature à une profondeur donnée de l'encoche; il calcule ensuite la distribution du flux transversal le long de la profondeur de l'encoche. Les résultats de ces investigations sont traduits par des équations différentielles plutôt complexes. Elles sont appliquées à des cas numériques pour deux types d'encoches. Les calculs sont longs et quelque peu compliqués, mais l'auteur estime que les résultats atteints permettent des calculs simples et rapides dans des cas spéciaux. — P. V.

621.312.2. — Réactance et courant de court-circuit des alternateurs; R.-E DOHERTY. *Gen. El. Rev.*, août 1918, t. XXI, p. 562-564, 800 mots, 7 fig. — L'exposé des effets quantitatifs d'une réactance sur le courant de court-circuit d'un alternateur est un problème de haute technicité et nécessite l'emploi des mathématiques supérieures. L'auteur a voulu dans cet article expliquer la relation existant entre la réactance et le courant de court-circuit d'une manière facile à comprendre. — Il déclare pour commencer que, quel que soit l'instant de la période où le court-circuit se déclanche, la réactance de self-induction de l'alternateur est pratiquement la même; le courant de court-circuit initial est $I_0 = \frac{E}{X_0}$. X_0, étant la réactance de la self induction totale par phase, comprenant celle de l'excitation et celle de l'armature. Si le circuit comporte une réactance extérieure à l'alternateur X_{ex} le courant initial de court-circuit sera $I_0 = \frac{E}{X_0 + X_{ex}}$. Si la courbe du courant de court-circuit est sinusoïdale, la valeur maximum sera $I_0 \sqrt{2}$ ampères, si la courbe est entièrement déplacée soit au-dessus soit au-dessous de l'axe, le premier maximum aura pour valeur approximative $2 \times \sqrt{2}\, I_0$. Dans l'un comme dans l'autre cas, il y a une onde alternative de même amplitude, c'est la valeur efficace de cette onde alternative qui est toujours associée à la réactance X_0. Quand la courbe est déplacée, cela signifie qu'en plus de l'onde alternative il existe un courant continu i_c ; ce courant qui peut avoir une valeur initiale comprise entre o et $I_0 \sqrt{2}$ correspond évidemment au déplacement de la courbe. L'onde alternative a été appelée la *composante alternative* du courant de court-circuit; le courant continu, la *composante continue* ; la somme des deux donne la

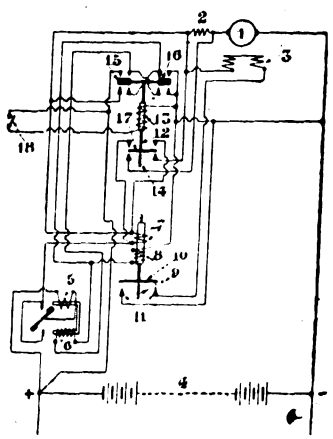
Digitized by Google

Digitized by Google

courbe du courant total (Voir Hewlett, Mahovey et Burnham, *Proc. of the Inst of. Electr. Eng.*, février 1918, p. 46). Les deux composantes décroissent ainsi que le montrent les oscillogrammes reproduits dans le texte. La composante continue disparaît entièrement en environ 1/2 seconde ; la composante alternative décroît jusqu'à une valeur qu'elle conserve environ 2 secondes. La valeur initiale de la composante alternative est $I_0 = \frac{E}{X_0}$ ou, dans le cas d'une réactance externe $\frac{E}{X_0 + X_{ex}}$. Si on connaît la tension E et les réactances, on pourra obtenir toute valeur particulière du courant que l'on veut. L'article se termine par un exemple d'application au cas d'un alternateur en étoile de 1 000 kv-a, 2 300 v. Des courbes et des oscillogrammes illustrent l'article. — P. V.

621.312.27. — Barres câblées et barres subdivisées dans les machines à courants alternatifs ; Edouard Roth. *R. G. E.* 10 août 1918, t. IV, p. 192-198, 5 000 mots, 4 fig. — Dans une première étude (*R. G. E.* 1er septembre 1917, t. II, p. 323), l'auteur a donné des formules pour le calcul des pertes supplémentairss dans les barres câblées logées dans les entailles des machines à courants alternatifs. Ces pertes ont été comparées à celles dans les barres massives. Dans la présente note, cette comparaison est étendue aux barres subdivisées, employées plus couramment que les barres massives. L'auteur démontre que, quelle que soit la disposition adoptée, les pertes supplémentaires sont encore de beaucoup plus élevées dans les barres subdivisées que dans les barres câblées. D'autres raisons militent encore en faveur de l'emploi de ce genre de barres, de préférence à tout autre.

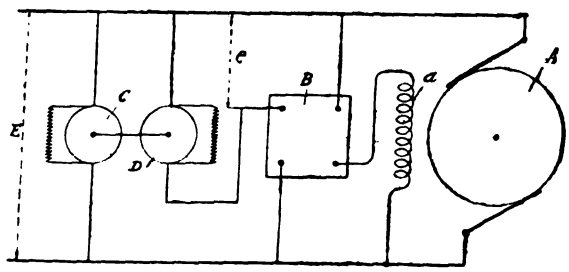
621.311.77. — Perfectionnements dans le montage des machines électriques fonctionnant soit comme moteurs soit comme génératrices ; C.-H. van den Bulke (France). *Brevet français, n° 484 869*, demandé le 10 février 1917, délivré le 25 août 1917, publié le 20 novembre 1917, 1 600 mots, 1 fig. — Relais permettant d'établir automatiquement les connexions nécessaires pour faire fonctionner une même machine soit en moteur compound à flux additif quand elle est alimentée par une batterie d'accumulateurs, soit en génératrice shunt quand elle doit débiter sur un réseau d'éclairage ou assurer la charge d'une batterie, ceci afin d'assurer le meilleur rendement correspondant au genre de marche. Un relais à noyau 12 est soumis à l'action d'une bobine 13 et d'un ressort antagoniste 14. Ce relais comporte trois couteaux 15, 16, 17, isolés les uns des autres. La bobine 13 est alimentée en permanence par la batterie quand on ferme l'interrupteur 18. Les contacts 15 et 16 se ferment



621.311.77. — Schéma d'un nouveau mode de montage pour machines électriques devant fonctionner en moteurs ou en génératrices.

La bobine série 7 du régulateur est en court-circuit, le disjoncteur ferme le circuit de la batterie sur la machine 1, dont l'enroulement dérivé est en même temps excité par l'action du régulateur dont le ressort 9 a attiré le couteau sur ses contacts. Si alors on ouvre l'interrupteur 18, le relais, sous l'action de son ressort 14, viendra fermer les contacts inférieurs ; les couteaux 15 et 16 inversent le sens du courant dans la bobine dérivation 6 du conjoncteur disjoncteur. Cette inversion a pour effet de brancher l'enroulement série 7 du régulateur ; cet enroulement est en même temps décourcircuité puisque le couteau 17 s'est abaissé et a en même temps court-circuité l'excitation série de la machine. Celle-ci fonctionne donc en génératrice shunt à potentiel constant, car les variations de charge et de vitesse seront compensées par le fonctionnement du régulateur, dont le noyau attiré par les bobines 7 et 8, coupera l'excitation quand la tension ou le courant tendront à augmenter. — A. P.

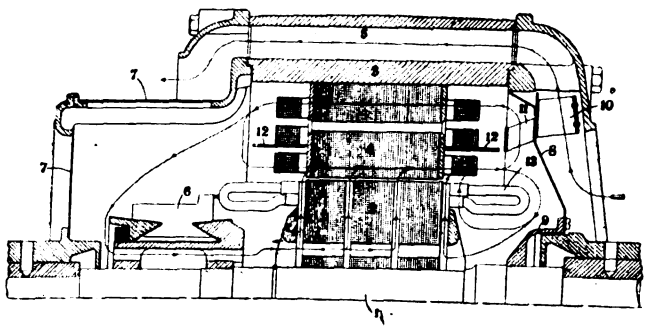
621.311.9. — Dispositif pour régler la tension d'une génératrice de courant continu ; Société Schneider (France). *Brevet français n° 483 762*, déposé le 12 février 1916, délivré le 15 mai 1917, publié le 8 août 1917, 400 mots, 1 fig. Réglage influencé par une tension qui est fonction à la fois de la tension à régler et d'une tension auxiliaire constante. Ce résultat est atteint en soumettant le régulateur de champ de la génératrice à l'action d'une tension qui est la différence de la tension à régler et de la tension produite



621.311.9. — Dispositif de réglage de la tension d'une génératrice à courant continu.

par un groupe générateur-moteur dont le moteur emprunte son courant aux bornes de la génératrice à régler. Le régulateur B qui agit sur l'inducteur a est influencé par la tension différentielle $E - e$, E étant la tension à régler et e une tension constante produite par le groupe moteur-générateur C — D dont le moteur C emprunte son courant aux bornes de la génératrice A. Le moteur C, peu saturé tourne à vitesse constante, la génératrice D très saturée produit une tension constante. — A. P.

621.311.9. — Perfectionnements dans le refroidissement des machines rotatives fermées ; Société anonyme Westing-



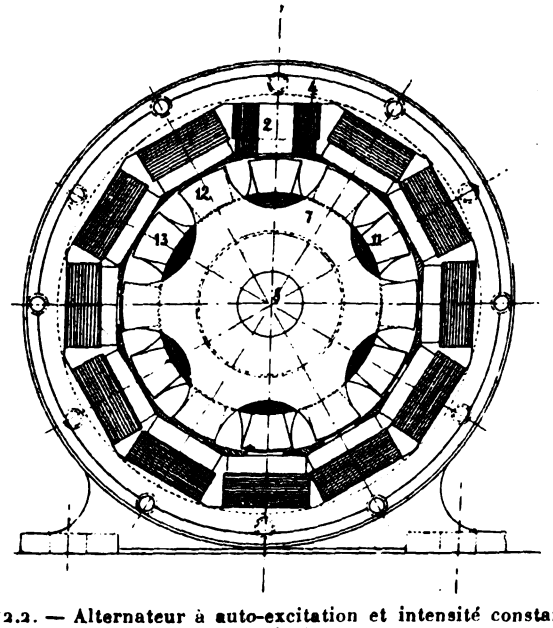
621.311.9. — Nouveau perfectionnement dans le refroidissement des machines électriques fermées. (Coupe d'un moteur cuirassé à ventilation intérieure forcée.)

Digitized by Google

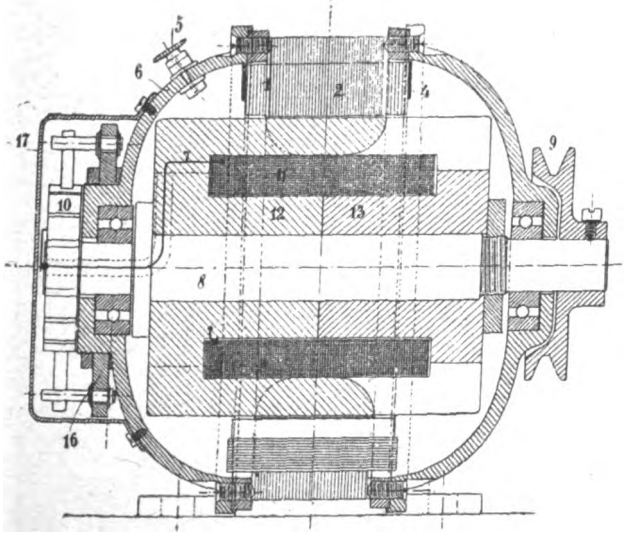
Digitized by Google

HOUSE (Seine). *Brevet français n° 483 733*, déposé le 7 décembre 1916, délivré le 13 mai 1917, publié le 2 août 1917, 1 000 mots, 1 fig. — Moteur électrique cuirassé comportant des conduits de ventilation longitudinaux dans la cuirasse enveloppante, caractérisé par des aubes de ventilateur (10) fixées à l'extérieur d'une partie tournante (8) de la cuirasse enveloppante, produisant un courant d'air dans les conduits de ventilation longitudinaux (5) et par des aubes de ventilateur (11) fixées à l'intérieur de cette partie tournante, pour créer une circulation d'air dans le moteur. Une tôle intérieure cylindrique 12, concentrique à l'armature et fixée aux pièces polaires sert à diriger le courant d'air dans le moteur. — A. P.

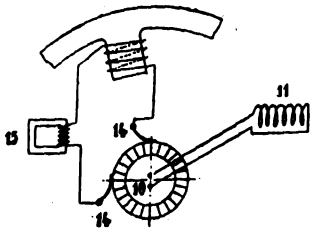
621.312.2. — Dispositif pour l'obtention, à l'aide de moteurs à vitesse variable, d'énergie électrique à intensité constante ; Ernest Chrétien DIEM (France). Certificat d'addition n° 20 257 au *Brevet français n° 477 081*, du 23 mai 1914, demandé le 22 novembre 1915, délivré le 6 février 1917, publié le 1er juin 1917, 1 750 mots, 10 fig. — Dans un alternateur à auto-excitation, avec redresseur, on obtient un courant d'excitation constant, quelle que soit la vitesse de la génératrice, afin d'avoir un flux constant, en donnant à la bobine d'excitation unique une faible résistance ohmique par rapport à une grande réactance, augmentée au besoin par une bobine de self supplémentaire. — A. P.



621.312.2. — Alternateur à auto-excitation et intensité constante (élévation).

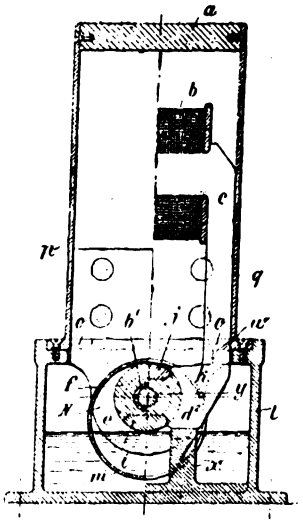


621.312.2. — Alternateur à auto-excitation et intensité constante (coupe longitudinale).



621.312.2. — Alternateur, etc. Schéma du montage.

538.811. — Machine magnéto ou dynamo-électrique perfectionnée. SOCIÉTÉ ANONYME DES MAGNÉTOS ET APPAREILS ÉLECTRIQUES SANIA. *Brevet français n° 485 069*, demandé le 17 mai 1916, délivré le 4 septembre 1917, publié le 11 décembre 1917, 1 400 mots, 6 fig. — Magnéto à aimants mobiles et à induit fixe. L'arbre constituant l'inducteur est constitué par deux pièces d'acier de forme spéciale séparées par une pièce en bronze. Cet arbre tourne dans des paliers constitués par les épanouissements polaires d'un aimant permanent *a*. Le noyau d'induit *c*, feuilleté, qui porte la bobine induite *b* comporte également des épanouissements polaires d_1 et d_2 ; l'entrefer est ainsi réduit au minimum. — A. P.



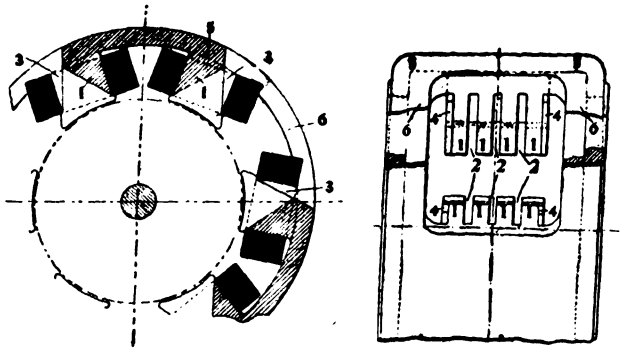
538.811. — Magnéto à pôles mobiles et à induit fixe : n et s épanouissements polaires ; c induit feuilleté : i et j, pièces polaires constituant l'arbre et séparées par une pièce de bronze c.

621.312.031.1. — Perfectionnement aux machines dynamos-électriques : Henry CHITTIS (Angleterre). *Brevet français n° 484 884*, déposé le 22 mars 1917, délivré le 25 août 1917, publié le 20 novembre 1917, 700 mots, 2 fig. — Pour réduire la réactance du circuit inducteur l'inventeur réunit les pôles d'une machine en paires reliées par des culasses de faible longueur, la partie de culasse comprise entre deux paires successives ne servant que de liaison

Digitized by Google

Digitized by Google

mécanique. En outre, les pôles sont feuilletés dans le sens perpendiculaire à la machine et présentent des fentes



621.312.031.1. — Fig. 1 et 2. Nouveau dispositif constructif des systèmes inducteurs.

obliques par où s'échappe vers l'extérieur l'air remué par l'induit. — A. P.

621.312.031.1. — Perfectionnements apportés aux machines dynamos-électriques; Société Anonyme Westinghouse, (France). *Brevet français* n° *485.763*, demandé le 9 juin 1917, délivré le 12 novembre 1917, publié le 6 février 1918, 1 500 mots, 9 fig. — Perfectionnement au montage, sur la carcasse, des segments de tôle constituant les noyaux magnétiques et spécialement les noyaux du stator. Au lieu d'être montés par un ajustage en queue d'aronde, les noyaux magnétiques feuilletés sont fixés sur la carcasse à l'aide de saillies découpées dans les tôles ou constituées par des clavettes montées dans des rainures des tôles; les caractéristiques de ce mode de montage étant que ces saillies ou parties saillantes des clavettes sont fixées dans des rainures relativement grandes de la carcasse à l'aide de métal à bas point de fusion, de ciment, de béton, etc., ou bien les rainures en queue d'aronde de la carcasse qui servent de logement aux saillies des tôles ou des clavettes sont doublées d'une feuille de métal pliée ou estampée à la forme voulue, cette feuille de métal étant fixée dans la carcasse à l'aide d'un métal fusible, de ciment ou de matière analogue. Ceci afin de n'avoir pas à usiner et à ajuster les rainures de la carcasse. — A. P.

Fig. 2.

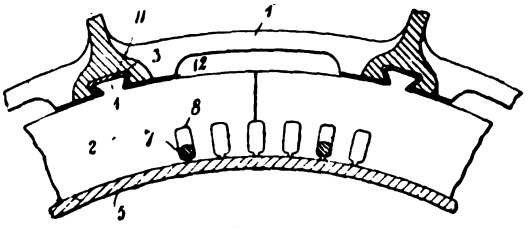


Fig. 4.

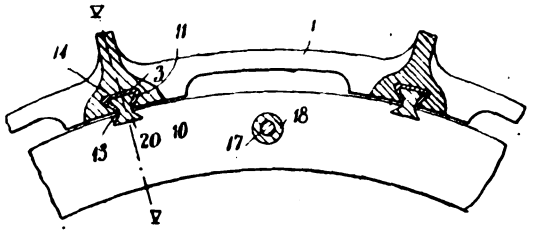


Fig. 7.

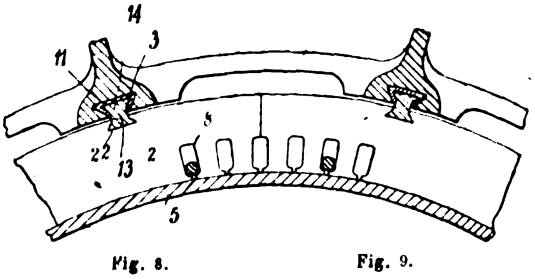


Fig. 8.

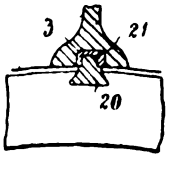
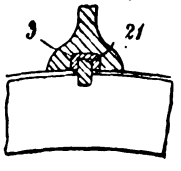


Fig. 9.



621.312.031.1. — Nouveau mode d'assemblage des tôles constituant les carcasses magnétiques des machines électriques; figure 2 par saillies en queue d'aronde; figures 4, 7, 8, 9 par clavettes.

621.312 + 629.113. — Mode de montage des machines électriques destinées à être accouplées avec un moteur d'automobile; J. Bethenod. *Brevet français* n° *486.126*, demandé le 18 août 1916, délivré le 18 décembre 1917, publié le 12 mars 1918, 400 mots. — Ce mode de montage consiste à utiliser l'arbre reliant l'embrayage à la boîte de vitesse pour assurer l'entraînement de la machine électrique. Un système auxiliaire de débrayage est conjugué mécaniquement ou électriquement avec celui de l'automobile elle-même de telle sorte que les deux débrayages fonctionnent simultanément; ce système est placé sur le dispositif d'entraînement de la machine électrique.

621.312.1.031.1. — Calcul des pôles de commutation; K.-H. Schubbe. *Elektrot. u. Maschinenbau*, 23 sept. 1917, p. 453-457; *Sc Abstr.*, mars 1918, p. 106-107. — Les pôles de commutation sont généralement établis par une grossière estimation et on laisse le soin à la plate-forme d'essais d'en faire le réglage en vue d'obtenir une bonne commutation. L'article donne des méthodes de calcul plus exactes basées sur les résultats d'expériences faites sur un grand nombre de machines. Le rôle des pôles de commutation est la compensation de la tension de réactance engendrée dans les bobines en court-circuit. Si les noyaux sont trop saturés, la compensation ne restera pas correcte aux surcharges, car le champ n'augmente plus alors proportionnellement au courant. Un autre rôle des pôles de commutation est de tendre à maintenir le flux résultant dans l'axe neutre géométrique et de rendre ainsi inutile le décalage des balais avec la charge. Si la nature de la machine est telle que le champ résultant se déplace d'une façon appréciable avec la charge, on peut employer, en plus des pôles de commutation, des enroulements compensateurs. — Le champ de commutation nécessaire doit être produit par un nombre total d'ampères-tours AT_t, composé d'un nombre AT_a égal aux ampères-tours d'armature, et d'un surplus AT_i nécessaire à la production du champ de commutation, la valeur de AT_i étant approximativement les 20 pour 100 de AT_a. Comme AT_a est donné par le calcul de l'induit, il suffit de choisir convenablement AT_i. Avec des pôles en fer de forge, l'intensité du champ de commutation se tient entre 1 500 et 2 000 C. G. S. à pleine charge. Ce champ est donné par $B = AT_i/0{,}8\,\delta$, où δ est la longueur de l'entrefer, et si Q est le nombre d'ampères-conducteurs par centimètre de circonférence de l'armature, nous pouvons écrire $B = FQ$, où F est un facteur de commutation. Ces relations permettent de choisir convenablement la longueur de l'entrefer et les dimensions des pôles de commutation afin d'obtenir une relation entre les sections des épanouissements et des noyaux telle que le flux dans les noyaux ne soit pas excessif à pleine charge. L'auteur a calculé le facteur F pour un grand nombre de machines de différents types et les valeurs sont inscrites en fonction de B pour des pôles de commutation en fer de forge. Pour $B = 1\,000$,

Digitized by Google

Digitized by Google

1 500, 2 000, 2 500, 3 000, 3 500 C. G. S., les valeurs moyennes correspondantes de F sont 3,3, 5, 6,5, 7,7, 8,6, 9,3. Pour les machines en question l'efficacité des pôles de commutation fut réglée expérimentalement en mesurant la tension entre la lame située sous le bord avant du balai et celle située sous le bord arrière. Cette tension devrait être presque nulle pour la meilleure commutation. Les variations de F sont plus grandes pour les valeurs élevées de B. L'auteur conclut que si les noyaux et les épanouissements ont la même largeur tangentielle, le champ normal dans le noyau doit être environ 1 800 avec $F = 6$. Les épanouissements doivent être assez larges pour recouvrir les lames court-circuitées et l'entrefer sous les pôles de commutation doit être 25 à 50 pour 100 plus grand que l'entrefer sous les pôles principaux afin de prévenir les fortes variations de flux causées par les dents. Avec les machines compensées, les ampères-tours totaux AT_t doivent être divisés de façon que les deux tiers soient situés dans l'enroulement compensateur et un tiers dans l'enroulement du pôle de commutation. L'expérience montre qu'on obtient une bonne commutation avec des balais plus doux que ceux ordinairement employés, ce qui a, d'autre part l'avantage de réduire les pertes par frottements et la résistance de contact. Les résultats obtenus sont applicables aux machines ayant un collecteur en fer. — P. V.

621.314.3.031.4. — La marche en parallèle des transformateurs; R. Hiecke. *Elektrot. u. Maschinenbau*, 16 et 23 déc. 1917, p. 597-602 et p. 615 617; *Sc. abstr.*, mars 1918, p. 111. — Quand des transformateurs sont connectés en parallèle des côtés primaire et secondaire, il se produit presque toujours un partage inégal des charges. Ceci provient de différences dans les résistances des conducteurs entre les transformateurs et les barres omnibus, de différences dans les rapports de transformation ou dans les tensions de court-circuit. Les différences dans les rapports de transformation causent des courants de circulation à peu près indépendants de la charge tandis que des différences dans les tensions de court-circuit donnent naissance à des courants de circulation augmentant avec la charge et s'annulant à vide. Le meilleur remède consiste à connecter des bobines de choc et des résistances en circuit avec les transformateurs individuels. L'article contient une série de calculs desquels on déduit les courants traversant les différentes unités d'un banc de transformateurs dont on connaît les caractéristiques. Ces calculs sont trop longs pour pouvoir être reproduits ici. — P. V.

621.315.6. — Les condensateurs; W.-B. Taylor. *Gen. El. Rev.*, août 1918, t. XXI, p. 565-569, 2 000 mots, 8 fig. — La méthode généralement adoptée pour améliorer le facteur de puissance consiste dans l'emploi de machines synchrones; celles-ci sont relativement coûteuses et nécessitent la présence d'un électricien et, dans quelques cas, les dépenses occasionnées ne sont pas justifiées. Le condensateur statique offre une solution du problème dans la plupart de ces cas. L'article montre quelle amélioration il peut apporter et la compare avec celle obtenue par l'emploi de cuivre supplémentaire dans les feeders. Il commence par la production d'un abaque permettant de trouver quelle devra être la puissance du condensateur capable de porter le facteur de puissance à une valeur donnée. L'abaque montre que, commercialement, il n'est pas désirable d'essayer de dépasser une valeur de 0,90. On obtient les meilleurs résultats en connectant le condenseur vers le milieu du réseau et non près des alternateurs; l'article donne des schémas de montage correspondant à des cas typiques numériques. Les condensateurs n'ont aucune pièce tournante et ne nécessitent pratiquement aucun soin. Les matières actives des sections sont fixées dans des boîtes en étain solides; des fusibles enfermés protègent les sections individuelles et sont placés entre les sections et leurs barres respectives. Des bobines de réactance jouent le rôle d'écran contre les harmoniques élevés qui peuvent exister dans la courbe de la tension ou qui peuvent être provoqués par des perturbations en ligne. Des tiges de décharge sont situées entre les barres, de sorte que, lorsque l'interrupteur à huile est ouvert, les condensateurs peuvent se décharger dans ces résistances et revenir ainsi à un état neutre. Bien que les condensateurs dont parle l'auteur soient calculés pour fonctionner vingt heures par jour, il est avantageux de déconnecter les unités la nuit pour les reconnecter le matin. Les lignes ne sont alors pas inutilement chargées de courants de capacité élevés qui entraînent nécessairement des pertes par C^2R, aussi fâcheuses la nuit que les grands déphasages pendant la journée. La construction des sections rend possible la connexion rapide des condensateurs en monophasé et permet la disposition en groupes pour les lignes polyphasées; on sait que le courant dans un condensateur, sous tension donnée, dépend de la fréquence; par conséquent, les condensateurs statiques deviennent relativement coûteux par kilovolt-ampère aux fréquences inférieurs à 40 p:sec. Ils peuvent être construits pour toutes tensions commerciales, mais on a trouvé préférable d'employer des transformateurs ou des auto-transformateurs pour les tensions inférieures à 100 v. Bien qu'il n'y ait pas de limite dans les dimensions d'un groupe de condensateurs car il suffit simplement d'ajouter des sections jusqu'à obtention du nombre de kilovolts-ampères désiré, on a trouvé que les meilleures conditions sont atteintes par l'emploi de deux ou plusieurs unités de capacités suivantes, considérées comme des grandeurs étalons : 250, 200, 150, 100, 50, 25 kv-a. — P. V.

621.352. — Défauts du zinc pour pile électrique; Robert Job et F. White. Extrait de *Amer. Soc. for. test. Mater*, juin 1915; *Revue de Métallurgie*, mars-avril 1918, n° 2, p. 125, 250 mots. — Les barreaux de zinc pour piles électriques ne doivent pas être coulés à une température trop élevée, le mercure de l'alliage se volatilisant trop facilement dans ce cas; il est même prudent après l'addition du mercure de maintenir la masse fondue en agitation jusqu'au moment de la solidification afin d'éviter la ségrégation du mercure.

621.315.14. — Nouveaux pylônes en béton armé; L. Perrin. *Schweizerische Bauzeitung*, 24 août 1918, t. LXXII, p. 73, 1 200 mots, 2 fig. — Un nouveau type de pylônes pour lignes télégraphiques et de transport de force a été développé récemment par la Société Mixedstone à Genève suivant ses procédés appliqués déjà dans la construction des bâtiments. Ces pylônes sont constitués par des éléments faits d'avance de 20 à 30 cm de hauteur environ, formant coffrage. Les éléments peuvent être fabriqués dans un chantier et amenés facilement à pied d'œuvre. Ils sont ensuite placés les uns sur les autres, puis, à leur intérieur, on place les armatures; le tout forme un bloc monolithe par le coulage d'un ciment riche enrobant les armatures. Le montage des pylônes s'effectue ainsi sans coffrage avec un échafaudage volant. Des pylônes construits d'après ce système ont été essayés en mai 1918; le programme d'essai comportait l'épreuve de deux types de pylônes, représentés sur les figures du texte original : un poteau A pour ligne télégraphique à faible charge, de 6 m de hauteur et 1,50 m en terre, en éléments évidés et superposés, et une paire de pylônes B pour ligne à haute tension, formés de quatre colonnes de 8,95 m de hauteur reliées par des ceintures armées. Le poteau A présente les caractéristiques suivantes : 25 × 25 cm à sa base, 20 × 20 cm dès la demi-hauteur jusqu'au sommet. Les éléments de 25 cm de hauteur sont creux, jointoyés au ciment et armés de 4 barres de 12 mm placées près des arêtes à 4,5 cm des faces; les barres rondes de 12 mm ne sont pas munies d'étriers. Le chargement s'est fait par l'intermédiaire d'une poulie fixée à l'un des gros pylônes. Un tableau donne les lectures des fleximètres en millimètres. La charge de rupture a atteint les 299 pour 100 de la charge normale; l'allure générale des courbes est normale et

Digitized by Google

Digitized by Google

dénote un bon fonctionnement du système aux efforts principaux. — Les pylônes B pour ligne à haute tension présentaient les caractéristiques suivantes : secteur inférieur 70 × 80 composés de 4 fûts de 28 × 30 cm ; secteur supérieur à 4,70 m du sol, 56 × 68 cm, composé de 4 fûts de 24 × 24 cm. Charge normale au sommet : 765 kg ; les mesures ont été faites au moyen de 6 fleximètres. La rupture n'a pu avoir lieu les fondations ayant cédé lorsque la charge a atteint 200 pour 100 de la charge normale. La conclusion à tirer de ces essais est que ces pylônes se comportent absolument de la même manière que ceux coulés d'une pièce. Des fissures n'ont aucune tendance à se former aux joints des pièces, qui n'ont aucune influence sur la résistance du système. — P. V.

621.315.14. — Les progrès dans l'emploi des poteaux en ciment armé ; Charles Rufus Harte. *Electric Railway Journal*, 15 juin 1918, t. LI, p. 1 126-1129, 2 000 mots, 5 fig. — Dans cet article, l'auteur fait tout d'abord l'historique de la question, il examine ensuite les raisons qui ont souvent rendu impopulaires les poteaux en ciment armé, il montre en dernier lieu les recherches qu'il reste à faire pour en améliorer l'emploi.

621.315.14. — Griffes à arracher les poteaux ; L.-J. Poissonnier. *Brevet français n° 486804*, demandé le 16 août 1917, délivré le 16 février 1918, publié le 14 mai 1918, 100 mots, 4 fig. — Ce système de griffes pour arracher les poteaux (appuis télégraphiques, poteaux de lignes de lumière et de transport de force, pieux de clôture, etc.) se compose de deux machines en forme de carcan qui embrassent le poteau et sont maintenues entre elles par deux chaines qui, par le jeu des mailles, permettent de s'adapter à des poteaux de grosseurs différentes. A la partie inférieure de chaque mâchoire se trouve un crochet auquel est attachée une chaine de longueur suffisante pour permettre de la fixer à l'aide d'un anneau sur l'une des oreilles du cric. La partie supérieure des mâchoires est dentelée et évasée de telle façon que, lorsque le cric est mis en action, les mâchoires sont tirées par le bas et s'appliquent par leur partie supérieure sur le poteau d'autant plus fortement que la tension du cric augmente.

621.315.14. — Les longues portées facilitent les installations en pays de montagne ; N. B. Hinson. *Electrical World*, 22 juin 1918, t. LXXI, p. 1 306-1 308, 2 300 mots, 6 fig. — L'auteur montre comment on a pu employer de très grandes portées dans des installations en pays montagneux en utilisant des câbles conducteurs en acier.

621.315.52. — Caractéristiques des conducteurs en fer et en acier. Ch.-E. Oakes et P.-A.-B. Sahm. *Electrical World*, 10 août 1918, t. LXXII, p. 249-252 ; 1 300 mots, 4 tab. — Dans un précédent article il avait été traité des caractéristiques électriques de ces conducteurs ; celui-ci s'occupe de leurs caractéristiques mécaniques. Il contient quatre tables résumant de nombreux essais effectués en particulier par The American Telephone and Telegraph Co sur les modules d'élasticité de câbles toronnés à sept conducteurs et par le Bureau of Standards. Citons les titres de ces tables : table des limites et modules d'élasticité pour fils d'acier de différentes provenances et de sections diverses ; tables des charges des conducteurs, indiquant le poids unitaire et les valeurs des efforts résultants occasionnés par un vent d'une certaine vitesse et par une couche de givre de 1,25 cm, à la température de —18° ; table des flèches correspondantes à différentes portées et à différentes températures de pose ; table des tensions de pose pour différentes portées et températures (—18°, 0°, 15°, 32°, 50°). — Ces tables concernent plusieurs qualités d'acier. — L'article se termine par le mode d'emploi combiné de ces tables ; il donne également le moyen simple de trouver par une application des règles les tensions de pose dans le cas où les conditions atmosphériques et autres permettent de ne prendre qu'un faible coefficient de sécurité. — P. V.

621.315.2.00.12. — Calcul des conditions de travail des câbles à haute tension, à l'aide d'une solution réelle de l'équation d'équilibre ; W. Kummer. *E. T. Z.*, 28 février 1918, t. XXXIX, p. 84 87, 4000 mots. — L'auteur montre comment la solution réelle de l'équation d'équilibre, donnée par P.-H. Thomas, pour le calcul des câbles à haute tension, peut se développer de manière à exprimer la charge admissible en fonction des constantes à vide et en court-circuit. Le calcul est suivi d'un exemple numérique. — J. C.

621.315.52. — Résistance et réactance des lignes de transmission d'énergie en fer ; A. Press. *Electrician*, 26 juillet 1918, t. LXXXI, p. 275-277, 900 mots, 3 fig. — Maintenant que l'on a commencé à utiliser des lignes de transmission d'énergie en fer il n'est pas sans intérêt d'examiner leur fonctionnement au point de vue théorique, c'est ce qu'a cherché à faire l'auteur dans le travail en question.

621.316. — Les progrès dans la production et la transmission de l'énergie. *Electric Railway Journal*, 29 juin 1918, t. LI, p. 1 229-1 231, 2 300 mots, 2 fig. — Cet article ne constitue, à vrai dire, que quelques extraits d'une récente communication de M. Steinmetz à l'American Institute of Electrical Engineers.

621.316 (43). — Transport de force à 110 000 v de Bitterfeld à Berlin. *Schweizerische Bauzeitung*, 17 août 1918, t. LXXII, p. 64, 80 mots. Cette ligne a 132 km de longueur. Elle comporte trois câbles de 120 mm² de section sur pylônes en fer distants de 250 m ; les deux transformateurs d'extrémité sont à enroulements d'aluminium, leur puissance est de 16 000 kv-a. Cette ligne évite le transport quotidien de 300 à 400 t de charbon. — J.-C.

621.316. — Détermination du déphasage ; W. V. Lyon. *Electrical Review*, Londres, 20 juillet 1917, t. LXXXI, p. 71, 400 mots, 3 fig.

621.316. — Influence du déphasage sur la puissance transmise par les feeders ou fournie par les alternateurs ; A. Léauté. *R. G. E.*, 10 août 1918, t. IV, p. 179-185, 4500 mots, 7 fig. — La guerre actuelle, en donnant lieu à la création d'un grand nombre d'ateliers nouveaux, a provoqué en France une surcharge des usines génératrices d'électricité. Par une fâcheuse coïncidence, au moment même où le maximum de puissance était demandé à la plupart des stations centrales, un accroissement imprévu du déphasage provoquait une diminution sensible du rendement des alternateurs. Ces deux facteurs agissant en sens inverse ont abouti à créer dans certaines régions une situation pénible. Aussi la Société internationale des Electriciens et l'Union des Syndicats de l'Electricité ont-ils constitué une commission pour l'examen de la question. De là sont nées une série d'études, dont quelques-unes ont déjà été publiées ici. Celle de M. André Léauté, communiquée à la Société internationale des Electriciens dans sa séance du 7 février 1918, a pour but, non de rappeler les causes bien connues de l'augmentation du déphasage, mais d analyser les répercussions de ce phénomène. D'une façon plus précise, l'auteur a voulu fixer avec exactitude la loi suivant laquelle la puissance transmise par les feeders et la puissance produite par les alternateurs s'affaissent l'une et l'autre, quand le déphasage devient excessif.

621.316.00.12. — Calcul de la propagation des courants alternatifs sur les longues lignes, par la séparation des puissances réelle et réactive. *R. G E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 220-222, 500 mots. Analyse d'une note de P. Boucherot, publiée dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 8 juillet 1918, t. CLXVII, p. 77.

Digitized by Google

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

347.241. — Une intéressante décision du tribunal des conflits en matière de contravention de voirie; Paul Bougault. *R. G. E.*, 13 juillet 1918 t. IV, p. 61-63, 2 300 mots. — L'auteur fait connaître une décision du tribunal des conflits en matière de contravention de voirie. Dans le cas étudié, il s'agit d'une enseigne lumineuse; mais la décision du tribunal des conflits aurait été identiquement la même si l'occupation de la voie publique avait été faite par des poteaux, consoles, etc., servant de supports à une ligne de transport d'énergie électrique.

351.79. — Décret du 1er juin 1918 autorisant l'utilisation des eaux du lac d'Oredon pour l'augmentation de puissance de l'usine hydro-électrique d'Eget. *R. G. E.*, 29 juin 1918, t. III, p. 959. 400 mots.

351.79(494). — Règlement suisse concernant le calcul des redevances en matière des droits d'eau. *R. G. E.*, 29 juin 1918, t. III, p. 957-959, 2000 mots. — En raison de l'importance que la crise du charbon donne à l'utilisation de nos forces motrices hydrauliques et de l'intérêt que présente pour l'avenir de notre industrie nationale une législation rationnelle de ces forces motrices, la « R. G. E. » a reproduit l'an dernier (22 septembre 1917, t. II, p. 575-580), à titre documentaire, le texte intégral de la « loi fédérale suisse sur l'utilisation des forces hydrauliques » du 22 décembre 1916 et a publié (24 novembre 1917, t. II, p. 835-839) quelques semaines après un commentaire de cette loi dû à M. Tochon, avocat à la Cour d'appel. Le nouvel article donne, avec quelques commentaires, le texte du règlement en date du 12 février 1918 qui fixe la manière de calculer les redevances prévues par cette loi.

351.812.51. — Décret du 9 mai 1918 prorogeant la validité du décret du 9 mai 1912 déclarant d'utilité publique des travaux pour l'amélioration des installations de la gare Saint-Lazare et l'électrification des lignes de la petite banlieue (rive droite). *R. G. E.*, 22 juin 1918, t. III, p. 928.

351.817 + 654.25. — Arrêté du 5 avril 1918 fixant la composition de la Commission technique de la télégraphie sans fil. *R. G. E.*, 8 juin 1918, t. III, p. 855.

341.324 (062). — Décret du 16 février 1918 modifiant le décret du 10 août 1917, réglant la composition et les conditions de fonctionnement de l'Office de reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion et nommant les membres de cet Office. *R. G. E.*, 9 mars 1918, t. III, p. 383.

347.74 : 341.3. — La loi du 21 janvier 1918 relative aux marchés et autres contrats commerciaux conclus avant la guerre; Paul Bougault, avocat à la Cour d'Appel de Lyon. *R. G. E.*, 9 mars 1918, t. III, p. 379-383, 4 200 mots. — Le « Journal officiel » du 23 janvier 1918 nous a apporté une loi depuis longtemps annoncée comme devant régler la situation respective de ceux qui, antérieurement au 1er août 1914, ont promis de faire ou se sont fait promettre des livraisons de marchandises, sans que ces livraisons aient été faites; il ne faut pas confondre cette loi avec le texte encore en préparation sur les contrats communaux de travaux ou de services publics. Aussi, M. Paul Bougault précise la portée de la loi nouvelle.

351.711.5 : 341.3. — Les marchés de services publics et la guerre; L. de la Taste. *R. G. E.*, 11 mai 1918, t. III, p. 709-712, 3 200 mots. — A diverses reprises les concessionnaires de services publics ont demandé l'autorisation de relever leurs tarifs à l'autorité concédante; celle-ci accorda parfois l'élévation de tarif demandée, la refusa dans certains cas. Dans l'article qui nous occupe, l'auteur étudie la jurisprudence adoptée par le Conseil d'État, ainsi que les arrêts des 10 mars 1916, 20 juillet 1917 et 8 février 1918 et la loi du 21 janvier 1918, qui résolvent la question.

382. — Proposition de loi ayant pour objet d'organiser rationnellement le commerce d'exportation et de modifier la loi du 4 mars 1898 sur l'Office national du Commerce extérieur. *R. G. E.*, 4 mai 1918, t. III, p. 671, 1 700 mots.

347.278. — Projet de mobilisation du crédit de la propriété foncière par le moyen de l'obligation hypothécaire au porteur plus connue sous le nom de « grosse au porteur ». *R. G. E.*, 25 mai 1918, t. III, p. 779-780, 1 300 mots. Analyse du rapport de Adolphe de Pianelli, à la section X (Législation industrielle) du Congrès du Génie civil.

351.825. — Décret du 31 janvier 1918 portant règlement d'administration publique en exécution de la loi du 13 mars 1917, relative à l'organisation du crédit au petit et au moyen commerce, à la petite et à la moyenne industrie. *R. G. E.*, 23 février 1918, t. III, p. 312, 300 mots.

351.714.53. — Le rapport de la Commission chargée de la fixation des coefficients relatifs à l'impôt cédulaire sur le revenu; Paul Bougault. *R. G. E.*, 6 avril 1918, t. III, p. 531-535, 4 000 mots. — Bien que la plupart des professions importantes telles que l'électrochimie, l'électrométallurgie, les distributions de force motrice, soient constituées sous forme de sociétés par actions et ne puissent, par conséquent, faire leur déclaration que par la production de leur bilan, en ce qui concerne l'impôt cédulaire des bénéfices commerciaux et industriels, il est intéressant de savoir quelles sont les tendances de l'Administration des finances pour la fixation forfaitaire des bénéfices que la profession qu'elles exercent est susceptible de réaliser. Ces indications sont contenues dans un tableau récemment paru au « Journal officiel » dont M. Paul Bougault donne une première analyse dans cet article.

351.714. — Les taxes sur les paiements et versements établies par les articles 19 à 38 de la loi du 31 décembre 1917. *R. E. G.*, 27 avril 1918, t. III, p. 639, 1 200 mots.

351.714.52 — Les coefficients applicables aux chiffres d'affaires pour l'établissement de l'impôt cédulaire sur les bénéfices industriels et commerciaux. *R. G. E.*, 27 avril 1918, t. III, p. 638-639, 1 000 mots, 1 tab.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

SCIENCES PHYSIQUES

535.24. — Transmission de la lumière à travers l'eau ; L.-E. Rose. *Gen. El. Rev.*, août 1918, t. XXI, p. 577-578, 800 mots, 2 fig., 1 tab. — L'auteur a fait une série de mesures photométriques sur cette transmission ; l'article décrit le dispositif employé et donne la formule à laquelle l'auteur est arrivé : $I = I_0 T^f$, où I_0 est l'intensité lumineuse de la source ; I, l'intensité à travers une épaisseur d'eau de f pieds ; T, une constante de transmission correspondant à un pied ; f la profondeur en pieds. Une table donne les valeurs de T^f jusqu'à 100 pieds (30 m) de profondeur. L'auteur s'était proposé d'étendre ses investigations à l'eau de mer ; mais il est difficile d'en obtenir un bon échantillon ; il est à espérer que cette difficulté pourra être levée et que l'on pourra obtenir d'intéressants résultats à ce sujet. — P. V.

535.215. — Le calcul des constantes de l'équation de Planck, extension de la théorie des moindres carrés. Harry M. Rœser. *Bur of Standards Sc. paper n° 201*; *Franklin Institute*, juillet 1917, t. CLXXXIV, p. 109, 200 mots ; *J. of Washington Ac. d. Sc.*, 19 octobre 1917, t. VII, p. 647, 70 mots.

535.242. — Le photomètre portatif. C.-F. Sackwitz ; *T. I. E. S.*, 20 juillet 1918, t. XIII, p. 292-302, 4200 mots, 4 fig.

535.7. — Sensibilité de la rétine. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 217-220, 2600 mots, 7 fig. 1 tab. Analyse d'un article de J. Blanchard, publié dans *Physical Review*, février 1918, 2e série, t. XI, p. 81-99, 6700 mots, 10 fig., 8 tab.

536.521. — La température et la couleur des flammes éclairantes ; F. Kingsburg. *Journal of the Franklin Institute*, juin 1917, t. CLXXXIII, p. 781-782, 400 mots.

539.34. — Un nouvel enregistreur photographique de torsion. *Schweizerische Bauzeitung*, 3 août 1918, t. LXXII, p. 45, 100 mots. — L'appareil se compose d'une chambre photographique tournant avec l'arbre dont il enregistre les mouvements par l'intermédiaire d'une lampe à incandescence et d'un miroir. Une bande de papier sensible se déplace à une vitesse proportionnelle à celle de l'arbre, et enregistre les vibrations. Ce procédé, appliqué à des dynamos, permet de déceler les phénomènes de résonance. — J. C.

539.31. — Seconde et troisième formule de Tresca, pour le poinçonnage d'un bloc à surface latérale non plus libre, mais enchâssée dans un cylindre creux, rigide et poli, et pour son écoulement par un orifice inférieur, sous la pression d'un piston de même rayon que lui ; J. Boussinesq, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 5 août 1918, t. CLXVII, 1500 mots

621.891. — Sur les propriétés lubrifiantes et autres des couches d'huile très minces. *R. G. E.*, 10 août 1918, t. IV, p. 200, 200 mots. Analyse d'un article de lord Rayleigh, publié dans *Phil. Magazine*, 10 août 1918, t. IV, p. 200, 200 mots.

MESURES ET ESSAIS

621.716.3. — La détermination des étalons à bouts ; Ch.-Ed. Guillaume. *R. G. E.*, 10 août 1918, t. IV, p. 171-178, 5000 mots, 13 fig. — Cet article fait suite à celui intitulé « Les calibres industriels » publié dans le numéro du 3 août. L'auteur y montre que les mesures « par contact » indispensables pour la vérification des calibres industriels peuvent donner une précision du même ordre que les mesures « par visée », malgré la défaveur dont elles étaient l'objet. Il indique les machines utilisées pour cette vérification et conclut par le vœu qu'un accord complet soit établi sur les principes de construction des étalons industriels.

621.387. — Sur une unité radiothérapique de quantité. *R. G. E.*, 10 août 1918, t. IV, p. 186, 200 mots. Analyse d'un article de H. Bordier publié dans *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 17 juin 1918, t. CLXVII, p. 214.

621.317.1. — Etalonnage de phasemètres en courant continu ; T.-W. Varley. *Electrical World*, 2 février 1918, t. LXXI, p. 248-249 ; *Sc. abstr.*, avril 1918, p. 138, 300 mots. — L'étalonnage d'un phasemètre triphasé par réglage du facteur de puissance nécessite deux voltmètres, un ampèremètre, un wattmètre et cinq observateurs. Avec des variations de tension et d'intensité il est pratiquement impossible de prendre un point. Ces difficultés peuvent être surmontées en employant du courant continu et en réglant la résistance des circuits de la bobine mobile de façon à avoir des relations reproduites dans une table présentée par l'auteur. Cette table est basée sur le fait que la déviation d'un phasemètre type dynamomètre est équivalente aux couples combinés des bobines mobiles dans le champ de la bobine de charge. En réglant le rapport des courants dans les bobines mobiles le couple résultant en courant continu peut être égal au couple obtenu quand l'instrument est connecté à un circuit polyphasé de n'importe quel déphasage. Le courant dans l'un des circuits devra être inversé et le rapport des résistances changé, pour obtenir des déviations correspondantes à des déphasages de 70° ou moins (diphasé) et de 40° ou moins (triphasé). Des exemples numériques se rapportant à un grand nombre de cas sont donnés dans l'original. Cette méthode nécessite un opérateur seulement, et il est superflu de prêter attention aux variations de tension et d'intensité. — P. V.

621.316.4. — Mesure de la puissance perdue dans le diélectrique des câbles triphasés à haute tension ; F.-M. Farmer. *Electrician*, 2 août 1918, t. LXXXI, p. 288-289, 1600 mots, 3 fig. — Dans cet article, l'auteur rappelle tout

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R.*, *General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E.*, *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

d'abord les méthodes en usage dans les laboratoires pour mesurer les pertes dans les diélectriques. Les difficultés qui se présentent sont ensuite examinées ; l'article se termine par des résultats d'essais sur deux spécimens de câbles donnant lieu, l'un à de grandes pertes dans son diélectrique, l'autre à de petites.

621.317.5. — Sur un montage des compteurs enregistrant l'énergie des postes triphasés permettant la détermination de l'énergie magnétisante et donnant une plus grande sécurité de bon fonctionnement; P. Bourguignon. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 214-217, 1 800 mots, 2 fig., 1 tab. — L'auteur indique un nouveau moyen de mesurer l'énergie utilisée par un abonné consommant du courant triphasé. Il emploie pour cela deux compteurs monophasés montés suivant la méthode des deux wattmètres. Ce dispositif présente l'avantage d'une plus grande sécurité et permet de déterminer facilement le cos φ de l'abonné.

621.00.14. — Perfectionnements récents aux méthodes d'équilibrage des pièces mécaniques. *R. G. E.*, 3 août 1918, t. IV, p. 155-156, 1 500 mots, 8 fig. Analyse d'un article de W. Akimoff publié dans *Engineering*, 1er février 1918, t. CV, p. 131-132.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.165. — Les causes de diminution de l'économie du fonctionnement des turbines à vapeur; J.-Y. Dahlstrand. *Electrical World*, 6 juillet 1918, t. LXXII, p. 4-7, 4 200 mots, 3 fig. — Outre ses nombreux autres avantages, la turbine à vapeur possède celui de conserver son rendement initial pendant très longtemps si elle est convenablement conduite et entretenue. Dans la plupart des cas, son rendement peut être rendu à sa valeur première par une petite dépense comparée à celle nécessitée dans le même but par une machine ordinaire. Les causes de diminution de son économie de fonctionnement résident le plus souvent en dehors de la turbine. Dans certains cas cependant, ces causes se développent dans la turbine elle-même. Quand l'économie est diminuée, il ne s'ensuit pas nécessairement une diminution du rendement thermodynamique. Dans quelques cas ce rendement peut même se trouver accru Dans cet article l'auteur ne considérera que l'économie, de fonctionnement plutôt que le rendement thermodynamique. La cause la plus commune de diminution dans l'économie, particulièrement dans une petite turbine, est la diminution du vide dans la chambre d'échappement. A ce propos, l'auteur produit un certain nombre de courbes résultant d'expériences personnelles sur l'effet du vide sous différentes charges ; d'après lui, un faible vide est loin d'être une chose rare ; il n'est pas rare de trouver une turbine calculée pour un vide de 71 cm et marchant avec 63 cm par exemple, à cause de fuites dans l'appareillage d'échappement, avec une perte consécutive de 16 pour 100 dans la consommation de vapeur. La chute du vide dans la chambre d'échappement peut être due à un certain nombre de circonstances dont les principales sont les fuites d'air ; elles peuvent se produire dans la canalisation d'échappement entre la turbine et le condenseur, dans le condenseur lui-même ou dans les bagues du presse-étoupe de la turbine, De l'air peut aussi entrer à travers les tiges de soupape des pompes de condensation ; il peut aussi s'en introduire dans le condenseur par l'eau de circulation. L'auteur passe en revue ces différents cas ; il considère brièvement la non-économie de la marche sous charges réduites, puis les fuites internes dans la turbine dues en particulier à un espace trop grand entre les éléments fixes et rotatifs, et enfin les dépôts sur les arbres qui peuvent se produire lorsque la turbine est alimentée par des chaudières fonctionnant à pleine charge, à cause de la circulation trop active de l'eau qui entraîne les boues et autres impuretés sans leur laisser le temps de se déposer dans la chaudière. — P. V.

621.311.4. — Création d'un point neutre artificiel dans un réseau monophasé ou triphasé. Equilibreurs de tension; L. Dubar. *R. G. E.*, 3 août 1918, t. IV, 132-136, 4 000 mots, 9 fig. — Il est souvent commode, dans certaines installations, d'avoir à sa disposition deux tensions différentes, l'une pour la force motrice, l'autre pour l'éclairage. En courant alternatif, on utilise surtout le monophasé à deux ponts et le triphasé à quatre fils. Mais il peut arriver que les transformateurs dont on dispose n'ont point de point neutre accessible, ou ont leur secondaire couplé en triangle, dans le cas du triphasé. Dans ce dernier cas, on crée un point neutre artificiel à l aide d'équilibreurs de tension. L'auteur de l'article ci-dessous étudie ces appareils et leur fonctionnement à vide et en charge. Quoique la théorie qu'il expose soit applicable à toutes les distributions polyphasées, il insiste particulièrement sur le monophasé et le triphasé qui sont le plus employés. Il donne, pour finir, quelques indications sur les équilibreurs hexaphasés que l'on rencontre assez souvent.

621.165. — Réglage de la turbine à prise de vapeur système Brown, Boveri-Parson. *Revue B. B. C.*, novembre 1915, t. II, p. 151-155, 3000 mots, 3 fig. — Description des appareils de réglage et de leur fonctionnement ; ces appareils se composent d'un régulateur ordinaire commandant l'admission à haute pression de la turbine et d'un by-pass intercalé entre les deux parties de la turbine et réglant l'admission basse pression suivant la consommation de vapeur de chauffage.

621,311.7. — Les surtensions; G. Benischke. *Elektrot. u. Maschinenbau*, 23 décembre 1917, p. 609-614 ; *Sc. Abstr.*, mars 1918, p. 113. — Les surtensions dans les réseaux à haute tension sont engendrées ou par des causes atmosphériques, ou par des incidents dans le réseau lui-même. L'article traite de ces derniers. Les phénomènes ont été copieusement discutés mathématiquement, mais les conclusions sont viciées par les fausses hypothèses émises et parce qu'on a négligé certaines choses pour simplifier les calculs. Le résultat a été qu'on a exagéré les dangers des surtensions. Il y a cinq types de surtensions. 1° Surtensions dues à la coupure brusque d'un circuit ; elles sont atténuées par les courants de Foucault dans les conducteurs et ne peuvent devenir dangereuses que si la rupture est soudaine. La formation d'un arc aux contacts prolonge la rupture et abaisse la surtension ; 2° Surtensions dues à la résonance ; elles se produisent seulement dans le cas de câbles ou de lignes aériennes longues, car autrement la capacité suffisante n'existe pas. La capacité et la réactance de telles lignes se trouvent habituellement en parallèle et non série comme il est nécessaire pour faire résonance. La résonance n'est obtenue que si un appareil est connecté à une génératrice par un pôle, ou si une génératrice est chargée par un câble ouvert, ou si un pôle de la ligne se met à la terre. L'auteur explique ces trois cas et montre qu'une résonance pour le terme fondamental n'est pas à craindre dans les installations normales. Il n'y a danger que lorsque des harmoniques d'ordre supérieur sont présents. Ces harmoniques devraient être évités par un calcul convenable des alternateurs. 3° Surtensions causées par la fermeture de circuits contenant capacité et inductance ; la tension maximum est égale à deux fois la valeur maximum de la tension appliquée, mais en pratique on n'atteint jamais cette extrémité, à cause de l'effet d'amortissement produit par la résistance de la ligne et de l'hystérésis et courants de Foucault dans les masses de fer. Ces surtensions sont les plus dangereuses dans les circuits à basse tension faiblement isolés. 4° Surtensions dues à des oscillations non amorties ; elles peuvent être introduites par des arcs, et de hautes tensions peuvent être développées par transformation dans des circuits connectés électromagnétiquement au circuit des arcs. Cette éventualité se rencontre souvent. 5° Surtensions dues à une répartition non symétrique des charges dans les systèmes polyphasés ; si une très forte charge, telle qu'un court-circuit, se produit sur une phase, la tension sur les autres phases s'élève à cause de la distribu-

Digitized by Google

Digitized by Google

tion dyssymétrique du champ magnétique. — Toutes les surtensions décrites peuvent être prévenues par l'emploi des résistances métalliques ou à écoulement d'eau placées entre les conducteurs et la terre. — P. V.

621 311.77. — Application des relais au contrôle industriel; C.-E. Clewel. *Electrical World*, 20 juillet 1918, t LXXII, p. 106-108, 3 200 mots, 4 fig. — L'auteur établit une classification des relais, en même temps qu'il fait une sorte de mise au point de la question. Sans apporter d'éléments nouveaux, son article est néanmoins intéressant. Parmi les types considérés, citons les relais d'accélération, de réduction de vitesse en surcharge, d'inversion, de transition (pour le démarrage des moteurs d'induction, lorsqu'on se sert d'un transformateur-réducteur), etc. — P. V.

STATIONS ET RÉSEAUX

621.311.21. — L'usine électrique de Malamort; A. Boudrau. *R. G. E.*, 24 août 1918, t. IV, p. 270-274, 2500 mots, 6 fig. — En décrivant cette petite usine, l'auteur a pour but de redresser l'opinion que les petites stations ne méritent plus de retenir l'attention et ne sont pas économiquement viables, mais condamnées à être absorbées par les grandes. Il passe rapidement en revue le « curriculum vitæ » d'une exploitation déjà vieille de vingt-cinq ans et constate qu'il s'en dégage une conclusion diamétralement opposée.

621.181. — Emploi de la vapeur à haute pression et à température élevée dans les grandes stations centrales; J.-H. Schaw. *Electrical Review*, 19 juillet 1918, t. LXXXIII, p. 69-71, 3200 mots, 1 fig., 2 tab. — Des essais déjà signalés ont été effectués en Amérique en vue d'augmenter à la fois la pression d'utilisation et la température dans les turbines à vapeur. L'article ci-dessus résume une communication sur ce sujet faite récemment à la section locale du Yorkshire de l'Institution of Electrical Engineers.

621.182.3. — Abaque donnant la proportion d'acide carbonique dans les fumées d'usines génératrices. *Electric Railway Journal*, 25 mai 1918, t. LI, p. 1020, 300 mots, 1 fig.

621.187. — Le moyen d'atténuer certaines pertes dans les stations centrales. *Electrical World*, 8 juin 1918, t. LXXI, p. 1203-1206, 3700 mots, 3 fig. — La suie qui se dépose sur les tubes des générateurs est mauvaise conductrice de la chaleur et vient gêner la transmission de l'énergie calorifique du charbon. Cet article montre comment on peut atténuer les effets de cet inconvénient.

621.311.00.3. — Procédés permettant d'augmenter les économies dans les usines génératrices. *Electrical World*, 13 avril 1918, t LXXI, p. 762-763. — Résumé d'une communication faite par M C.-H. Parker à la Boston Society of Civil Engineers Tout d'abord, l'auteur fait remarquer qu'une économie de 1 pour 100 seulement sur les 32 000 000 t de charbon que consomment annuellement les Etats-Unis permettrait de libérer, pour un an, un vapeur charbonnier de 10000 t ou 6450 wagons de 50 t, qui seraient alors disponibles pour d'autres emplois. Il signale les pertes de menus qui tombent des grilles dans les cendriers, les pertes dues à l'humidité ou celles entraînées par les fumées incomplètement brûlées. Dans les installations à charge variable, on constate des pertes fixes dues : 1° au charbon dépensé pour la mise en route des chaudières froides; 2° au charbon brûlé à feu couvert pendant les périodes de repos; 3° à la chaleur inutilisée au moment de l'arrêt des feux; 4° à la chaleur entraînée par l'eau des purges. Ces pertes dépendent de la nature de la charge. Après quelques remarques sur la qualité des houilles utilisées et le type des chaudières qui fournissent la vapeur, l'auteur signale les avantages du tirage forcé pendant les heures de pointes. Si celles-ci sont fréquentes, il y a un avantage considérable à installer des aspirateurs qui ne consomment que 2 à 4 pour 100 de la vapeur totale; dans le cas de surcharges rares, on se contentera d'un injecteur d'air qui consomme de 5 à 10 pour 100 de la vapeur produite.

621.316 (73). — Les services électriques publics et le programme de guerre des Etats-Unis. *Electrical World*, 8 juin 1918, t. LXXI, p. 1174, 1250 mots. — Les résultats récemment acquis ont montré l'utilité des services électriques publics aussi bien pendant la paix que pendant la guerre. Cet article, ainsi que l'éditorial du même numéro, montre que malgré l'élévation des tarifs l'emploi de l'électricité a permis d'obtenir dans toutes les industries d'excellents rendements, tout en économisant le charbon.

621.316 + 341.3. — Les restrictions dans la consommation de l'énergie électrique en Angleterre. *Electrical World*, 8 juin 1918, t, LXXI p. 1177-1178, 2500 mots.

662 65 + 341.3 (42). — L'arrêté pour la fourniture du charbon domestique et de la lumière en Angletere en 1918; W.-T. Cole *Electrical Review*, 12 juillet 1918, t. LXXXIII, p. 28, 1300 mots.

621.316(73). — La coopération des stations centrales avec le gouvernement aux Etats-Unis. *Electrical World*, 8 juin 1918, t. LXXI, p. 1186-1187, 1350 mots.

621.311(017). — Les manufacturiers et les stations centrales. *Electrical World*, 8 juin 1918, t. LXXI, p. 1184-1185, 1900 mots. — On sait que les constructeurs de matériel électrique ont un grand intérêt de voir se développer les stations centrales, les conditions de la guerre actuelle ont, en outre, pour effet de faire tendre les efforts vers une uniformisation du matériel. C'est ce que montre bien l'article en question.

621.311.00.3. — Carte en relief de la charge annuelle; analyse de la charge de pointe et du facteur de charge. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. IV, p. 49. Analyse d'un article de Wm Le Roy Robertson publié dans *P. A. I. E. E.*, décembre 1917, t. XXXVI, p. 941-947.

621.311.00.3. — Aspects économiques des charges d'été dans les stations centrales. *Electrical World*, 25 mai 1918, t. LXXI, p. 1084-1087, 3500 mots, 9 fig., et *Electrical World*, 1er juin 1918, p. 1134-1136, 1800 mots, 4 fig. — Cet article montre comment, avec une sage organisation, la charge d'été peut être augmentée sans difficulté.

621.317.8. — Renseignements que l'on peut tirer du collationnement des notes d'abonnés; G.-R. Kenny. *Electrical World*, 13 avril 1918, t. LXXI, p. 774-775. — Pour faire ce travail, l'auteur conseille l'emploi de la machine à classer et à calculer de Hollerith qui a donné d'excellents résultats dans le cas d'une distribution comprenant 26657 abonnés pour lumière et 3724 abonnés pour force motrice. Il y a plusieurs tarifs en vigueur sur ce réseau, mais chaque abonné ne jouit que d'un tarif uniforme. La statistique établie suivant les principes posés par l'auteur permet alors de comparer les différents systèmes entre eux.

621.317.8. — La taxe minimum et les risques d'exploitation dans les contrats de fourniture d'énergie électrique; J. Teichmuller. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 7 février 1918, t. XXXIX, p. 55, 3600 mots. — Dans un grand nombre de contrats de fourniture d'énergie électrique, l'abonné est astreint au paiement annuel d'une taxe minimum. Cette taxe devrait être établie en tenant compte des risques encourus au profit de l'abonné par le producteur d'énergie électrique par suite de la construction et de l'entretien de l'usine génératrice. Au lieu de cela, on l'établit généralement d'après des conventions qui ne correspondent pas à des données précises. L'auteur cherche à déterminer une mesure exacte de cette taxe minimum, correspondant réellement aux risques encourus par l'exploitant. Il donne ensuite un exemple pratique illustrant sa méthode. — E. P.

Digitized by Google

Digitized by Google

621.316(73). — Les bénéfices possibles résultant de l'intercommunication des réseaux de distribution. *Electrical World*, 8 juin 1918, t. LXXI, p. 1191-1194, 2000 mots. — Il est à peine besoin d'insister sur les avantages qui résultent d'une centralisation toujours plus grande de la production de l'énergie électrique. L'article en question montre les résultats obtenus par des liaisons entre réseaux voisins de l'est de l'Etat de Massachusetts.

621.316(73). — Les économies de force motrice et de lumière réalisées pendant la guerre aux Etats-Unis; Charles E. STUART. *Electrical World*, 8 juin 1918, t. LXXI, p. 1181-1183, 3700 mots. — Cet article a pour but de montrer comment la liaison des divers réseaux en vue de se prêter secours a permis d'éliminer les stations peu économiques ou faisant double emploi tout en augmentant la sécurité de l'ensemble. On a pu aussi limiter la production de l'énergie aux seules usines économiques et accroître le taux d'utilisation des chutes d'eau.

621.316+641.3. — Le facteur de puissance et la guerre; Will BROWN. *Electrical World*, 29 juin 1918, t. LXXI, p. 1364-1366, 2500 mots, 3 fig. — La nécessité actuelle où l'on est partout de tirer le meilleur parti du matériel dont on dispose entraîne tous les exploitants de station centrale à étudier quels sont les moyens d'améliorer le facteur de puissance. Cet article a pour but de faire ressortir les avantages résultant de l'emploi des moteurs synchrones et les ennuis que provoquent la mauvaise adaptation de certains moteurs asynchrones.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.25. — Calcul des moteurs d'induction destinés à fonctionner avec des volants et des régulateurs de glissement; Herbert VICKERS. *Electrician*, 2 août 1918, t. LXXXI, p. 293-295, 3000 mots, 3 fig.; 9 août 1918, t. LXXXI, p. 313-315, 300 mots. — L'auteur traite le sujet au point de vue mathématique, examinant les deux cas suivants : 1° cas d'un régulateur à glissement continu; 2° cas d'un régulateur à glissement intermittent. Il donne plusieurs exemples pris dans la pratique.

621 313.25. — L'emploi des clavettes magnétiques pour la fermeture des encoches dans les inducteurs de moteurs asynchrones; FLEURY DEFLASSIEUX. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 223-225, 1200 mots, 7 fig. — Dans la construction des moteurs asynchrones recevant directement des courants à tensions élevées, il est souvent nécessaire d'ouvrir les encoches des stators pour faciliter le bobinage et pour augmenter le coefficient de sécurité des isolants. Certains moteurs sont même exécutés au moyen de bobines faites sur gabarit et isolées avant montage dans la machine. L'ouverture des encoches du stator donne naissance, dans les dents du rotor, à des pertes supplémentaires analogues à ce qu'on a appelé les pertes de surface dans les alternateurs à très haute tension. L'auteur examine dans l'article l'emploi de clavettes magnétiques qui diminuent considérablement ces pertes et ont de plus l'avantage d'atténuer les bruits produits par les moteurs asynchrones.

621.313.25. — La compensation des moteurs d'induction: H. NEHLSEN. *E. T. Z.*, 13 et 20 décembre 1917, p. 584-587 et p. 593-596; *Science abstr*, avril 1918, p. 153, 700 mots. — La compensation du facteur de puissance des moteurs d'induction a été réalisée par trois types de compensateurs de phase : *a*) ceux dans lesquels la compensation est pratiquement indépendante de la charge, et se poursuit que si la machine fonctionne en moteur ou en génératrice; *b*) ceux dans lesquels la compensation cesse quand la charge est mise sur la machine et s'obtient seulement quand la machine fonctionne en génératrice si le compensateur est inversé, et *c*) ceux dans lesquels la compensation cesse quand la charge est mise et n'est pas possible quand la machine fonctionne en génératrice. L'article décrit une nouvelle forme de compensateur qui a les caractéristiques données sous la lettre *a*), mais ne souffre pas des imperfections des machines excitées séparément; il a une excitation série, comme les compensateurs du type *b*, mais en diffère par la propriété qu'il a d'auto-exciter le circuit secondaire indépendamment de la charge de la machine d'induction. Ceci est réalisé par l'adjonction d'un enroulement auxiliaire sur le stator, cet enroulement peut être déplacé d'angles variés par rapport à l'enroulement principal. L'auto-excitation peut, par un calcul convenable, être obtenue dans le circuit secondaire, avec pour résultat que la machine est aussi compensée à vide. L'auteur expose la théorie d'un pareil compensateur; il conclut qu'il est très applicable aux moteurs d'induction qui tournent à faible charge pendant de longues périodes, et aussi aux moteurs à régulateurs de glissement tels que ceux employés avec volants pour la commande des laminoirs. Dans ce cas on peut avoir un moteur à phases indépendantes et six bagues, un jeu de bagues étant connecté en permanence à la résistance liquide variable, et l'autre jeu pouvant être connecté ou à la machine excitatrice pendant la marche ou en triangle (après déconnexion de l'excitatrice) pour le démarrage. Ceci présente l'avantage que le rotor peut être établi pour des tensions plus élevées, et que les courants de démarrage dans le rotor sont également réduits. Les machines asynchrones auto-excitées avec excitatrice auto-excitée couplée directement peuvent aussi être employées à la place des machines synchrones comme régulateurs de phase; l'avantage consiste en la facilité de démarrage et la régulation du courant. — P. V.

621.313.25:031.4. — Quelques particularités de fonctionnement de deux moteurs asynchrones couplés en cascade; M. LAPINÉ. *R. G. E.*, 10 août 1918, t. IV, p. 187-191, 4000 mots, 9 fig. — Dans cet article, l'auteur s'est proposé de montrer le mécanisme du fonctionnement de deux moteurs asynchrones en cascade en réalisant les différents modes de couplage que l'on peut envisager.

538.332. — Les enroulements en court-circuit dans les électro-aimants à courant continu; O.-R. SCHURIG. *Gen. El. Rev.*, août 1918, t. XXI, p. 560-562. 1800 mots, 2 fig. — Un enroulement en court-circuit placé sur un électro à courant continu provoque une lente diminution du flux dans le noyau et permet à une armature d'être retenue contre le noyau pendant un temps appréciable après que le courant magnétisant a été coupé. Ce temps est approximativement proportionnel à la perméance du circuit magnétique et à la conductance de l'enroulement en court-circuit, et augmente avec le rapport $\frac{\varphi_1}{\varphi_2}$ des flux au moment où on coupe le courant et au moment où l'armature quitte le noyau; pour augmenter ce rapport il faut : 1° un circuit magnétique d'une bonne qualité de fer doux et de grande section; 2° une longueur minimum d'entrefer dans le circuit magnétique; 3° une faible ténacité du fer. — Une forme efficace d'enroulement en court-circuit consiste en un tube de cuivre épais entourant le passage du flux; un tube de cuivre de 1,27 cm d'épaisseur de paroi placé autour du plongeur d'un certain électro du type cuirassé produisit un retard d'environ une seconde dans la chute du plongeur; deux tubes de cuivre de 1,52 cm d'épaisseur, ajustés à un électro spécial en fer à cheval, produisirent un retard de cinq secondes. Un électro de ce type peut être alimenté par une batterie de piles et servir à l'allumage périodique d'une bouée pour la navigation. Par une construction spéciale, le fonctionnement d'un tel électro-aimant peut être rendu continu et son cycle peut varier dans de grandes limites; par exemple, la période de magnétisation peut osciller entre 5 et 50 pour 100 de la période totale. La longueur de la période totale se trouve affectée par les variations de température et par des vibrations. — P. V.

621.346:674. — L'équipement électrique de la machinerie à bois; C.-E. CLEWELL. *Electrical World*, 10 août

Digitized by Google

Digitized by Google

1918, t. LXXII, p. 253-256, 2600 mots, 4 fig., 4 tab. — Les constructeurs de moteurs et de contrôleurs industriels ont travaillé beaucoup à réunir des chiffres précis concernant les moteurs les mieux adaptés au service spécial des machines à bois de toute espèce. Ils ont aussi expérimenté les avantages économiques de la commande individuelle substituée à la commande par arbre de couche commun, ainsi que les meilleurs équipements de contrôle. Ces investigations ont conduit à une compréhension détaillée des besoins de puissance nécessités par l'industrie des bois ; l'article est une mise au point de la question. L'auteur y étudie, en outre, des cas typiques tels que l'équipement des scies à rubans pour gros travaux pourvues d'un volant, et estime que la recherche d'un dispositif de contrôle approprié est essentielle. Il préconise l'extension de l'emploi des contrôleurs de toute nature (démarrage, arrêt, protection, etc.), ainsi que l'emploi du contrôle à distance par « boutons-poussoirs ». Il traite de l'emploi des moteurs à courant continu, puis de celui des moteurs à courant alternatif ; parmi ceux-ci, le moteur d'induction est principalement employé, soit à rotor bobiné, soit à cage d'écureuil. De nombreux exemples numériques illustrent l'article ; des photographies représentent le montage et la disposition des moteurs ; enfin des tables indiquent les puissances moyennes et maxima exigées par les différentes machines d'une usine à bois. L'article se termine par une référence d'un industriel dans laquelle il indique comment il a été amené à employer la commande électrique individuelle des machines de ses ateliers. — P. V.

621.346:621.944. — Electrification d'une installation de laminoirs à commande à vapeur des ateliers et aciéries de Frodingham. *Electrician*, 2 août 1918, t. LXXXI, p. 297-299, 2 100 mots, 4 fig.

621.344. — Dispositif de sûreté pour grues électriques ; C. RITZ. *Electrician*, 9 août 1918, t. LXXXI, p. 315, 750 mots, 1 fig.

ÉCLAIRAGE

621.32. — Les principes fondamentaux des projets d'éclairage ; Ward HARRISON. *Gen. El. Rev.*, août 1918, t. XXI, p. 535-541, 2000 mots, 10 fig. — C'est le quatrième article sur la question. Il illustre les principes posés précédemment par la résolution des quatre problèmes typiques suivants : 1° éclairage d'un bureau ; 2° éclairage d'un magasin ; 3° éclairage d'une fabrique d'ébénisterie ; 4° éclairage d'un atelier de machines-outils et de pièces mécaniques. — L'étude de la série des quatre articles permettra à l'ingénieur éclairagiste d'établir rationnellement tout projet d'éclairage se rapportant à n'importe quel cas particulier. P. V.

621.326(494). — L'achat en commun des lampes à incandescence en Suisse. *R. G. E.*, 10 août 1918, t. IV, p. 15B, 200 mots.

621.32 : 625 622 35. — Eclairage des trains par l'électricité. *Locomotive Magazine*, t. XXIV, p. 97-100, 2 000 mots, 5 fig. — Cette question n'a pas reçu jusqu'à présent toute l'attention désirable de la part des ingénieurs. Un bon éclairement exige : une répartition convenable du flux lumineux, une diffusion satisfaisante ; il faut, de plus, disposer les lampes aussi haut que possible et les cacher de la vue directe des voyageurs. Quatre systèmes sont employés pour l'éclairage des voitures de voyageurs. L'éclairage direct est le plus employé. L'éclairage par diffusion a un rendement variable avec la nature du verre utilisé, mais il n'incommode pas les voyageurs. L'éclairage indirect est en faveur aux Etats-Unis : il donne des ombres douces, mais son rendement est généralement mauvais, l'installation en ayant été encore mal étudiée. L'éclairage semi-indirect a été peu appliqué. On emploie aussi des lampes spéciales ayant un champ d'action limité. L'auteur donne des indications pour le calcul de l'intensité des lampes à employer. Quelques considérations suivent sur les détails d'installation de l'appareillage. — L. P.

621.328.12 + 621.328.22. — Eclairage indirect de l'intérieur d'une église. *Electrical Review*, Chicago, 20 avril 1918, p. 683, 70 mots.

77.853 + 681.843.2. — L'enregistrement synchronique des images et des sons sur un même film. *Génie civil*, 6 avril 1918, t. LXXII, p. 248, 250 mots. — Notre confrère décrit, d'après le « Scientific American » du 22 décembre 1918, un dispositif permettant l'enregistrement photographique des sons et des images sur un même film. Les ondes sonores sont reçues par des microphones sensibles branchés dans un circuit comprenant un galvanomètre semblable à ceux des oscillographes, à suspension bifilaire ; le faisceau lumineux envoyé par le miroir du galvanomètre impressionne une moitié du film, l'autre moitié étant réservée à l'impression des images photographiques. Pour reproduire les sons, on fait défiler le film entre une source lumineuse et une pile au sélénium ultra-sensible dont la résistance, sous l'action de la lumière, varie de 1000 à 100000 ohms ; en série avec elle se trouve un relais téléphonique très sensible qui permet de donner au récepteur une très grande acuité ; le récepteur est complété par un haut parleur à air comprimé qui rend les sons perceptibles dans les parties les plus éloignées des plus grandes salles de théâtre. Le film cinématographique devant avoir un mouvement saccadé, tandis que la partie réservée au son exige un mouvement continu, il semble y avoir là une certaine difficulté que l'auteur déclare résolue.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654.25. — Application du principe de la transmission Wheatstone à la radiotélégraphie. *R. G. E.*, 10 août 1918, t. IV, p. 15B, 150 mots.

654.6. — Longueur d'onde et affaiblissement des circuits téléphoniques ; POMEY. *R. G. E.*, 24 août 1918, t. IV, p. 251-253, 1500 mots. — A la suite de la publication, dans le numéro du 20 juillet d'une note où M. Pomey indiquait un calcul permettant de mettre sous une forme rationnelle la constante β d'affaiblissement d'un circuit téléphonique, M. Auric faisait remarquer (numéro du 3 août) que cette formule peut se simplifier en prenant certaines notations. Dans la note qui nous occupe M. Pomey revient sur ce sujet et présente quelques remarques intéressantes.

654.6. — Un réseau de téléphones automatiques à Australia-House. *Electrical Review*, 9 août 1918, t. LXXXIII, p. 127-128, 1300 mots, 3 fig. — Description sommaire d'une grande installation de téléphones automatiques à batterie centrale suivant le système Betulander.

654.6(44). — Nouveau poste central téléphonique à Paris. *R. G. E.*, 24 août 1918, t. IV, p. 12B, 200 mots. — Note sur l'équipement du nouveau poste « Elysées ».

621.314.031.9 + 654.6. — Calcul des transformateurs téléphoniques ; R. HOLM. *Arch. f. Elektrot.*, 1917, t. VI, p. 113-133 ; *Sc. abstr.*, mars 1918, p. 128. — L'article développe des formules permettant la détermination des valeurs optima de la self-induction primaire et du rapport du nombre de tours pour assurer le transport d'énergie mesurée d'un circuit téléphonique (ligne ou appareil transmetteur) à un autre (ligne, récepteur, amplificateur), d'abord pour le transport dans un seul sens, ensuite pour les deux sens. — Breisig, dans sa « Theoretische-Telegraphie », a donné des solutions pour des conditions simplifiées ; l'auteur considère des valeurs complexes des impédances des circuits à connecter, la dispersion, les pertes dans le fer, et ses formules permettent non seulement la détermination des conditions optima, mais aussi celle du rendement atteint et des effets produits

Digitized by Google

Digitized by Google

sur le rendement lorsqu'on s'écarte des conditions posées. Ces effets sont montrés au moyen d'exemples numériques. Les actions de la capacité des enroulements, des pertes dans le fer et de la dispersion sont examinées à leur tour. La méthode d'en tenir compte, en particulier pour les pertes dans le fer, est intéressante. — Il semble que, dans la plupart des cas de la pratique, où les impédances ne sont pas très différentes l'une de l'autre, les formules du cas simplifié de Breisig peuvent être appliquées en toute confiance. P. V.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

54 + 66. — L'avenir de la chimie pure et de la chimie appliquée; Pope. *Electrician*, 2 août 1918, t. LXXXI, p. 292, 1600 mots.

661.62. — Un procédé original d'utilisation des excédents d'énergie hydraulique à la fabrication des produits azotés. *R. G. E.*, 24 août 1918, t. IV, p. 249, 600 mots.

669.51. — Le zinc électrolytique; C.-A. Hansen. *Am. Inst. Mining. Eng.*, mars 1918, p. 615-643; *Sc. abstr.*, avril 1918, p. 136, 700 mots. — D'après l'auteur, le point faible dans l'obtention de bons résultats dans la déposition électrolytique du zinc, est dû à un manque de précision dans la façon de procéder, et à la négligence concernant l'importance d'une complète purification de l'électrolyte. Aucun agent inorganique n'a été trouvé pour améliorer les caractéristiques du bac à zinc, ni améliorer une solution commercialement pure. En ce qui concerne le rendement du courant, il doit être en accord avec la constante de Faraday, excepté le cas de la corrosion. Le rendement tombe tandis que le dépôt devient moins égal. La corrosion est surtout déterminée par la concentration en acide de l'électrolyte. Un diagramme montre comment ceci varie. En toute probabilité, la corrosion est environ doublée avec chaque élévation de température de 20°. Des expériences ont été faites sur 5 bacs ou plus fonctionnant en cascade au point de vue solution et en série au point de vue électrique. Un certain nombre de tables et de courbes montrent les résultats obtenus. La corrosion augmente avec la densité de courant, et les grandes densités de courant donnent les dépôts les plus grossiers. Il y a en outre le fait que le sulfate de zinc gagne en acide ce qu'il perd en zinc; aussi quand le zinc devient suffisamment rare, la concentration du zinc aura un effet plus grand sur le rendement du courant que la concentration de l'acide. Il apparaît que le manque de zinc a finalement un très important effet sur le rendement du courant. La principale variable, cependant, est certainement la concentration en acide. Des courbes donnent la tension par bac et la puissance requise. Les impuretés qui ont été rencontrées au cours des investigations peuvent être classées en non-cumulation et en cumulation. Ces dernières peuvent être groupées en celles qui n'ont pas une portée importante sur la déposition, tels que métaux alcalins et manganèse, et celles qui sont néfastes, telles que le nickel, le cobalt et le vanadium. Des solutions pures donnent invariablement d'excellents dépôts; des solutions impures conduisent à la formation de trous d'épingle; ceci se produit même avec les moindres traces de certaines impuretés. L'auteur estime que travailler avec autre chose qu'avec des solutions pures est hors de la question. Il donne, pour finir, quelques expédients pratiques pour le contrôle des bacs. — P. V.

621.365.52. — Fours à résistances à haute température, avec résistances de molybdène ou de tungstène; W.-E. Ruder. *Am. Inst. Mining. Eng.*, février 1918, p. 585-491; *Sc. abstr.*, avril 1918, p. 137, 3000 mots. — L'auteur décrit l'emploi de résistances en molybdène et en tungstène pour fours électriques dans les laboratoires de la General Electric Co. Le molybdène est communément employé, à cause de sa grande flexibilité sous fortes sections. Son point de fusion (environ 2550°) permet d'atteindre des températures supérieures aux températures de mollissement de matières très réfractaires. Ceci reste vrai quand les résistances fonctionnent aux pressions atmosphériques. Si, cependant, on désire fonctionner sous pressions réduites ou dans le vide, on emploie le tungstène, vu la haute température qu'il permet. Deux fours tubulaires sont décrits, l'un avec tube horizontal, l'autre avec le tube vertical. On emploie des tubes d'alundum, deux fils sont enroulés autour, et l'espace entre le tube et l'enceinte est rempli d'alumine. Si la température est maintenue au-dessous de 1 600° le tube pourra servir longtemps; au-dessus, le tube d'alundum s'affaisse. On décrit aussi un four à tungstène à vide, dû à Coolidge et Hotaling, dans lequel le tube de tungstène est employé comme résistance; une température de 2000° peut être aisément obtenue en 15 minutes. Dans les fours à tube d'alundum une température de 1 700° peut être atteinte en deux heures environ, mais pour la sécurité on met généralement trois heures. Le fil est maintenu dans une atmosphère d'hydrogène. — P. V.

APPLICATIONS DIVERSES

621.392. — Un bateau métallique réalisé par la soudure électrique. *Electrical Review*, 9 août 1918, t. LXXXIII, p. 124, 1200 mots, 2 fig. — Cet article montre le parti que l'on peut tirer de la soudure électrique dans la construction des navires.

621.32:63. — La stimulation électrique des récoltes; L. Birks et O'D. Davis. *Journ. of Agriculture*, N. Z., octobre 1917, p. 185-190; *Sc. abstr.*, mars 1918, p. 98. — Ayant rappelé les travaux de Jorgensen et Dudgeon, les auteurs décrivent deux installations expérimentales dans le district de Canterburg, Nouvelle-Zélande. Dans ces deux cas, on emploie des lampes électriques pour éviter la gelée; les remarques sur les autres applications de l'électricité sont d'ordre général. Dans le premier cas, on a suspendu 15 lampes à atmosphère d'azote de 100 bougies à 60 cm du sol dans une serre à tomates; la serre était en plus chauffée à la vapeur; ce chauffage eut un accident et fut éliminé; le rendement fut accru. Dans le second cas on a suspendu une lampe de 250 w au centre de chacun des arbres d'un verger; les pommes profitèrent, mais les poires non. — P. V.

621.347. — Sur l'électroculture. *R. G. E.*, 10 août 1918, t. IV, p. 169, 400 mots.

621.386 + 669.91. — Radiographie des métaux; Wheeler P. Davey. *Revue de Métallurgie*, mars-avril 1918, t. XV, p. 110, 300 mots Extrait de *Amer. Inst. Min. Eng.* août 1915, p. 1515. — L'auteur, au cours de recherches de radiographie des métaux a eu l'occasion de perfectionner la technique de l'examen par les rayons X. Les épreuves radiographiées ne décèlent pas la structure complète des métaux, mais elles ont l'avantage d'indiquer la présence de soufflures, d'inclusions de scories, etc., sans qu'il soit nécessaire de faire des coupes, ni de détériorer l'échantillon. Cet examen ne peut se faire qu'avec des plaques dont l'épaisseur ne dépasse pas 12,5 mm; au delà le temps d'exposition est trop long.

667.2. — Les progrès de la teinturerie anglaise. *Electrician*, 7 juin 1918, t. LXXXI, p. 109-110, 1850 mots, et *Electrical Review*, de Londres, 7 juin 1918, t. LXXXII, p. 550-553, 1500 mots. — En vue de s'affranchir de la tutelle de la teinturerie allemande il s'est fondé en Angleterre de grands établissements portant le nom de British Dyes Ld. L'article en question examine la fondation et l'organisation d'une telle entreprise.

MÉDECINE ET HYGIÈNE

621.386. — Appareil repéreur pour la détermination de la position d'un point dont on peut déceler la présence par les rayons X à l'intérieur d'un corps quelconque;

Digitized by Google

Digitized by Google

M. Gudin. Addition n° 20 531 au *Brevet français principal n° 485415* du 1er juillet 1916, demandée le 5 octobre 1916, délivrée le 12 février 1918, publiée le 8 mai 1918, 200 mots. — Dans le brevet principal, la détermination de la position d'un point dont on peut déceler la présence par les rayons X à l'intérieur d'un corps quelconque s'effectue à l'aide de deux lunettes permettant de réaliser deux visées dont le croisement donne la position du point. Dans cette addition le perfectionnement consiste à supprimer l'une des lunettes et à remplacer la visée réalisée au moyen de cette lunette par la détermination de la verticale passant par le corps étranger; le croisement de cette verticale et de la ligne de visée de la lunette qui restera déterminera la position du point.

DIVERS

621.9 (072). — Les laboratoires de machines et de mécanique générale. *R. G. E.*, 13 avril 1918, t. III, p. 567, 500 mots. Analyse du rapport de Boyer-Guillon, à la section III « Mécanique, Machines-outils « du Congrès du Génie civil.

331.86. — L'instruction et l'éducation professionnelles de l'ouvrier. *R. G. E.*, 11 mai 1918, t. III, p 703-704, 1 800 mots. Analyse du rapport de Lucien Douane à la section I « Travaux publics et Constructions civiles » du Congrès du Génie civil.

62 (062). — Association des Ingénieurs-conseils (compte rendu de la séance du 27 mai). *Electrician*, 14 juin 1918, t. LXXXI, p. 126, 2 200 mots.

621.31 (062) (42). — Associations des Ingénieurs de stations centrales et des Ingénieurs électriciens anglais. *Electrical Review*, Londres, 7 juin 1918, t. LXXXII, p. 544-545, 950 mots; *Electrician*, 7 juin 1918, t. LXXXI, p. 111-112, 1 500 mots.

621.32 (062) (73). — Réunion annuelle de la National Electric Light Association. *Electrical World*, 15 juin 1918, t. LXXI, p. 1 248-1 273. — Au cours de cette réunion dont un compte rendu est donné occupant presque tout le journal, de nombreuses questions ont été examinées notamment en ce qui concerne les économies de charbon, le traitement à donner aux foudroyés, etc. l'utilisation des mutilés de la guerre. La solution de certains problèmes posés aux ingénieurs par la guerre tels que les installations électriques rapides, l'emploi des femmes dans les industries électriques fut également traitée. La question de l'éclairage des grands espaces a été aussi envisagée ainsi que celle de la reconstruction et de l'après-guerre. Une résolution générale de poursuivre la guerre jusqu'à la victoire fut votée en dernier lieu.

MATIÈRES PREMIÈRES

661.752. — L'industrie du carbure de calcium au Japon. *R. G. E.*, 24 août 1918, t. IV, p. 18 B, 200 mots.

669.791. — Le mercure. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 233-234, 950 mots. Analyse d'un rapport de M. Rumeau, à la section IV « Mines et Métallurgie » du Congrès général du Génie civil.

669.13 : 31 (73). — La production de la fonte aux Etats-Unis d'Amérique. *Schweizerische Bauzeitung*, 3 août 1918, t. LXII, p. 46, 50 mots. — Elle s'est élevée à 39,1 millions de tonnes en 1917, contre 40,4 millions en 1916, et 31,4 millions en 1913. La plus grande partie (30,5 millions de tonnes) est fournie par 307 hauts fourneaux, chauffés au coke. — J. C.

672.41. — La production du fer-blanc. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 235, 200 mots. Analyse d'un rapport de M. Pétin, à la section IV « Mines et Métallurgie » du Congrès général du Génie civil.

669.262. — Ferrochrome et ferrocobalt. *Met. and. Chem. Eng'ing*, 15 février 1918, p. 208; *Sc. Abst.*, avril 1918, p. 133, 200 mots. — Description de deux nouveaux alliages. Le ferrochrome contient 25 à 30 pour 100 de Cr, 1,5 à 3 pour 100 de C et 0 à 3 pour 100 de Si; l'alliage est très dur et résiste à l'oxydation, spécialement quand il est riche en Si, lequel le rend cassant cependant; il est fibreux, peut être forgé, recuit, trempé, travaillé à la machine et peut être utile comme abrasif pour plaques de turbines, outils coupants; un de ces alliages ne fut pas sensiblement corrodé par un séjour dans une atmosphère oxydante à 1100° pendant deux semaines. L'autre alliage est un ferrocobalt, de formule approximative Fe^2Co, avec 2 à 6 pour 100 de Si; l'hystérésis est faible et la saturation magnétique élevée, surtout avec forte teneur en Si; le pourcentage de carbone doit être tenu aussi faible que possible.

669.5. — La dézincification des tuyaux en laiton; E.-B. Story. *Metall. and Chem. Eng.*, 1er décembre 1917, p. 653-655; *S. Astracts.*, mars 1918, p. 92-93. — L'article montre comment du laiton employé commercialement pour les tuyauteries d'eau se transforme en un corps d'apparence brillante qui se fendille rapidement et crève sous le moindre grattage. Le tuyau de laiton qui est atteint de cette transformation se recouvre invariablement d'un dépôt gris blanc. Quand on enlève ce dépôt et qu'on gratte le laiton, le métal restant est beaucoup plus rouge. Cette transformation est appelée « dézincification »; l'article contient des analyses de morceaux de laiton dézinciflés ainsi que des microphotographies de laitons en cours de dézincification; on assure que la moindre cause telle que des trépidations ou de légères contraintes peuvent être suffisantes pour produire la concentration du cuivre et déclancher l'action qui dégénère finalement en une mise hors de service du tuyau. — P. V.

669.71 : 31 (73). — La production de l'aluminium aux Etats-Unis. *Schweizerische Bauzeitung*, 17 août 1918, t. LXXII,, p. 55, 40 mots. — Elle est montée en 1917, à 81 000 t, contre 63 000 en 1916, 45 000 en 1915 et 22 000 en 1913. — J. C.

669.71. — Le développement de la Aluminium Corpn Ltd. *R. G. E.*, 10 août 1918, t. IV, p. 13 B, 100 mots.

COMBUSTIBLES

662.64. — Procédé d'agglomération des lignites. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 229-231, 2 200 mots. Reproduction d'un rapport de Ch. Duval à la Chambre syndicale de la Tourbe et du Lignite.

622 (44). — L'accroissement du domaine minier français. *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 126-128, 2 500 mots. Analyse du rapport de Dayras à la section IV « Mines et Métallurgie » du Congrès du Génie civil.

662.66. — L'avenir de l'emploi du charbon; W.-H. Booth. *Electrical Review*, 9 août 1918, t. LXXXIII, p. 125, 1350 mots. — Dans cet article l'auteur examine quel est le meilleur emploi à faire du charbon, il incline pour son utilisation dans de grandes centrales.

662.69. — Les moyens d'économiser les ressources en combustibles des Etats-Unis; George A. Burrell, P.-M. Biddison et C.-G. Oberfell, du Bureau of Mines. *G. E. R.*, avril 1918, t. XXI, p. 247-248, 1 500 mots; J.-C. Mc Dowell. *Idem*, p. 249, 2 200 mots. — Ces articles, qui forment les 15e et 16e de la série que la *G. E. R.* a publiée sur ce sujet, sont consacrés à la description des procédés employés pour extraire des gaz naturels, très abondants aux Etats-Unis, les vapeurs condensables et en obtenir de la gazoline.

Digitized by Google

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

338 (494). — Le développement industriel de la Suisse depuis la guerre : De Launay. *La Nature*, 13 juillet 1918, n° 2 336, p. 1-5, 3 000 mots, 2 fig. — L'auteur montre les progrès réalisés par l'industrie suisse et nous met en garde contre la pénétration allemande dans ce pays.

622(44-5). — La situation et l'avenir de l'industrie minérale dans les colonies françaises. *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. IV, p. 27-29, 1 500 mots. Analyse du rapport de J.-M. Bell à la section IV « Mines et Métallurgie » du Congrès du Génie civil.

351.82. — Rapport sur la protection des industries essentielles. *Electrical Review*, 17 mai 1918, t. LXXXII, p. 464, 1 500 mots.

669 (003). — La question des cahiers des charges relatifs aux produits métallurgiques. *R. G. E.*, 27 avril 1918, t. III, p. 630-631, 1 200 mots. Analyse du rapport de G. Charpy à la section I « Travaux publics et Constructions civiles » du Congrès du Génie civil.

622 + 669 (47). — L'industrie minière et sidérurgique de la Russie en 1913 et son futur développement ; Alexandre Gouvy. *Mémoire de la Société des Ingénieurs civils de France*, octobre-décembre 1917, 70e année, p. 762-815, 20 800 mots. — Dans cette étude très documentée, l'auteur examine successivement les combustibles, les minerais de fer et manganèse, les installations de hauts fourneaux, aciéries et laminoirs, l'industrie de la construction mécanique et métallique, enfin les voies de transports de la Russie.

622 + 669 : 368. — La prévoyance sociale dans les mines et la métallurgie. *R. G. E.*, 29 juin 1918, t. III, p. 950 mots. Analyse du rapport de François Villain à la section IV « Mines et Métallurgie » du Congrès du Génie civil.

338 (42). — La paix industrielle. *Electrician*, 31 mai 1918, t. LXXXI, p. 88, 1 800 mots.

338 (42). — L'idéal pour les industriels britanniques. *Electrical Review*, Londres, 31 mai 1918, t. LXXXII, p. 508, 1 500 mots.

338. — Les constructeurs préparent la période de reconstruction. *Electrical Review*, Londres, 10 mai 1918, t. LXXXII, p. 433-434, 2 000 mots.

338 (42-5). — La répartition au dela des mers des ressources techniques ; Leonard Andrews. *J. I. E. E.*, p. 1 à 11, 10 000 mots, 2 fig. — L'auteur fait part d'une série d'observations personnelles recueillies au cours des quinze dernières années qu'il a passées en grande partie dans les colonies. Il insiste en particulier sur les points suivants : la prospérité nationale de l'empire britannique dépend si étroitement des industries techniques qu'il semble justifié de faire appel au crédit de l'Etat pour améliorer la répartition transocéanique du matériel technique. Le contrôle de l'industrie par l'Etat suivant la méthode allemande tendrait à paralyser l'initiative individuelle qui est le fondement de la suprématie britannique. Le « Service d'Etat », analogue au service postal, ayant pour objet d'étendre le bénéfice de la civilisation moderne aux sujets britanniques dans tous les dominions sans viser nécessairement à réaliser des profits immédiats, resserrerait grandement les liens de l'Empire et déterminerait finalement une demande énorme pour les produits britanniques. — Le commerce transocéanique du matériel technique devrait être dirigé suivant la même voie que les grandes entreprises d'électricité, spécialement en ce qui cousiste à traiter la production et la distribution comme des branches distinctes mais alliées de l'industrie. — L'administration du commerce transocéanique du matériel technique pourrait être coordonnée par un bureau central de contrôle composé de représentants des diverses organisations (publiques, privées) qui s'occupent actuellement de ces questions. Un tel bureau aurait pour mission d'établir des centres de répartition sur chacun des marchés servant de lien entre les consommateurs et pouvant employer une agence d'achat décentralisée pour servir de lien avec les fabricants. — L'auteur rappelle un passage du *New-York Times* (29 décembre 1916) : « La nation qui sortira réellement victorieuse de la guerre sera celle qui pourra le plus rapidement réparer ses pertes et reconquérir sa place dans la lutte économique ». — A. B.

351.824 (494). — La réglementation du commerce des métaux en Suisse. *R. G. E.*, 27 juillet 1918, t. IV, p. 11 B, 150 mots.

382. — Les méthodes commerciales des Allemands en Argentine. *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. IV, p. 3 B, 300 mots.

382 (43 : 44). — Le commerce avec l'ennemi. *Electrical Review*, Londres, 31 mai 1918, t. LXXXII, p. 512-513, 1 600 mots.

338.8 (44). — Ententes industrielles et leur organisation en syndicats coopératifs. *R. G. E.* 15 juin 1918, t. III, p. 883, 370 mots. Analyse du rapport de E. Barbet, V. Cambon et F. Mainie, à la section VIII « Organisation rationnelle du travail industriel » du Congrès du Génie civil.

016 : 62. — La coordination de la publication scientifique. *Engineering*, 10 mai 1918, t. CV, p. 522-524, 2900 mots. — Le philosophe d'autrefois disposait de tout son temps, il était peu ou pas troublé par ce qui se passait en dehors de lui et pourvu que ses écrits n'aient pas été dirigés contre les puissants, sa vie s'écoulait tranquillement à composer des livres qui, pour la plupart, ne nous sont pas parvenus. Il n'en est plus de même aujourd'hui, le savant devant être au courant de tout ce qui s'écrit dans le monde et ce n'est pas là une mince besogne ; dans une conférence à la Society of British Gas Industries, sir R. Hadfield faisait remarquer qu'il existe en Angleterre 519 sociétés savantes et 601 dans le Royaume-Uni et si on compte le nombre de publications scientifiques parues depuis 1884, on en trouve plus de 1 400, la consultation seule du catalogue constitue déjà un travail d'importance. Il faut remarquer en outre qu'il est très difficile de réaliser une réduction, car, par exemple, une étude sur un nouvel alliage intéresse non seulement le métallurgiste, mais encore l'ingénieur, le chimiste, le physicien, même le médecin et chacun de ces spécialistes désire avoir l'article in extenso dans son journal particulier ; la coordination de la publication scientifique est donc un problème délicat, d'une résolution difficile à laquelle s'est attachée la Faraday Society avec le concours des directeurs des principaux journaux scientifiques ainsi que des représentants d'autres sociétés scientifiques. L'article donne un résumé des discussions et communications faites par différentes personnes sur ce sujet ; toutes les idées émises et comparaisons faites ne diminuent en rien la confusion actuelle et la question reste entièrement à résoudre. — E. B.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. Le Gérant : J.-B. Nouet.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.165. — Puissante turbine Francis à grande vitesse. *Electrical Review*, Londres, 12 avril 1918, t. LXXXII, p. 358, 700 mots, 1 fig. — Description d'une turbine de 25 000 ch, récemment construite par la Puget Sound Traction, Light and Power Co, qui constitue la turbine, modèle Francis, la plus puissante du monde entier. — A. B.

621.175. — Condensation de la vapeur; A. ARNOLD. *Electrical Review*, Londres, 12 avril 1918, t. LXXXII, p. 347-348, 1 900 mots. — Considérations élémentaires sur la pression qui règne dans les condenseurs suivant la température de l'eau et la présence d'une atmosphère gazeuse. — A. B.

621.187.3. — La prévention de la corrosion des tubes de condenseurs; Hartley LE H. SMITH. *Electric Railway Journal*, 17 août 1918, t. LII, p. 283-285, 3 200 mots. — L'auteur s'attache à montrer qu'on peut assurer une vie plus longue aux tubes de condenseurs par une meilleure sélection du métal et par des soins dans la construction plutôt que par une modification des conditions directement sous le contrôle de l'exploitant. Il termine par l'énoncé d'un certain nombre de règles qui pourraient être introduites dans les spécifications actuelles; ces règles concernent la composition chimique du métal, la grandeur du grain et sa mesure, et la dureté. — P. V.

627.133. — Détermination de la puissance moyenne donnée par une chute d'eau: André AUBIC, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, directeur de L'Energie électrique de la Basse-Isère. *La Technique moderne*, août 1918, t. X, p. 345-349, 5600 mots, 8 fig. — Dans cet article, l'auteur se propose de préciser ce qu'on doit entendre par « puissance moyenne », « puissance normale » d'une chute d'eau et, pour cela, prend comme exemple les calculs faits pour l'établissement d'une chute à Châteauneuf d'Isère et l'installation d'une usine hydro-électrique à Beaumont-Montreux, à 9 km en amont du confluent de l'Isère et du Rhône. — Les jaugeages effectués depuis plus de vingt ans par le Service des Ponts et Chaussées, à la station de Sillard, située à 2 km environ en aval de l'embouchure du canal de fuite de l'usine projetée, pouvaient être représentés très approximativement par les formules linéaires

$$h = 0{,}0045\,q - 0{,}43 \qquad \text{pour } q < 350 \text{ m}^3 : \text{sec},$$
$$h = 0{,}0023\,q - 0{,}33 \qquad \text{pour } q > 350 \text{ m}^3 : \text{sec},$$

où q est le débit et h la hauteur lue à l'échelle; le changement de formule pour le débit de 350 m³ : sec provient de ce que le lit mineur de l'Isère correspond à ce débit. En tenant compte des pertes de charge dans le canal d'amenée, les conduites forcées, le canal de fuite et des conditions de la concession qui limitent à 270 m³ : sec le débit dérivé et obligent à laisser en aval du barrage un débit minimum de 2 m³ : sec, on trouva que la hauteur de chute nette était donnée par

$$c = 11{,}70 - 0{,}0045\,q \qquad \text{pour } q < 300 \text{ m}^3 : \text{sec},$$
$$c = 11{,}10 - 0{,}0025\,q \qquad \text{pour } q > 300 \text{ m}^3 : \text{sec};$$

on en déduisit que la puissance disponible était, suivant que le débit de la rivière se trouvait au-dessous ou au-dessus du maximum autorisé pour le débit dérivé,

$$p = (q - 2)\,[11{,}70 - 0{,}0045\,(q - 2)];$$
$$p = 270\,(11{,}10 - 0{,}0025\,q);$$

on observa que la parabole représentée par la première de ces formules se confond sensiblement avec une droite entre le débit d'étiage (80 m³ : sec) et le débit dérivable et l'on substitua à cette formule la suivante :

$$p = 130 + 10\,q.$$

Le graphique donnant la puissance en fonction du débit se compose dès lors de deux droites, l'une montant rapidement depuis l'abscisse 0 jusqu'à l'abscisse 270 m³ : sec, l'autre descendant lentement à partir de cette dernière abscisse. — L'auteur passe ensuite aux définitions des termes usuellement adoptés dans les études de régimes hydrauliques. Il rappelle que le « débit caractéristique d'étiage » est le débit au-dessous duquel le débit réel ne descend que pendant 10 jours par an; que le « débit caractéristique moyen ou minimum annuel semi-permanent » est celui au-dessous duquel le débit réel descend pendant 180 jours au plus par an; qu'on aurait pu aussi considérer, si la nécessité s'en était fait sentir, le « débit caractéristique des hautes eaux », débit qui pourrait être, par exemple, celui au-dessus duquel le débit se maintient pendant 10 jours au plus par an. Il fait remarquer que la connaissance des deux premiers de ces débits ne suffit pas pour une représentation complète et exacte du régime. Aussi approuve-t-il les instructions de la circulaire ministérielle du 27 décembre 1916 demandant aux ingénieurs d'indiquer le pourcentage approché de la durée des eaux basses, moyennes et hautes (voir à ce sujet *R. G. E.*, 12 octobre 1918, t. IV, p. 549). Il approuve aussi celles de la circulaire du 26 novembre 1917 qui indiquent de calculer pendant une longue période le débit moyen correspondant à une date déterminée, « cette moyenne tendant vers une limite qu'on pourrait, par analogie avec le langage météorologique, appeler le débit *normal* correspondant à la date dont il s'agit ». Il fait toutefois deux critiques à ces prescriptions. La première est que, au lieu du débit moyen pendant une longue période continue, il serait préférable de connaître, d'une part, le débit moyen q_0 pendant une période d'années sèches, d'autre part, le débit moyen q_1 pendant une période d'années humides; on saurait ainsi entre quelles

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

limites probables se maintiendrait la puissance à une époque déterminée. La seconde, c'est que, au lieu de porter en abscisses les débits et en ordonnées les fractions de l'année pendant lesquelles le débit est plus grand que celui correspondant à l'abscisse (ce qui donne une courbe dont l'ordonnée est nulle pour le débit minimum et pour le débit maximum), il est préférable de considérer les « débits cumulés » à partir de la période des basses eaux et de construire une courbe des « pourcentages cumulés » en portant en ordonnée le pourcentage correspondant aux débits *inférieurs* au débit considéré (l'ordonnée de la courbe part de o pour le débit minimum et arrive à 1 pour le débit maximum). L'auteur montre alors par des figures les formes que prend cette courbe dans divers cas : débit à peu près constant (la majeure partie de la courbe se confond avec une droite verticale), débit variant régulièrement entre certaines limites (droite inclinée entre ces limites), débit se maintenant voisin de celui du régime des hautes eaux, etc ; il fait voir que, dans tous les cas, la portion moyenne de la courbe peut être représentée analytiquement par une formule permettant ensuite de résoudre numériquement toute une série de problèmes concernant l'exploitation. — Des considérations précédentes, M. Auric déduit quelques remarques. L'une est que l'Etat n'a pas intérêt à limiter trop bas le débit susceptible d'être dérivé, car il pourrait en résulter une perte définitive d'énergie pour la collectivité. Une autre est relative aux bases de classement des usines adoptées dans le projet de loi du 24 juillet 1917 sur l'utilisation de l'énergie hydraulique ; il n'y est pas question de *puissance moyenne*, mais seulement de la *puissance maximum* (produit de la hauteur de chute par le débit maximum de la dérivation) et de la *puissance normale* (produit de la hauteur de chute par le débit moyen annuel de la dérivation) ; suivant l'auteur, il eût fallu un élément simple et hors de toute discussion : la *puissance installée* à l'usine.

621.311.21(46). — Nécessité de développer les installations hydro-électriques en Espagne. *Electrical Review*, Londres, 7 juin 1918, t. LXXXII, p. 533-534, 800 mots. — La question de l'utilisation de la puissance hydraulique reçoit actuellement, en Espagne, une attention marquée de tous côtés. Il est peu de pays neutres qui aient plus souffert de la guerre que l'Espagne, où le manque de charbon est presque une calamité nationale. — L'Espagne demandait annuellement à l'étranger deux millions et demi de tonnes de charbon par an, soit environ 30 pour 100 de ses besoins. — Or l'Espagne est riche en forces hydrauliques. La puissance utilisée actuellement ne dépasse pas 250000 kw, soit environ les 8 pour 100 à peine de ce qu'il est possible d'obtenir par les grands cours d'eau seuls. La puissance totale disponible est d'environ 5 000 000 de ch, 5 fois environ celle qu'on attribue aux Iles Britanniques. — Il y existe actuellement un sérieux obstacle au développement hydro-électrique de l'Espagne, à savoir, la construction des grandes turbines à eau et des générateurs électriques. Jusqu'ici ces machines avaient été importées, ce qui est actuellement impossible. Un des plus grands constructeurs américains de turbines écrivait récemment : « Alors que l'Espagne et d'autres pays auraient un besoin si presssnt de développer leur puissance hydraulique, nous faisons très peu actuellement pour les aider, et jusqu'à ce que les conditions changent on n'aperçoit pas la possibilité d'améliorer la situation ». Les constructeurs anglais et, pouvons-nous ajouter, les constructeurs français, sont dans le même cas et il est regrettable de ne pouvoir saisir l'occasion qui se présente. Il est peu probable que l'Espagne puisse, sans aide, construire dans les cinq années qui vont suivre la machinerie lourde dont elle a besoin ; mais assurément elle essayera. Et après la guerre, conclut l'auteur, l'Allemagne reprendra sa suprématie sur le marché espagnol, tandis que l'Angleterre perdra la plus grande partie de son commerce en charbon, sans accroissement compensateur dans la fourniture des produits manufacturés. — A. B.

621.311.6. — Instruments pour les tableaux de distribution des stations centrales ; G.-W. Stubbings. *Electrical Review*, 14 juin 1918, t. LXXXII, p. 573, 1 400 mots. — Les ampèremètres ou les wattmètres à lecture directe ne servent qu'à indiquer approximativement la charge sur une machine ou sur un feeder et, par suite, il n'est pas nécessaire que leur précision soit la plus élevée possible. Les voltmètres, en règle générale, doivent fournir une indication exacte et ils nécessitent une construction plus soignée. Les wattmètres intégrateurs donnent le résultat final de la transformation de l'énergie potentielle du charbon en énergie électrique et, si l'on désire connaître avec certitude le rendement de cette transformation et obtenir le fonctionnement optimum des machines génératrices, il faut que ces instruments aient la plus grande précision possible et que cette précision se maintienne, sauf accident, pendant un temps indéfini. — A. B.

621.311.5. — La distribution triphasée à quatre fils. G.-E. Wagner. *Electr. Rev.*, Chicago, 20 avril 1918, t. LXXII, p. 671-675 ; *Science Abstracts*, juin 1918, p. 231, 400 mots. — L'auteur discute les économies et les avantages de ce système de distribution et les précautions qu'il faut prendre avec lui. Les transformateurs polyphasés sont connectés en étoile au primaire et en triangle au secondaire ; les transformateurs monophasés sont connectés entre phase et neutre ; ce dernier doit être mis à la terre. Les poids de cuivre nécessités par divers systèmes de transmission pour charges égales sont : monophasé, 100 ; diphasé, 4 fils, : 100 ; diphasé, 3 fils : 72,9 ; triphasé, 3 fils : 75 ; triphasé, 4 fils : 33,3. En général le triphasé à quatre fils se présente ainsi : 4000 v entre phases et 2300 entre phases et neutre. La section des conducteurs exigée par ce système, pour la même charge et pour la même chute de tension, est le tiers de celle qui convient à la distribution à 3 fils. Si un circuit 4 fils est employé pour la force motrice seulement, 3 fils suffisent, mais le fil neutre doit être conservé si on emploie des transformateurs monophasés. Si deux circuits monophasés à 2300 v sont combinés pour former un circuit à 4 fils 2300 4000 v, la puissance qu'on peut transmettre avec le circuit triphasé égale 3 fois celle des 2 circuits monophasés combinés. La tension plus élevée d'un système à 4 fils nécessite une isolation supplémentaire des lignes souterraines. — Lorsqu'on passe du système à 3 fils au système à 4 fils on n'altère pas la tension des transformateurs abaisseurs ; on peut donc se servir des mêmes. Vu la connexion en étoile et la simplicité de régulation, le système à 4 fils peut être employé à alimenter de la lumière, du chauffage et de la force motrice avec le même circuit. En vue de protéger toutes les parties du circuit contre les surtensions ainsi que les transformateurs monophasés d'éclairage, le neutre doit être mis à la terre à la station centrale et à un nombre suffisant de points le long de la ligne. Le principal avantage du système triphasé à 4 fils est qu'il permet une augmentation de tension et la connexion en étoile. — P. V.

621.311.74. — La commande mécanique des sectionneurs montés sur hauts pylônes. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 232, 300 mots, 4 fig. Analyse d'un article de M.-M. Samuels et Bechoff, paru dans *Electrical World*, 30 mars 1918, t. LXXI, p. 657.

621.311.75. — Rhéostats à compression. *Eng. Club Philadelphia, J.*, avril 1918, p. 187-188 ; *Science Abstracts*, juin 1918, p. 222, 400 mots. — Outre les risques de détérioration dus à l'oxydation, à la cristallisation et aux vibrations, la grande objection qu'on peut faire aux rhéostats à sections est la régulation plus ou moins précise obtenue lorsqu'on passe d'une touche à l'autre. Les rhéostats à compression fournissent au contraire une graduation continue du réglage du courant ; de plus un rhéostat à sections, avec beaucoup de touches, est coûteux ; s'il ne possède que peu de touches, le contrôle est peu serré et le risque de for-

Digitized by Google

Digitized by Google

mation d'étincelles est grand. — Les caractéristiques du carbone pour la fabrication des rhéostats à compression sont : faible résistance interne et résistance de contact élevée; grande résistance à l'oxydation quand il est hors de l'influence de l'air ambiant; pas de ramollissement avec la chaleur, par conséquent aucune tendance à se souder; inertie chimique, non affecté par l'humidité, non sujet à corrosion; chaleur spécifique élevée; coefficient de température négatif. — Les rhéostats Allen-Bradley sont constitués par des disques traités avec un réactif convenable leur donnant une grande résistance de contact se maintenant aux hautes températures. Les disques sont placés dans un tube en acier doublé d'un ciment réfractaire et fermé à ses deux extrémités. Un piston plongeur porte un bloc de graphique, et la compression s'effectue au moyen d'un levier ou d'une vis à volant. La pression est, par exemple, de l'ordre de 14 kg : cm². Des tubes de 2,70 cm peuvent supporter 30 A, des tubes de 3,80 cm et de 4,76 cm² peuvent supporter 60 A par tube. Pour des courants plus élevés les tubes sont connectés en parallèle ou en série-parallèle. Généralement on obtient une échelle de résistances de 100 à 1; on peut obtenir une graduation de 200 à 1 avec des disques en graphite spécial. Le coefficient de température négatif est un inconvénient pour les rhéostats de génératrices et pour les rhéostats de champ des moteurs, car la surface de radiation est plutôt limitée. Ces appareils sont surtout bien adaptés aux services intermittents. — Ils conviennent pour tous types de démarreurs à courant continu et alternatif et pour les rhéostats de charge des batteries. Les vibrations ont plutôt un effet heureux sur les rhéostats à compression. Après un certain temps la résistance de contact des disques change, mais les disques durent généralement plusieurs années avant qu'il soit nécessaire de les remplacer. — P. V.

621.315.14. — Application du sens commun à la construction des lignes aériennes; Ch.-R. Harte. *Electric Railway Journal*, 17 août 1918, t. LII, p. 278-282, 3500 mots, 14 fig. — L'auteur s'applique à considérer de nombreux cas particuliers concernant la mise en place des pylônes; il estime que du temps et de l'argent peuvent être économisés par la coopération du calculateur de la ligne et du constructeur et par plus d'attention apportée à des détails habituellement négligés. L'article contient en particulier le tableau établi par l'American Electric Railway Association des profondeurs auxquelles il faut enterrer l'extrémité d'un poteau, selon le terrain et la longueur du poteau. Il se termine par des considérations sur les moyens mécaniques de pose des pylônes. — P. V.

621.315.62.00.23. — Verre au boro-silicium pour isolateurs; F.-M. Locke. *Brevet américain 1 233 486*; *Electrical World*, 17 novembre 1917, p. 951; *Science Abstracts*, mai 1918, p. 179, 200 mots. — L'auteur décrit un perfectionnement de son verre au boro-silicium pour isolateurs à haute tension. Il suggère les compositions suivantes :

	A	B	C		A	B	C
SiO^2.....	71	75	70	Al^2O^3.....	—	5	2
B^2O^3.....	28	15	13	Na^2O.....	—	4	—
Li^2O.....	1	1	9	Sb^2O^2.....	—	—	6

Entre autres il a découvert que l'addition au mélange d'un nitrate — tel que le nitrate de potassium ou de sodium — donne un verre transparent d'un blanc très pur à température de fusion plus basse. — P. V.

537.26. — Nouvelle matière isolante. *R. G. E.*, 24 août 1918, t. IV, p. 17 B, 100 mots. — Elle est formée d'un mélange d'amiante, de mica, de « caoutchouc minéral », de soufre et de résine.

621.315.2.00.42. — Localisation des défauts des câbles triphasés coupés; L. Lervin. *Elektrot. u. Maschinenbau*, 5 mai 1918, p. 210-212; *Science Abstracts*, juillet 1918, p. 269. — La position d'un défaut dans un câble triphasé peut être déterminée quand une ou plusieurs âmes sont coupées, par comparaison de la capacité des âmes individuelles, pourvu qu'aucune d'entre elles ne soit mise à la terre. Mais il arrive souvent qu'au moment de l'interruption de la seconde phase d'un câble triphasé l'arc fond le cuivre ou carbonise l'isolant de sorte qu'une âme ou plus dans chacune des deux parties peut être à la terre. L'auteur étudie plusieurs cas mathématiquement et calcule la position et l'importance du défaut. Si toutes les âmes d'une portion BC sont à la terre et aucune dans l'autre moitié AB, la fixation du défaut se détermine, comme on sait, par des mesures de la capacité d'une âme isolée de AB, et la comparaison de la valeur obtenue avec la capacité par kilomètre donnée par la feuille d'essai du câble. Puisque cette valeur varie selon le nombre d'âmes mises à la terre, il serait très utile que les fabricants de câbles indiquent sur leurs bulletins d'essais les trois valeurs de la capacité, c'est-à dire C_1 quand aucune âme n'est à la terre, C_2 quand une âme est à la terre et C_3 quand deux âmes sont à la terre.

P. V.

621.316.+654.6. — Neutralisation des actions perturbatrices apportées par des circuits extérieurs dans les transmissions électriques à faibles courants. *R. G. E.*, 24 août 1918, t. IV, p. 281-281, 1200 mots, 8 fig. Analyse d'un brevet d'invention n° 482375 et première addition n° 20256 au brevet principal des Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est.

621.352. — La pile au permanganate; A.-W. Warrington. *Chem News*, 1er mars 1918, p. 97-98; *Science Abstracts*, mai 1918, p. 187. — Décrit quelques expériences montrant les avantages du permanganate comme dépolarisant au lieu de bichromate, dans les piles. — P. V.

621.355.1. — Les caractéristiques des salles de batteries d'accumulateurs; E.-C. Mc Kinnon. *Electrical Review*, Chicago, 1er juin 1918, t. LXXII, p. 927-928, 1200 mots, 8 fig. — C'est un fait qu'on donne rarement une suffisante attention aux salles de batteries. Dans une conférence faite à l'Institution of Electrical Engineers, l'auteur a exposé un certain nombre de détails concernant la question. — La ventilation est importante, mais elle doit se contenter surtout d'expulser les gaz. De forts courants d'air produisent une évaporation anormale de l'électrolyte et, à moins d'être uniformément distribués, ils peuvent provoquer une contraction inégale de l'armature en bois de la batterie, des bacs, etc. Quand le besoin existe d'une ventilation forcée, il est préférable de faire un appel d'air, car l'air arrivant peut être facilement épuré et l'air extrait passé à travers une chambre équipée avec des filtres à acide ou des séparateurs. — Il existe une telle diversité d'opinions concernant les parquets des salles d'accumulateurs qu'il n'est pas facile de donner des indications absolues; la question se simplifie si la salle est à un seul étage, auquel cas du béton ou des cendres comprimées formeront une base convenable; avec les cendres, cependant, il faut se méfier d'une combustion spontanée. Dans les bâtiments à deux ou plusieurs étages, la tendance est d'employer du béton renforcé. Quant à la matière à placer sur la fondation, le choix est très varié : ciment, coaltar, bitume, asphalte, tuiles ou briques vitrifiées, blocs de bois, feuilles de caoutchouc. Il est difficile de faire un parquet inattaquable par l'acide avec des briques ou des tuiles posées dans le ciment. L'asphalte est un excellent recouvrement inattaquable, mais ne peut supporter des poids lourds et très ramassés, surtout dans des salles chaudes. Le meilleur parquet est peut-être celui fait de briques ou de tuiles posées sur du béton, jointoyées avec un composé inattaquable, asphaltique ou bitumineux. L'auteur donne ici quelques détails concernant la pose d'un tel parquet. L'inclinaison du parquet est importante et des discussions s'élèvent de temps à autre sur les mérites comparés de la pente et du parquet de niveau. L'auteur préconise une pente graduelle de 8,50 mm : m d'une extrémité à l'autre de la salle, ou de chaque extrémité vers le centre

Digitized by Google

Digitized by Google

avec des gouttières. — Il s'occupe ensuite de la construction des murs et du plafond, des supports des bacs, etc. Nous renvoyons à l'original pour le détail de ces divers points. — P. V.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.312.00 42. — Perfectionnements aux générateurs et moteurs électriques; J. Shepherd. *Brevet français n° 486599*, demandé le 27 août 1917, délivré le 29 janvier 1918, publié le 18 avril 1918, 4700 mots, 15 fig. — L'invention consiste dans l'application aux générateurs et moteurs électriques du refroidissement par circulation de liquide. Elle utilise pour cela des éléments de supports de bobines creux et des couronnes annulaires, ces éléments étant incorporés au bâti du stator ou au corps du rotor ou leur étant assujettis solidement de façon à servir de supports aux enroulements. Cette disposition supprime la ventilation avec ses inconvénients et contribue à la solidité de la machine. L'invention décrit, en outre, divers moyens de faire passer le liquide refroidisseur à travers les éléments creux et diverses dispositions possibles de ces éléments, soit aux extrémités des noyaux de rotor ou de stator, soit dans des rainures longitudinales clavetées ou non, etc. — J. C.

621.333. — Système de commande de moteurs électriques; Société anonyme Westinghouse. *Brevet français n° 486311*, demandé le 28 juillet 1917, délivré le 28 décembre 1917, publié le 22 mars 1918, 2100 mots, 3 fig. — L'invention se rapporte à un système de commande pour les moteurs de chemins de fer électriques qui doivent permettre la récupération par freinage; elle emploie un système de relais excités différentiellement en rapport avec la tension du circuit d'alimentation et les tensions combinées des moteurs. Ce système maintient la tension des moteurs à une valeur correspondant à la tension d'alimentation de sorte que, pratiquement, l'action récupératrice peut être obtenue en tout temps et presque immédiatement. — J. C.

621.434. — Perfectionnements aux démarreurs électriques pour moteurs à combustion interne; A.-H. Midgley et Société C.-A. Vandervell and Company Ldt. *Brevet français n° 486153*, demandé le 17 juillet 1917, délivré le 18 décembre 1917, publié le 14 mars 1918, 1000 mots, 1 fig. — L'invention a pour but de diminuer le déplacement longitudinal de l'arbre du démarreur, pour ceux de ces appareils qui utilisent ce déplacement pour l'embrayage. On emploie dans ce but un disque de friction en relation avec le pignon de démarrage et monté sur une rampe hélicoïdale placée en bout d'arbre du rotor mobile. La disposition est telle que ce disque est mis en fonction par le déplacement longitudinal de l'arbre avant l'engrènement initial des organes de transmission. — J. C.

621.165 : 621.348. — Propulsion électrique des navires par la turbine Ljungstrom. *Electrical Review*, Londres, 17 mai 1918, t. LXXXII, p. 459-462, 2400 mots, 7 fig. — L'auteur décrit la machinerie du premier navire de commerce anglais mû électriquement, le Wulsty Castle, construit par John Blumer and Co, de Sunderland, pour la Lancashire Shipping Co. L'installation présente un intérêt exceptionnel, dit l'auteur, non seulement en ce qu'elle inaugure une ère nouvelle dans la construction maritime anglaise, mais aussi parce que la source de puissance motrice est la turbine à vapeur de Ljungstrom, machine unique par sa conception et sa construction, d'un rendement élevé et d'un poids relativement faible. — A.-B.

621.838.23. — Mécanisme pour la mise en marche des automobiles et machines analogues; C. Bosworth Kurtz. *Brevet français n° 484962*, demandé le 31 mars 1917, délivré le 31 aout 1917, publié le 27 novembre 1917, 1850 mots, 3 fig. — Il s'agit d'un embrayage magnétique spécialement étudié pour pouvoir être logé facilement à l'intérieur du volant de la voiture et comportant des pignons réducteurs de vitesse. — J. C.

621.335+621.43. — Dispositifs de commande perfectionnés pour véhicules marchant au pétrole et à l'électricité; Société Tilling Stevens Ldt et P. Frost Smith. *Brevet français n° 486239*, demandé le 21 juillet 1917, délivré le 22 décembre 1917, publié le 19 mars 1918, 1850 mots, 2 fig. — L'invention a pour but de faire varier la vitesse du véhicule en effectuant la commande de la résistance d'excitation du générateur et de la résistance de champ du moteur au moyen d'un levier unique, commandant un combinateur, ce qui permet de simplifier la manœuvre. — J. C.

621.349 : 655.3. — La commande électrique des machines d'imprimerie; C.-E. Clewell. *Electrical World*, 17 août 1918, t. LXXII, p. 302-305, 3500 mots, 8 fig., 4 tab. — Dans cet article l'auteur produit un certain nombre de tableaux indiquant les puissances des moteurs à accoupler aux presses suivant leurs dimensions et le nombre d'impressions à l'heure, les puissances des moteurs des plieuses d'après le nombre de tours, etc. Il discute ensuite les avantages des différents genres de moteurs (alternatifs ou continus), ainsi que les caractéristiques de l'entraînement par courroie et de l'attaque directe. Il termine par des considérations sur les contrôles automatique et semi-automatique effectués par boutons-poussoirs et en énumère les précieux avantages. — Son article est illustré de huit photographies montrant des installations diverses de commande électrique et des panneaux de contrôle. — P. V.

621.31 : 623 8. — L'emploi de l'électricité et les accidents électriques dans les mines. *Electrical Review*, 5 avril 1918, t. LXXXII, p. 333-334, 1400 mots, 6 tab. — Le rapport général annuel de l'inspecteur en chef des mines (Angleterre) pour 1916 indique que l'emploi de l'électricité a pris une extension considérable malgré les difficultés dans la production de l'électricité et du matériel. — A. B.

621 347 + 63.171.24. — Appareillage de labourage électrique système P. Befort. *Bull. Soc. Encourag. Ind. nat.*, février 1918, t. CXXIX, p. 181, 200 mots, 5 fig. — L'énergie électrique est fournie sous la tension de 480 v, par une dynamo des Ateliers électriques de Saint-Ouen, de 35 ch, montée sur un camion automobile à vapeur; cette station automobile ne pénètre pas dans les terres et serait supprimée au cas où une distribution à courant continu 500 v pourrait être utilisée. Le courant est transmis à des treuils automobiles dont le déplacement est commandé par le moteur électrique qui actionne le treuil. — En vue de faciliter aux intéressés l'obtention de renseignements sur ce matériel, ajoutons qu'il est construit par M. Befort, 4, rue Jacques-Cartier, à Paris.

621.347. — Energie nécessaire aux travaux de culture; Max Ringelmann. *Bull. Soc. d'encouragement pour l'Industrie nationale*, janvier-février 1918, t. CXXIX, p. 157-161, 600 mots, 5 fig. — Les électriciens qui se préoccupent de l'application de l'électricité aux travaux agricoles trouveront dans cette note des données pratiques intéressantes sur l'énergie nécessitée pour l'accomplissement de ces travaux. Ces données sont fournies sous forme de tableaux indiquant l'effort de traction en kilogrammes par mètre de largeur travaillée pour la préparation d'une terre pour blé d'hiver (labour léger et hersage), d'une terre pour betteraves sur céréales (déchaumage, roulage, deux labours, trois scarifiages, trois hersages, deux roulages), d'une terre pour avoine au printemps, etc., etc.; pour avoir l'énergie nécessaire par hectare exprimée en kilogrammètres, il suffit de multiplier par 10 000 les nombres donnés. Ceux-ci sont compris entre des limites très éloignées : 19,5 kg et 94,9 kilogrammes par mètre de largeur. Les cinq figures donnent sous forme graphique les quantités d'énergie requises pour les divers travaux des cinq préparations de terre envisagées dans les tableaux. — Ajoutons que cette note est suivie de

Digitized by Google

Digitized by Google

plusieurs autres sur des sujets connexes que nous ne ferons que signaler : données générales sur les tracteurs, la culture mécanique dans les régions libérées, la culture mécanique en Angleterre, déplacement des tracteurs sur route, labour et hersage au tracteur, système Lambert, de calage des tracteurs-treuils, essais de labourage de Rabat, essais du ministère de l'Agriculture en 1917.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33 (494). — Les caractéristiques techniques du chemin de fer électrique Langenthal-Melchnau (Suisse); F. Marti-Ziegler. *Schweiz. Elektrot. Verein, Bull*, janvier 1918, p. 1-8; *Science Abstracts*, mai 1918, p. 200-201, 700 mots. — Cette ligne forme un embranchement du chemin de fer à voie étroite Langenthal-Oensingen qui a fonctionné en courant continu à 1 000 v depuis 1907 : la nouvelle ligne forme un long circuit par Roggwil et Saint-Urban. Longueur : 12 km, voie de 1 m, pente maximum, 4,5 pour 100 ; rayon minimum, 60 m. Le matériel roulant se compose d'une locomotive de 20 t à quatre moteurs de 75 ch ; une automotrice à quatre essieux de 24 t, de 4 × 75 ch ; une à deux essieux, de 14,7 t de 2 × 75 ch, et un certain nombre de remorques et de wagons à marchandises. L'article s'étend longuement sur l'équipement électrique de la ligne et des locomotives, sur le poids et la vitesse des trains, etc. La dépense a été de 10 000 fr : km, mais on n'avait à construire ni bureaux, ni hangars, ni ateliers de réparations, ni sous-stations. — P. V.

621.335. — Trains à unités multiples à six moteurs de Montréal; K. Mac Leod. *El. Ry. J.*, 2 mars 1918, p. 403-404 ; *Science Abstracts*, mai 1918, p. 201, 100 mots. — Quelques-unes des lignes de tramways autour de Montréal sont accidentées, avec des pentes atteignant 13 pour 100 ; elles sont équipées avec des trains à unités multiples à deux voitures contrôlées par des appareils Westinghouse avec le courant d'une batterie, chaque voiture ayant un contrôle identique, excepté les rhéostats. Il y a quatre moteurs sur les automotrices et deux sur le bogie d'avant des remorques. — Un diagramme représente les connexions des cinq circuits distincts du contrôle. — P. V.

621.335. — Notes sur les locomotives électriques. *Electrical Review*, Londres, 29 mars 1918, t. LXXXII, p. 291-292, 2 400 mots. — Examen rapide des essais réalisés en France sur les lignes de la Compagnie des Chemins de fer du Midi ; en Allemagne, sur la ligne Dessau-Bitterfeld et sur les lignes de Silésie ; en Suisse, sur le chemin de fer du Löetschberg ; aux Etats-Unis, sur le chemin de fer de New-York, New Haven et Hartford. — Les principes suivis actuellement en Amérique diffèrent notablement de ceux qui étaient en faveur en Europe avant la guerre, mais d'après les nombreux rapports qui ont été publiés, plusieurs des locomotives essayées en Europe ont été soit entièrement rejetées, soit reconstruites en vue de rendre le système d'entraînement élastique. — A. B.

621 333.00.46. — Etude sur l'usure des paliers à billes d'armatures de moteurs de traction; Walter Fink. *Electric Railway Journal*, 24 août 1918, t. LII, p. 339, 1000 mots, 1 tab. — Une compagnie de tramways américaine utilise, en particulier, sept voitures dont les moteurs sont pourvus de roulements à billes ; elle a entrepris de déterminer l'usure des billes et d'examiner l'état des chemins de roulement et des séparateurs après deux années d'exploitation et un parcours de plus de 150 000 km. Un tableau résume ces mesures ; on y voit que les billes, côté collecteur, n'ont subi aucune usure ; celles côté pignon ont subi une usure variable ne dépassant pas 12/100 de mm. — P. V.

621.334. — Trucks sans conducteur dans l'exploitation d'une carrière. *Electric Railway Journal*, 20 août 1918, t. LII, p. 307-308, 500 mots, 3 fig. — Ils sont utilisés par la Casarbis Stone Cy, de Kenneth (Ind.) ; ils transportent 5 000 à 6 000 t de pierres par journée de dix heures. Ils sont au nombre de 20 ; ils reçoivent leur énergie motrice et leur contrôle d'un troisième rail et sont commandés d'une tour centrale de contrôle décrite complètement dans l'article. Un seul homme suffit au contrôle des 20 trucks qui sont chargés par trois élévateurs à vapeur distribués dans le chantier. L'une des photographies représente un truck en marche ; une autre, à l'arrêt devant l'élévateur ; la dernière, l'équipement de la tour de contrôle. — P. V.

625.215. — Les forces agissant directement ou indirectement sur le châssis d'un bogie; Norman Litchfield. *Electric Railway Journal*, 17 août 1918, t. LII, p. 286-288, 4800 mots, 1 fig. — Cet article termine celui du même auteur publié dans « Electric Railway Journal » du 20 juillet. Après avoir examiné l'effet de quelques forces (dues au freinage en particulier), l'auteur indique rapidement comment il est possible de calculer les châssis de bogie d'après les principes de la mécanique. Il estime qu'on peut considérer un châssis entre ses supports comme une simple poutre et en calculer les moments fléchissants — P. V.

621.335+621.43. — Quelques nouveaux types de locomotives pétroléo-électriques pour voies étroites. *The Tramway and Railway World*, 11 juillet 1918, t. XLIV, p. 9-10, 500 mots, 4 fig. — Description de quelques locomotives Dick-Kerr pour voies de 60 cm. Elles ont 4,75 m de longueur, une largeur extrême de 1,65 m et une hauteur d'environ 2,55 m. Elles pèsent environ 7 t. Chaque locomotive est pourvue d'un moteur à explosion à quatre cylindres de 45 ch qui entraîne, par un accouplement élastique, une génératrice ventilée de 30 kw. Ces machines font 1 000 t : min ; la tension est de 500 v ; les deux moteurs de traction entraînent, au moyen d'un engrenage à simple réduction 6,68 : 1, les essieux portés par des roues de 815 mm de diamètre ; ils sont d'une puissance continue de 12 ch et d'une puissance unihoraire de 25 ch ; ils impriment à la locomotive une vitesse de 8,300 km : h en puissance unihoraire ; ils fonctionnent en parallèle, la régulation de la vitesse étant obtenue par variation de la tension. L'article contient encore quelques détails de manœuvre ou de disposition de l'appareillage. — P. V.

621.332.7. — Corrosion des tuyaux et câbles souterrains par le courant des chemins de fer électriques. *Schweizerische Bauzeitung*, 17 août 1918, t. LXXII, p. 55, 200 mots. — Mention du premier rapport du « Bulletin de l'Union électrotechnique suisse » sur cette question. Cette première partie traite de la nature et de l'importance des corrosions déterminées par les courants vagabonds. D'autres rapports en préparation traiteront des remèdes à y apporter. — J. C.

621.335 033.4. — Locomotive à accumulateurs. *Engineer*, 8 mars 1918, p. 213 ; *Science Abstracts*, avril 1918, p. 161, 300 mots. — Les roues ont 940 mm de diamètre, avec un empattement de 2,50 m ; le poids total est de 17 t. Elle est équipée avec 2 moteurs, un par essieu. Chaque moteur peut donner, en puissance unihoraire, 27 ch sous 160 v et 41 ch sous 250 v, avec une élévation de température ne dépassant pas 75°. La locomotive peut remorquer 90 t à 16 km : h en palier. La commande est série-parallèle. On a pris grand soin d'assurer une ventilation efficace de la batterie. L'équipement se compose d'un interrupteur automatique et d'un inverseur pour la charge et la décharge. La batterie consiste en 108 éléments ; les plaques positives sont du type Planté ; les négatives du type à cellules. Les bacs sont en bois de teck ; ils sont garnis de plomb et pourvus d'un couvercle, de trous de ventilation, etc. La capacité est de 30 A en dix heures et 150 A en une heure ; le poids total de la batterie est de 6 400 t. — La locomotive a été construite par la North Staffordshire Ry Co, pour les Oakamoor Copper Works, de T. Bolton and Sons, ltd. — P. V.

Digitized by Google

Digitized by Google

621.333. — Comment le vernissage et le séchage des enroulements peuvent diminuer l'apparition des défauts dans les moteurs de tramways; V. Dobson. *Electric Railway Journal*, 15 juin 1918, t. LI, p. 1149-1152, 2550 mots, 1 fig. — Dans cet article l'auteur décrit l'appareillage qui est nécessaire pour enduire convenablement et sécher ensuite les enroulements des moteurs de tramways en indiquant les moyens d'obtenir ainsi les meilleurs résultats.

621.335.00.42. — Sur le fonctionnement rationnel de l'équipement d'un tramway électrique; C.-W. Squier. *Electric Railway Journal*, 17 août 1918, t. LII, p. 275-277, 2000 mots, 4 fig., 2 tab. — L'auteur discute les effets de divers régimes d'accélération et de freinage sur les variations de la vitesse et sur la puissance consommée, ainsi que la relation existant entre la longueur et le nombre des arrêts et la dépense d'exploitation. Un certain nombre de courbes illustrent ses résultats. — P. V.

621.333. — Emploi des courbes de l intensité du courant et de la puissance des moteurs de tramway; C.-W. Squier. *Electric Railway Journal*, 18 juin 1918, t. LI, p. 1134 1136, 1350 mots, 2 fig. — Dans cet article l'auteur montre les résultats intéressants que l'on peut tirer de l'examen des courbes des moteurs de tramways.

621.333. — L'échauffement des induits dans les moteurs de traction; L. Adler. *Electrician*, 9 août 1918, t. LXXXI, p. 311-312, 2000 mots, 5 fig. — Cet article, extrait de l'*E. T. Z.*, contient une série de courbes des pertes d'énergie dans les moteurs suivant les conditions de fonctionnement.

621.335 + 621.315.15. — Emploi des parafoudres sur les tramways électriques; Q.-A. Brackett. *Electric Railway Journal*, 15 juin 1918, t. LI, p. 1145-1147, 2100 mots, 5 fig. — Dans cet article l'auteur discute l'emploi des parafoudres électrolytiques, à condensateur, etc., et donne des indications utiles pour leur installation et leur emploi.

625.622.6. — Les ateliers de réparation des dépôts de tramways; R.-C. Cram. *Electric Railway Journal*, 15 juin 1918, t. LI, p. 1137-1140, 2600 mots, 2 fig., 3 tab. — Quoique la traduction littérale du titre de l'article en question ne soit pas exactement celle ci-dessus, le sujet traité a surtout pour objet de montrer les avantages que présentent les ateliers de réparation bien organisés dans une installation de tramways. L'auteur montre en quoi doit consister un tel atelier et les résultats qu'on peut en tirer.

656 256.3. — La résistance maximum de réglage des circuits de voie dans les systèmes de block automatique: Throwgood. *Electrician*, 2 août 1918, t. LXXXI, p. 292, 300 mots.

656.25. — Signaux électriques et commande électrique sur les chemins de fer. *R. G. E.*, 10 août 1918, t. IV, p. 198-200, 1800 mots, 5 fig. Analyse d'un article de C.-M. Jacobs, *Electrician*, 11 janvier 1918, t. LXXX, p. 556-557, 1900 mots, 5 fig. D'après *J. I. E. E.*, juillet 1917, p. 1-7, 10 fig.

621.33 : 31(494). — Résultats acquis dans l'exploitation des chemins de fer électriques suisses; A. Givelet. *R. G. E.*, 24 août 1918, t. IV, p. 275-280, 5000 mots.

625.61 (44). — Etablissement d'une voie ferrée d'intérêt local de Loures à Mauléon-Barousse. *R. G. E.*, 10 août 1918, t. IV, p. 144, 150 mots.

629.113.21. — L'automobile à vapeur Clarkson à coke. *Tramway and Railway World*, 15 août 1918, p. 115-119, 2500 mots, 12 fig. — Une particularité intéressante du nouveau véhicule est sa disposition analogue à celle des véhicules à pétrole, de sorte que tout chauffeur ordinaire peut immédiatement devenir conducteur du nouveau véhicule; il y retrouvera la même disposition des pédales et leviers et n'aura pas à s'occuper de plus de choses. Le moteur, à grande vitesse, est muni d'une boîte de réduction correspondant à deux marches extrêmes : lourdes charges sur terrain uni, et faibles charges en terrain mauvais. La boîte contient deux roues additionnelles pour la marche inverse, ce qui simplifie la construction. Un autre avantage important résultant de l'adoption de la boîte d'engrenages et de l'embrayage à griffes est que la machine peut tourner à vide, avec d'ailleurs, une consommation insignifiante; l'alimentation en eau, le maintien de la pression et la lubrification sont automatiques. La chaudière, la machine et le condenseur forment un ensemble tellement ramassé qu'une légère modification d'un camion ordinaire permettra de lui adapter la nouvelle machine. L'article contient une description complète des différents organes de l'ensemble avec photographies et plans détaillés. La pression est de 21 à 25 kg : cm^2; elle est maintenue automatiquement par une valve oscillante, qui régularise le tirage du foyer selon les besoins. La chaudière est également bien adaptée à l'emploi de combustibles liquides. La machine est du type tandem compound en V; un dessin en représente les détails. Les deux paires de tiges de pistons sont calées à 90° sur la même manivelle. Les dimensions des cylindres sont les suivantes : cylindres à haute pression, 7,65 cm de diamètre; cylindres à basse pression, 12,8 cm; course commune : 7,65 cm. L'article décrit encore en détail les deux moyens de lubrification automatiques employés, le condenseur et la disposition générale du châssis. Aux essais on a relevé les chiffres suivants pour un camion de 3 t chargé : pour une distance de 1 km la consommation a été de 1,400 kg de coke. Sous faible charge la consommation ne dépasse pas 1 kg : km. — P. V.

629.113.4. — L'emploi du gaz comprimé pour la propulsion des autobus. *The Tramway and Railway World*; 15 août 1918, p. 120-124, 1500 mots, 15 fig. — La London General Omnibus Co a été amenée, vu la crise de l'essence, à utiliser du gaz de houille pour l'alimentation des moteurs de ses autobus. A cause de la présence d'impériales elle ne peut employer un réservoir supérieur où le gaz serait maintenu à une pression voisine de la pression atmosphérique; elle adopta l'emploi de gaz fortement comprimé dans des cylindres placés sous les banquettes longitudinales des voitures. Vingt de ses autobus sont actuellement en voie de transformation (ainsi que le représentent divers dessins et croquis). Les cylindres, d'abord prévus au nombre de quatre, puis définitivement réduits à deux de capacité plus considérable emmagasinent le gaz sous une pression de 77 kg : cm^2 au moyen d'un compresseur Reawell; ils sont réunis par un tuyau passant sous le plancher, ils sont connectés en parallèle à une valve principale de réduction par un tube d'un diamètre intérieur de 9,5 mm. La valve est une combinaison de robinet et de valve à diaphragme. Le gaz à haute pression, après avoir été réduit à une pression d'environ 150 g : cm^2, passe, au travers d'une valve secondaire de contrôle, dans un réservoir élastique qui remplit le double rôle de chambre d'expansion et de diaphragme pour actionner la valve de contrôle. Le gaz va de cette chambre à une valve de contrôle connectée au carburateur. L'alimentation est complètement automatique. Chaque cylindre de compression a une capacité de 270 litres, permettant l'emmagasinage de 18 m^3 de gaz à 70 kg : cm^2, ce qui fait 36 m^3 pour les deux cylindres; cette quantité correspond à un trajet de 32 km. Le corps de cylindres est en cuivre étiré de 25,4 cm de diamètre et de 2,75 m de long; l'extérieur est enroulé dans trois couches d'une bande d'acier posée sous pression ainsi qu'on le fait pour le frettage des canons. Pour charger les cylindres on se propose d'installer au dépôt de Cricklewood un compresseur Reawell d'une capacité de 450 m^3 : h que l'on connectera à une batterie de cylindres d'une capacité approximative de 900 m^3, commandés par un accumulateur hydraulique; ces cylindres réservoirs seraient montés en parallèle et placés dans du béton. — L'alimentation au gaz a

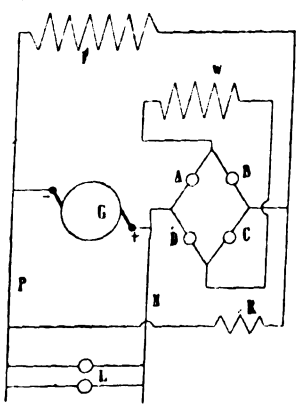
Digitized by Google

Digitized by Google

eu pour effet de substituer l'éclairage au gaz à l'éclairage électrique des autobus, ce qui a réduit sensiblement le poids de l'appareillage nécessaire; la génératrice et la batterie pesaient 135 kg; l'appareillage au gaz ne pèse plus que 10 kg. L'article s'accompagne de divers diagrammes traduisant des résultats d'essais. Il est copieusement illustré de photographies et de croquis cotés. — P. V.

ÉCLAIRAGE

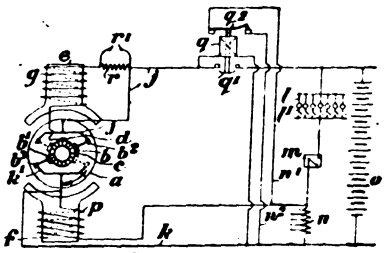
621.32 : 625.233. — Perfectionnements apportés aux machines dynamo-électriques; M. Noël-Evelyn Dufty, Etats-Unis d'Amérique. *Brevet français n° 484 983*, déposé le 3 avril 1917, délivré le 4 septembre 1917, publié le 27 novembre 1917, 1 000 mots, 2 fig. — Réglage automatique de la tension ou du courant, indépendamment de la vitesse, dans les machines pour l'éclairage des voitures ou des trains, par l'emploi d'un pont de Wheatstone introduit dans le circuit d'excitation ou le circuit extérieur. Les deux bras opposés A et C du pont de Wheatstone (intercalé dans le circuit d'excitation quand il s'agit de régler la tension et



621.32 : 625.233. — Schéma de montage du dispositif de réglage automatique du courant et de la tension pour génératrices à courant continu et à vitesse variable.

dans le circuit extérieur quand il s'agit de régler le courant), sont faits d'une substance à coefficient de température négatif; les deux autres bras C et D sont faits d'une matière ayant un coefficient de température positif, un enroulement auxiliaire W est intercalé aux deux extrémités du pont, il en résulte qu'aux faibles vitesses, le courant dans l'enroulement auxiliaire a un sens tel qu'il ajoute son action à celle de l'enroulement F; aux vitesses moyennes, l'enroulement W n'est parcouru par aucun courant; aux grandes vitesses, l'action de l'enroulement W s'oppose à celle de l'enroulement F. Le pont est d'ailleurs shunté par une résistance de réglage R. — A. P.

621.32 : 625.233. — Perfectionnements apportés aux génératrices dynamo-électriques et aux systèmes qui y sont reliés; Société dite J. Stone et Cie, Angleterre. *Brevet français n° 485 468*, demandé le 14 mai 1917, délivré le 19 octobre 1917, publié le 15 janvier 1918, 3800 mots, 5 fig. — Dispositif de réglage des installations d'éclairage des trains comprenant une dynamo à réglage automatique et une batterie d'accumulateurs. L'excitation principale g, est branchée entre un des balais principaux b et un balai auxiliaire d, elle est réglée par une résistance r qui peut être mise en court-circuit. Un enroulement d'excitation auxiliaire f, est en série dans le circuit d'utilisation. Un interrupteur automatique q ferme le circuit de la machine sur les récepteurs quand la vitesse a atteint une valeur convenable. Quand la dynamo a atteint sa vitesse normale, toute nouvelle augmentation de vitesse provoque un accroissement de réaction d'induit et par conséquent une diminution de tension entre le balai b et le balai d, de sorte que la tension aux bornes n'augmente pas avec une augmentation de vitesse. La résistance N est mise en court-circuit quand la vitesse de la machine est insuffisante, par l'action de l'interrupteur



621.32 : 625.233. — Schéma d'une installation d'éclairage des trains à réglage automatique, b_1, b_2, balais principaux pouvant basculer lors du changement de sens de marche; e, balai auxiliaire; g, excitation principale; f, excitation auxiliaire série; q, q_1, q_2, conjoncteur-disjoncteur.

automatique. Celui-ci étant ouvert sur le circuit principal, c'est alors la batterie qui alimente les lampes. — A. P.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654 25.00.42. — Les constantes des stations radiotélégraphiques; M. Dieckmann. *Jahrb. d. drahtl. Tele.*, avril 1918, p. 506-510; *Science Abstracts*, juillet 1918, p. 278-279, 800 mots. — Il n'existe pas à l'heure actuelle de constantes caractéristiques simples pour définir la puissance des stations tant réceptrices que génératrices de télégraphie sans fil. La méthode habituelle de définition de l'antenne d'une station d'émission est basée sur le nombre de watts calculé d'après le courant et la résistance de l'antenne. Comme cela ne tient aucun compte des propriétés radiantes de l'antenne, on ne dispose pas d'un moyen de calcul de l'envergure de la station. Pour le cas des stations réceptrices seules, on donne généralement des chiffres d'ordre le plus général. L'auteur propose un système de constantes qu'il a imaginées au cours d'une série d'expériences effectuées au moyen des dirigeables Zeppelin. Il suppose que la station génératrice émet des ondes non amorties, que la surface de la terre est un bon conducteur et que l'absorption de l'énergie dans son passage entre les stations peut être négligée. Toutes les constantes se rapportent à une longueur d'onde, un azimuth et un courant dans l'antenne émettrice définis. La constante d'émission S est définie comme étant le nombre de watts que la station émet à travers une surface de 1 cm² perpendiculaire à la radiation et située à une distance de r km; elle aura différentes valeurs pour différents azimuths avec des antennes directrices ou si la terre a une résistance différente en différentes directions.

654 25.00.12. — Diagrammes des fréquences et des longueurs d'onde des circuits oscillants; P. Luckey. *Jahr. d. Drahtl. Tele.*, avril 1918, p. 515-518; *Science Abstracts*, juillet 1912, p. 279. — Diagramme permettant de trouver la fréquence et la longueur d'onde d'un circuit oscillant de capacité et de self-induction données; il est basé sur la relation logarithmique $\log \gamma - L = \frac{1}{2}(\log E + \log C)$. P. V.

654 25.00.41. — Les circuits à audions oscillants; L.-A. Hazeltine. *Inst Radio Eng. Proc.*, avril 1918, p. 63-97; *Science Abstracts*, juin 1918, p. 247-248; 1300 mots. — Le but de l'article est d'expliquer les principes généraux dont dépendent les emplois de l'audion pour la génération d'oscillations électriques, par « action régénératrice », et de discuter en détail cette action dans certains circuits. On y voit que le critérium pour la génération d'une oscillation et pour la mesure de son intensité peut se déterminer direc-

Digitized by Google

Digitized by Google

tement d'après les constantes du circuit et les caractéristiques de l'audion. A l'heure actuelle, les différentes connexions qui conviennent à l'emploi des valves à trois électrodes pour transmettre ou recevoir sont très nombreuses, et l'auteur les classe en groupes de telle façon que toute connexion particulière peut être rattachée à son groupe correspondant. Ce groupement a, en outre, l'avantage de suggérer de nouvelles connexions par la manière systématique avec laquelle un groupe se déduit d'un autre. Le premier groupe de connexions considéré se rapporte à des circuits simples à oscillations connectés inductivement ou électrostatiquement au circuit de la valve. Le second groupe se rapporte à des connexions dans lesquelles on emploie des circuits couplés en même temps que des valves, les couplages entre les circuits individuels et entre les circuits et le circuit valve étant serrés ou lâches et effectués électromagnétiquement ou électrostatiquement. Chaque type de connexion est de nouveau subdivisé en sous-sections par la permutation des connexions du filament, de la grille et de la plaque. Dans chaque cas, on donne des formules qui déterminent les conditions dans lesquelles l'audion tend à entretenir des oscillations et les conditions dans lesquelles l'énergie imprimée est absorbée. On trouve qu'avec certaines dispositions l'audion aura une action régénératrice pour une très petite échelle de fréquences seulement, absorbant l'énergie des oscillations pour toutes les autres fréquences. Ce résultat offre un moyen de réduire l'interférence d'oscillations non entretenues, telles que celles causées par les parasites. Si I_p est le courant de la plaque et E_p et E_g les tensions de la plaque et de la grille, g la conductance de la grille à la plaque et g_p le quotient d'une variation du courant de la plaque par la variation correspondante du potentiel de la plaque, on a $I_p = E_g g - E_p g_p$. Comme g_p est en général très petit devant g, nous pouvons écrire approximativement $I_p = E_g g$. Si la plaque est positive par rapport au filament, il y aura production par l'audion d'une puissance $P = E_p I_a$. Il s'ensuit que $g = P : E_g E_p$. Plus ce quotient est petit, plus l'audion oscillera facilement, et si le quotient est plus grand que la valeur de g qu'on peut obtenir de l'audion, il ne se produira pas d'oscillations libres, mais des oscillations imposées de l'extérieur pourront être grandement multipliées. Ceci est connu sous le nom d' « action régénératrice ». Si une oscillation imposée produit une même polarité de la grille et de la plaque, son énergie sera absorbée et l'audion peut ainsi être employé pour affaiblir les oscillations indésirables. La forme du quotient donnant la valeur de g est symétrique en E_g et E_p, ce qui montre que les potentiels de la grille et de la plaque sont interchangeables. L'auteur calcule g et la fréquence des oscillations qu'on peut obtenir au moyen de diverses connexions de l'audion, par deux méthodes. Il donne aussi une nouvelle connexion basée sur l'utilisation du fait qu'il existe deux fréquences d'oscillations quand l'audion est employé en connexion avec des circuits couplés. Il espère que les méthodes qu'il a exposées conduiront à la découverte de nouveaux circuits importants. Son article se termine par deux appendices; dans le premier, il donne une méthode graphique de détermination de la conductance mutuelle effective g dans les conditions de fonctionnement. Le second contient une preuve mathématique du fait que la grille et la plaque d'un audion peuvent toujours être interchangés. — P. V.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.431.42. — Bougie d'allumage ; Ettore Bucatti. *Brevet français n° 488420*, demandé le 9 août 1917, délivré le 11 janvier 1918, publié le 3 avril 1918, 500 mots, 1 fig. — L'électrode extérieure de cette bougie est garnie de trous facilitant la sortie des gaz brûlés. — J. C.

621.431.42. — Bougie d'allumage pour moteurs à explosion; A. Masinéjean, R. Antheaume et Ch. Bichler. *Brevet français n° 486121*, demandé le 14 août 1916, délivré le 18 décembre 1917, publié le 12 mars 1918, 300 mots, 12 fig. — Cette bougie comporte un isolant en stéatite, un culot à trous et un écrou de fixation indesserrable. — J. C.

621.431.42. — Intensificateur d'étincelle pour bougies d'allumage ; Josiah D. Grummon et William-M. Bauchelle. *Brevet français n° 486197*, demandé le 12 juillet 1917, délivré le 19 décembre 1917, publié le 14 mars 1918, 1200 mots, 8 fig. — Il consiste dans l'adjonction d'une enveloppe métallique ajourée, du type Davy, autour de l'éclateur externe des bougies d'allumage. Cette enveloppe favorise l'accès de l'air et le refroidissement de la bougie et joue, d'après l'auteur, un rôle de condensateur qui augmente le rendement de l'étincelle, en diminuant son amortissement. — J. C.

621.434 + 621.431.42. — Système d'appareils générateurs de courants d'allumage pour moteurs à combustion interne ; Société Splitdorf Electrical Company. *Brevet français n° 486619*, demandé le 29 août 1917, délivré le 29 janvier 1918, publié le 23 avril 1918, 1400 mots, 3 fig. — Le brevet concerne un dispositif permettant de démarrer les moteurs d'aéroplanes à l'aide d'une magnéto spéciale, pouvant en même temps servir à l'allumage. — J. C.

621.431.42. — Inflammateur électrique à rupture d'étincelles multiples pour moteurs à explosion ; Joseph Alexis Grand. *Brevet français n° 486295*, demandé le 23 juillet 1917, délivré le 28 décembre 1917, publié le 20 mars 1918, 900 mots, 3 fig. — Cet inflammateur est une bougie à électrode centrale tubulaire de grand diamètre, l'électrode-masse extérieure comportant des pointes d'éclatement en métal inoxydable. — J. C.

621.431.42 — Perfectionnements apportés aux systèmes d'allumage pour moteurs à explosion ; Société Anonyme des Etablissements L. Blériot. *Brevet français n° 486175*, demandé le 2 février 1917, délivré le 19 décembre 1917, publié le 14 mars 1918, 1900 mots, 5 fig. — L'invention concerne un dispositif permettant de garder constant et indépendant de la vitesse le temps qui s'écoule entre la fermeture et la rupture du circuit primaire de la magnéto. Il emploie pour cela une came à déplacement longitudinal et à profil spécial. — J. C.

621.431.42. — Dispositif pour l'allumage de départ des moteurs rotatifs à explosion ; Société d'Electricité Nilmelior. *Brevet français n° 486176*, demandé le 2 mars 1917, délivré le 19 décembre 1917, publié le 14 mars 1918, 800 mots, 1 fig. — L'invention a pour but de déterminer le départ immédiat des moteurs à explosion, et en particulier des moteurs rotatifs, en distribuant l'étincelle d'un générateur auxiliaire juste dans les cylindres qui sont en détente et contiennent des gaz inflammables, et en évitant de toute façon l'allumage intempestif dans les autres cylindres. Elle comporte un distributeur fixe à quatre plots isolés, réunis deux à deux, dans lequel tourne, à la vitesse de la magnéto d'allumage, un balai servant de contact de distribution. Les deux groupes de deux plots sont réunis à deux balais convenablement calés et agissent comme le balai normal sur le collecteur de marche normale du moteur. — J. C.

621.431.42. — Perfectionnements aux dynamos d'allumage ; Ch.-Th. Mason. *Brevet français n° 486444*, demandé le 13 août 1917, délivré le 11 janvier 1918, publié le 3 avril 1918, 2000 mots, 6 fig. — L'objet du brevet est une magnéto comportant un aimant engendrant le champ primaire, une carcasse de champ secondaire portant un enroulement, et un organe permettant de faire passer le flux du primaire au secondaire; de plus, un organe automatique pour avancer ou retarder ledit organe de déplacement du flux suivant sa vitesse de rotation; cet organe automatique peut aussi être commandé à main. Un dispositif interrupteur ajustable au rotor permet le réglage à temps. — J. C.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

621.3.00.12. — Méthode générale de résolution des problèmes électriques; W. Deutsch. *Archiv. f. Elekrot.*, 1918, n° 6, p. 225-262; *Science Abstracts*, mai 1918, p. 189, 100 mots. — C'est une dissertation mathématique des méthodes de résolution des problèmes électriques qui conduisent à des équations différentielles totales ou partielles La nouvelle manière de traiter les équations différentielles consiste à regarder un phénomène non comme une série de valeurs instantanées, mais « comme un tout ». Les constantes d'intégration perdent alors le caractère indéfini qu'elles possèdent comme solutions des équations différentielles. L'application de la méthode est illustrée par la solution d'un certain nombre de problèmes se rapportant à différentes branches de l'électrotechnique. tels que la fermeture des circuits, les oscillations amorties, les court circuits, etc. — P. V.

535.215. — Sensibilité photo-électrique de la bismuthinite et d'autres substances; W.-W. Coblentz. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, 14 juin 1918, n° 322, p. 591-604, 1 fig. — Etude de la variation de conductivité d'un certain nombre de cristaux sous l'action de la lumière et étude particulière de la bismuthinite et de la molybdénite au point de vue de leur activité photo-électrique quand elles sont portées à un potentiel négatif dans une ampoule vidée d'air et soumise au rayonnement lumineux d'une lampe à incandescence à filament de carbone de 16 bougies. Pour la première série d'expériences, la substance est insérée dans un circuit contenant une source de 2 à 6 v., une résistance de 0 à 100 000 ohms et un galvanomètre Desprez-d'Arsonval, complété par un dispositif qui permet d'annuler le courant qui traverse certains minéraux même lorsqu'ils sont placés dans l'obscurité. Pour les essais photo-électriques, l'échantillon est élevé à un potentiel de 340 v et relié à un galvanomètre cuirassé de Thomson, capable de déceler un courant de 5×10^{-10} A. Les résultats donnés par l'auteur sont les suivants : le gallium pur et le sulfure d'argent ont une sensibilité photo-électrique presque nulle quand on les charge à 340 v et qu'ensuite on les expose à la lumière. — La lumière ne produit aucun changement dans la conductivité du tellurium, de la boléite

$$[3\,Pb\,Cl\,(OH)\,Cu]Cl\,(OH) + Ag\,Cl],$$

des pyrites, du silicium et des alliages de sulfures de plomb et de sulfures d'antimoine ; la conductivité est, au contraire, fortement accrue pour le sélénium, la stibnite [Sb^2S^3], la boulangérite [$3\,PbS,\ Sb^2S^3$], la jamesonite [$2\,PbS, Sb^2S^3$], la bismuthinite [Bi^2S^3], la cylindrite [sulfure de Pb, Sb et Sn], la molybdénite [MoS^2] et enfin, le sulfure d'argent. Avec quelques-unes de ces substances l'auteur a aussi réalisé des expériences de radiophonie ; pour cela ces substances sont réunies, au moyen d'une batterie, au circuit grille d'un audion amplificateur et d'un téléphone. Toute variation de courant dans le circuit fait vibrer le téléphone ; les interruptions de lumière sont produites au moyen d'un disque percé de fenêtres, comme dans le photophone de Bell. Quand on opère avec une cellule ou un cristal de sélénium, les variations d'intensité lumineuse provoquent une variation de la conductivité suffisante pour produire un son musical dans le téléphone. La bismuthinite se comporte à peu près de même, mais ses points sensibles sont confinés dans une région très étroite. La variation de conductivité de la molybdénite dépend de l'épaisseur de l'échantillon. D'ailleurs d'autres expériences sont en cours pour savoir jusqu'à quel point et pour quelles longueurs d'onde ce changement de résistance est un vrai phénomène photo-électrique. — Quand on emploie une cellule de platine noircie comme récepteur radiophonique, on ne perçoit aucun son dans le téléphone ; mais avec une feuille d'or de $6 \times 2{,}5$ mm² légèrement enfumée dont les extrémités sont fixées à des feuilles d'étain de 0,02 mm d'épaisseur, on entend un son aussi clair que dans le photophone à cellule de sélénium. Le dispositif est monté dans une ampoule à vide ; mais il n'y a pas de différence appréciable soit que l'on opère dans l'air ou dans le vide. La limite de sensibilité du radiophone à feuille d'or correspond à une puissance rayonnée de $4{,}8 \times 10^{-5}$ w. En utilisant un amplificateur, un récepteur de plus grande surface et une plus grande intensité de courant, on peut accroître considérablement la sensibilité. La lumière excitatrice était fournie par une flamme à acétylène placée devant un disque à fenêtres inégales.— B. C.

535.331. — Le spectre de l'étincelle et le spectre ultraviolet dans le vide de l'arc de quelques métaux; Toshio Takamine et Shigeharu Eita. *Mémoires du Collège des Sciences de l'Université impériale de Tokio*, mars 1917, t. II, n° 2, p. 117-135, 2 fig., 2 pl.

535.332. — Effet d'un champ électrique sur les raies de l'hydrogène; Toshio Takamine et Usaboro Yoshida. *Mémoires du Collège des Sciences de l'Université impériale de Tokio*, mars 1917, t. II, n° 2, p. 137-146, 4 fig., 1 pl.

535.332. — Effet d'un champ électrique sur les raies de l'hydrogène et de l'hélium; Toshio Fakamine et Usaburo Yoshida. *Memoirs of the College of Science Kyoto University*, octobre 1917, t. II, n° 6, p. 321-334, 4 planches. — Dans une précédente communication, on avait fait connaitre les résultats obtenus avec le spectre ordinaire de l'hydrogène ; cette fois on s'est attaché à l'étude des raies de son spectre secondaire, c'est-à-dire de leurs composantes sous l'action d'un champ électrique. Enfin, dans des champs variant de 3 000 à 7 000 v : cm, on a cherché comment se décomposaient les raies suivantes de l'hélium : 5 048, 5 016, 4 922, 4 472, 4 438, 4 121 ansgtrœms. En général, les composantes sont dyssymétriques par rapport à la raie originale.

535.332. — Effet d'un champ électrique sur les raies de l'hydrogène; Shigeharu Nitta. *Memoirs of the College of*

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité.* — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

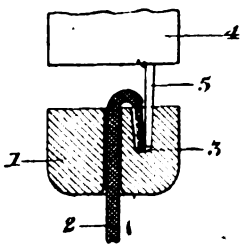
Digitized by Google

Digitized by Google

Science Kyoto Imperial University, octobre 1917, t. II, n° 6, 2 planches. — Ce travail complète en quelque sorte celui des précédents auteurs; les conditions des expériences ont été un peu variées; par exemple, on utilisait des champs de $14{,}6 \times 10^4$ v : cm. En général, on retrouve presque toutes les composantes déjà signalées par Stark.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.328. — Perfectionnements apportés aux dispositifs de connexions électriques; Charles-Joseph Marsollier résidant en France (Charente). *Brevet français n° 480 888*, demandé le 8 février 1916, délivré le 11 juillet 1916, publié le 4 octobre 1916, 1 550 mots, 12 fig. — L'invention a pour objet un dispositif permettant d'assurer une bonne connexion aux extrémités des fils souples, dans les appareils d'éclairage par exemple. Ce dispositif permet aussi d'exercer une traction sur le câble souple, sans que celle-ci soit transmise directement à l'extrémité connectée, ce qui évite la rupture de cette partie du fil. — Le dispositif se compose, d'une part, d'un bloc isolant 1 que traversent les câbles à connecter 2, dont les extrémités sont retournées et logées chacune dans un alvéole 3 du bloc; d'autre part, d'un noyau isolant 4 portant les organes de prise de contact 5. Ces organes assurent en même temps la solidarité entre le bloc isolant 1 et le noyau 4. — L'inventeur présente ensuite l'application de son dispositif sur des douilles de lampes, prises de courants, etc.

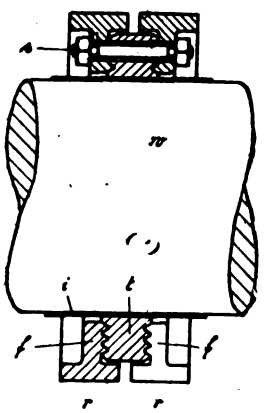


621.328. — Connexions pour extrémités de fils souples.

621.315.15. — Les propriétés auto-reconstituantes des parafoudres; H.-G. Brinton. *General Electric Review*, juillet 1918, t. XXI, p. 494-498, 4 900 mots, 9 fig. — Quand une perturbation dangereuse de tension se produit sur une ligne de transmission, le diélectrique de l'entrefer du parafoudre claque et l'appareil conduit la décharge à la terre. Le chemin de la ligne au sol est alors complètement conducteur et il est évident que quelque moyen doit être prévu pour interrompre le courant à la terre et reconstituer le parafoudre dans sa condition originale. Pratiquement tous les parafoudres modernes se reconstituent d'eux-mêmes et accomplissent cette fonction sans devoir être déconnectés de la ligne. L'article qui nous occupe décrit les propriétés auto-reconstituantes des types de parafoudres les plus employés aujourd'hui et construits par la General Electric Co. — P. V.

621.314.3.00.42. — Les parties vulnérables des transformateurs des lignes de distribution; Allen M. Abbott. *Electrical Review*, Chicago, 17 août 1918, t. LXXIII, p. 269; 1 000 mots. — C'est en été que les transformateurs subissent le plus d'avaries; les températures élevées persistantes augmentent la température moyenne de l'huile, ce qui provoque, si le transformateur est à pleine charge ou si la charge qu'il supporte est persistante, un échauffement exagéré de ses enroulements. De plus les orages sont plus fréquents et souvent violents. L'auteur estime qu'étant donnés la rareté de la main d'œuvre, le prix élevé de tous les matériaux, le désir de ne pas interrompre l'exploitation, et la difficulté de trouver du matériel de rechange, il convient de ne descendre qu'à bon escient un transformateur de son poteau. — Il existe beaucoup de moyens de décider si un transformateur fonctionne mal, avant de l'enlever; cependant, plus d'un transformateur apparaît quelquefois comme étant claqué alors qu'il est seulement court-circuité temporairement, cas qui peut aisément être solutionné. Il est souvent possible, avec un peu d'expérience, de dire, en regardant à l'intérieur de l'appareil, s'il a une avarie, d'où elle provient, s'il est endommagé par la foudre ou par une surcharge. L'auteur a examiné ainsi des centaines de transformateurs réputés avariés. Beaucoup d'entre eux étaient vraiment touchés du fait de surcharges et nécessitaient un nouvel enroulement; d'autres étaient claqués entre spires du fait d'un orage et demandaient aussi à être rebobinés; beaucoup, cependant, étaient court-circuités à leurs bornes et il suffisait alors de détruire le contact pour pouvoir continuer à fonctionner. — L'odeur et la couleur de l'huile disent l'histoire du transformateur endommagé par une surcharge persistante; l'odeur de l'huile carbonisée est intense et dure souvent des semaines; l'huile n'est pas à jeter, cependant, excepté dans des cas exceptionnels; elle peut être renouvelée et conservée pour servir ailleurs, seule ou mélangée avec de l'huile neuve. — Une cause fréquente d'avarie ayant les apparences d'un court-circuit, c'est le shuntage des bornes à haute tension. Les sorties sont souvent en porcelaine; une décharge atmosphérique, suivie d'un courant dynamique, fait fondre la porcelaine entre les fins de bobines; le cuivre ou le laiton fondent aussi, se vaporisent et se condensent sur la porcelaine, shuntant ainsi les bornes. Il est souvent possible, au moyen d'un marteau ou d'une paire de pinces, de briser la porcelaine et de rompre ainsi le pont. — En cas d'avarie sur un transformateur il est judicieux d'en enlever le couvercle et de faire au moins une inspection grossière dans le but de décider si le transformateur nécessite réellement un démontage et une descente de son poteau. En agissant ainsi on économisera du temps et on évitera peut-être de longues interruptions dans l'exploitation. — P. V.

621.312.26. — Procédé pour la fixation des bagues collectrices électriques; Société anonyme Brown, Boveri et Cie résidant en Suisse. *Brevet français n° 484 130*, demandé le 9 janvier 1917, délivré le 14 juin 1917, publié le 7 septembre 1917, 600 mots, 1 fig. — Dans ce brevet l'inventeur présente un procédé pour la fixation de bagues collectrices interchangeables de machines électriques. Comme le représente la figure, la bague collectrice proprement dite se compose de deux moitiés de bagues, qui elles-mêmes sont divisées en deux secteurs, ce qui permet de les retirer facilement. Ces demi-bagues r sont fixées de part et d'autre d'une bague en acier t au moyen de boulons s; les faces latérales des bagues t et r sont munies de rainures concentriques qui s'engagent les unes dans les autres; la bague de fixation t est frettée sur l'arbre w avec interposition d'un isolant t.



621.312.26. — Bagues collectrices interchangeables.

621.314 : 669.71. — L'aluminium dans les transformateurs. *Electrical Review*, Londres, 29 mars 1918, t. LXXXII, p. 292-293, 750 mots. — On a proposé, en Allemagne, de remplacer le cuivre par l'aluminium dans le bobinage des transformateurs. — La résistance électrique de l'aluminium étant environ 70 pour 100 plus grande que celle du cuivre, le bobinage en aluminium occupe un volume plus grand. A conductibilité égale il pèse moins. A pertes égales la puissance disponible est réduite de 23 pour 100 Le prix de revient de l'enroulement dans un transformateur bobiné en cuivre est le tiers du prix total; le prix de revient de l'enroulement en aluminium est environ 19 pour 100 plus bas. Dans un transformateur à réfrigération d'air, le prix du cuivre est en général supérieur au tiers du prix total et

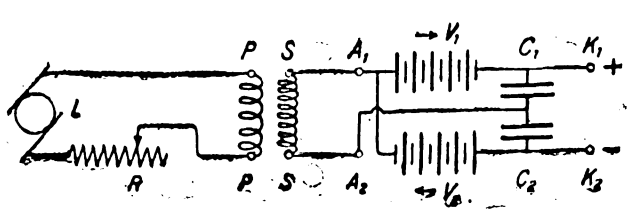
Digitized by Google

Digitized by Google

l'avantage économique de l'enroulement d'aluminium s'en trouve accru. — A. B.

621.314.5. — Facteurs affectant le fonctionnement des redresseurs à vapeur de mercure; W. Tschudy. *Electrical World*, 23 février 1918, t. LXXI, p. 403-405; *Science Abstracts*, mai 1918, p. 195, 300 mots. — L'auteur compare ses expériences et conclusions avec celles du Reichsanstalt. Il expose brièvement la méthode et les essais desquels le Reichsanstalt a tiré les conclusions suivantes : 1° la perte en watts dans une ampoule peut être représentée par la chute de tension dans l'arc ; 2° cette perte décroît légèrement en même temps que croît le courant anodique et 3° elle est indépendante de la courbe du courant alternatif et de la fréquence. Tschudy estime que ces conclusions sont prématurées et incomplètes. Ses propres conclusions sont que la perte dans les ampoules varie beaucoup avec la forme d'onde, la fréquence et le courant dans l'anode. Il est incorrect de considérer la chute de tension dans l'arc au mercure comme une perte, et cette chute varie d'environ 20 pour 100 selon le courant de l'anode. Le second et le troisième harmonique de la courbe du courant affectent la perte et le rendement d'une façon considérable. L'auteur croit que le rendement du redresseur à mercure est généralement estimé trop élevé. Les résultats d'essais obtenus avec des arcs au mercure à courant continu ne sont pas applicables aux redresseurs à mercure employés avec des transformateurs. Les courbes données dans l'original représentent : 1° les caractéristiques de charge d'un redresseur sous tension primaire constante et fréquence normale; 2° le rendement de l'ampoule et du redresseur à différentes charges et avec trois formes d'ondes ; 3° les courbes de rendement en fonction de la charge du transformateur, de l'ampoule et du redresseur, à 50 p : sec et sous tension primaire constante (110 v) ; 4° l'effet de la forme de la courbe sur les pertes dans l'ampoule ; 5° les courants de l'anode et du redresseur en fonction du débit, pour des formes de courbe variées ; 6° la relation entre les rendements des ampoules et des redresseurs à différentes fréquences ; 7° les pertes dans l'ampoule en fonction du débit pour trois différentes formes d'onde. — P. V.

621.314.6. — Production de courant continu à haute tension au moyen de courant alternatif ; H. Greinacher. *Schweiz. Elektrot. Verein*, avril 1918, p. 85-88 ; *Science Abstracts*, juin 1918, p. 220-221, 600 mots, 1 fig. — L'auteur décrit la disposition et les caractéristiques d'un équipement au moyen duquel on peut obtenir un courant continu de 0,01 A sous 10 000 v à partir d'un courant alternatif. La tension continue reste pratiquement constante dans une grande échelle de charge. La source à courant alternatif L



621.314.6. — Schéma d'un dispositif de redressement de courant alternatif en courant continu.

est connectée, à travers une résistance variable, à un transformateur qui alimente un circuit-pont de condensateurs C_1, C_2 et de valves électrolytiques V_1, V_2. Le courant continu tse capté aux bornes K_1, K_2 et les pulsations du courant redressé ne sont apparentes que si le courant dépasse, par exemple, $\frac{1}{100}$ A, les condensateurs C_1 et C_2 étant d'environ 1 μF. Chaque série de valves V comprend environ 70 cellules en série. Chaque cellule consiste en un petit tube à essai contenant une solution de $NaHCO^3$ et des électrodes de fer et d'aluminium. La tension moyenne par cellule est inférieure à 100 v. Dans un type perfectionné, transportable on emploie un électrolyte inversable. Un éclateur, recouvert d'une matière faiblement radio-active (pour empêcher tout retard dans le fonctionnement), est réglé pour limiter la tension maximum à environ 10 000 v. Pour tenir compte de la chute ohmique dans les cellules, la tension continue est environ le double de la tension secondaire du transformateur. L'emploi de deux séries de valves rend la tension continue beaucoup plus uniforme. Cette uniformité est affectée par trois facteurs : 1° les fluctuations de la tension alternative d'alimentation, les fluctuations de la tension continue se trouvent, cependant, réduites par les condensateurs ; 2° l'action redressante des valves n'est pas parfaite, et devient faible lors de surcharges de courant ou de tension. 3° même en circuit ouvert il y a de très petites variations périodiques de tension dues à l'action imparfaite des valves. La variation périodique peut être considérée comme une tension alternative superposée à une tension continue. Entre 500 et 600 v, cette composante variable est seulement d'environ 0,1 pour 100 et est environ la même pour un courant de 3 milliampères sous 5 000 v. Comparé avec l'habituelle batterie d'accumulateurs à haute tension, le présent dispositif est beaucoup meilleur marché et ne nécessite ni recharge, ni entretien appréciable. Même après des mois de repos, les propriétés redressantes des cellules se rétablissent complètement 15 min après qu'on a connecté la source de courant alternatif. L'appareil n'est pas endommagé par le court-circuitage des bornes à courant continu ; il est absolument inerte tant qu'on n'a pas connecté la source alternative ; et toute tension continue désirable peut être obtenue par variation de la tension alternative. Aucune pièce en mouvement ; l'appareil est léger et compact, et son débit est relativement élevé. Ses applications possibles sont : l'obtention de tensions statiques, la charge et l'essai des condensateurs ; la production d'un champ électrique constant (pour radio-activité, ionisation, etc.) ; l'essai d'isolants à haute tension (câbles, isolateurs) ; l'obtention de courant pour mesures et étalonnages ; et production de décharges électriques pour travaux expérimentaux et techniques. — L'appareil va être construit pour des tensions encore plus élevées et il trouvera d'utiles applications dans la pratique des rayons Röntgen. — P. V.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

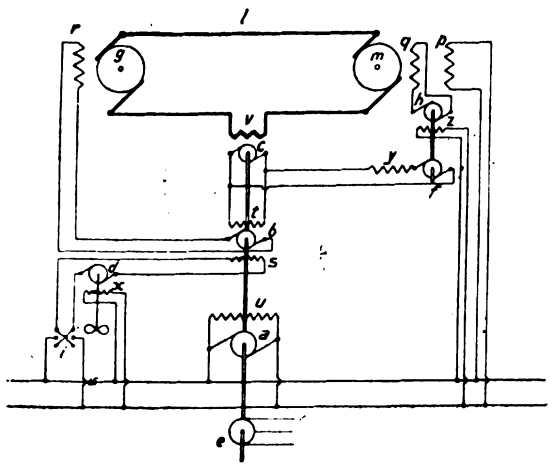
621.344. — Caractéristiques d'un transbordeur de bateaux électrique. *Electrical Review*, Chicago, 24 août 1918, t. LXXIII, p. 290-292, 2 500 mots, 3 fig. — Il s'agit d'un transbordeur destiné à amener les bateaux de la rivière Illinois dans le lac du même nom ; on voulait surélever une certaine superficie de terrain menacée par des débordements de la rivière; d'autre part, les projets primitifs ayant montré que la construction et l'entretien d'une écluse seraient onéreux, on s'arrêta à la solution du chariot transbordeur. L'ensemble comporte une voie inclinée descendant sous l'eau, aussi bien dans le lac que dans la rivière, et aboutissant à une plaque tournante; le chariot est monté sur roues; il descend sous l'eau prendre le bateau, le conduit à la plaque et le redescend de l'autre côté, tout en maintenant toujours le bateau dans sa position normale ; il peut prendre des bateaux de 7,2 m de largeur et 36 m de longueur ayant un tirant d'eau de 1 m environ. — Le tambour du treuil de descente et de remontage du chariot est mû par un moteur d'induction à bagues, 60 p : sec, de 75 ch; la plaque tournante dispose d'un moteur triphasé de 18 ch à induction à bagues. Ces deux moteurs sont pourvus de freins à main et automatiques. — Ce transbordeur opère une montée maximum de 8 m; le poids total, y compris le bateau, est d'environ 360 t; la déclivité des voies conduisant sous l'eau est de $\frac{1}{10}$, la vitesse du chariot est d'environ 5 m : min. — P. V.

Digitized by Google

Digitized by Google

621.345. — L'équipement électrique des mines; Ch. Jones. *Electrical Review*, Londres, 9 août 1918, t. LXXXIII, p. 126-127, 1600 mots, 4 fig. — Il a été reconnu que seule l'énergie électrique constituait la force motrice par excellence pour les exploitations minières. L'article en question donne un aperçu général sur les installations électriques dans les mines en insistant sur l'intérêt qu'il y a à améliorer le facteur de puissance de ces réseaux de distribution.

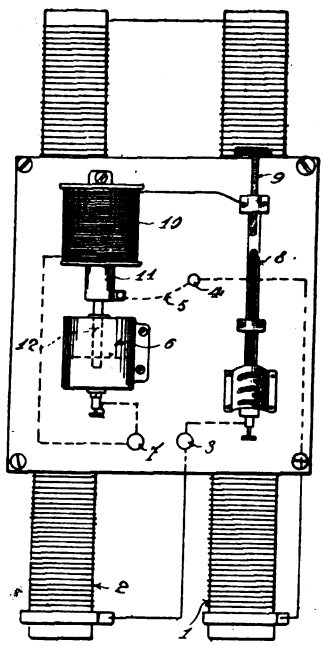
621.346 + 621.944. — Perfectionnements aux machines électriques pour laminoirs à renversement de marche; Société anonyme Brown-Boveri et Cie. *Brevet français n° 485 314*, demandé le 26 avril 1917, délivré le 8 octobre 1917, 600 mots, 1 fig. — Le principe du brevet est de faire fonctionner le moteur de laminoir m comme moteur ou générateur compoundé toujours dans le même sens, malgré les changements de sens du courant dans le circuit e. On obtient ce résultat au moyen du groupe fh dont le moteur f est excité en série et est alimenté par une génératrice c qui donne une tension sensiblement proportionnelle à l'intensité du courant dans le circuit principal l ; f a donc aussi une vitesse sensiblement proportionnelle, toutes choses égales, à cette intensité, mais, vu son excitation série, possède la propriété de tourner dans le même sens malgré qu'il soit traversé par des courants de sens périodiquement variable. La génératrice h qu'il entraîne, et qui est excitée séparément, donne donc à l'enroulement inducteur auxiliaire q du moteur m une excitation qui est toujours dans le même sens que celui de l'enroulement inducteur principal p. Cette excitation est sensiblement proportionnelle au courant dans l, de sorte que q agit comme ferait un enroulement série placé directement sur l'inducteur de m, mais avec cet avantage qu'il n'y a pas à faire d'inversion de connexions, comme ce serait le cas avec cet enroulement série. Afin d'éviter des courants excessifs dans l, l'excitatrice b de la génératrice g est munie d'un enroulement inducteur antagoniste t alimenté par c, dont l'action démagnétisante est sensiblement proportionnelle au courant principal traversant l'enroulement inducteur v de la machine c. La tension aux bornes de l'enroulement inducteur de z se règle donc automatiquement de manière que le courant dans l se maintienne dans les limites convenables. La machine m travaille toujours avec son excitation maximum quand elle est chargée, ce qui a l'avantage, toutes choses égales, de réduire le courant dans l, pour un couple donné sur l'arbre de m. — J. C.



621.346 + 621.944. — Schéma des connexions à réaliser pour faire tourner un moteur de laminoirs toujours dans le même sens, malgré les changements de sens du courant.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.364. — Interrupteur auto-régulateur de la chaleur pour des appareils de réchauffement à énergie électrique; Umberto Casali résidant en Italie. *Brevet français n° 483 923*, demandé le 19 décembre 1916, délivré le 26 mai 1917, publié le 21 août 1917, 800 mots, 1 fig. — L'inventeur présente un dispositif destiné à régler la chaleur émise par les appareils réchauffeurs, afin d'établir une température approximativement constante et d'assurer une économie sensible de l'énergie consommée. La figure représente schématiquement le régulateur monté sur un appareil de chauffage à deux éléments 1 et 2 ; en 3 et 7 sont les fiches de connexion sur le circuit de distribution d'énergie. Par conséquent le courant partant de la borne 3 passe par l'élément 2, puis l'élément 1 ; de là il se rend, par l'intermédiaire de la borne 4 et du fil de connexion 5, à un interrupteur à liquide 6 et enfin à la borne 7. Un thermomètre à contact 8 est connecté d'une part à la borne 3 et d'autre part à un solénoïde 10, dont l'autre extrémité du fil est reliée à la borne 7. On conçoit donc que, lorsque l'air ambiant a réchauffé le thermomètre 8 jusqu'à une certaine température, le contact s'établit entre le mercure et la vis 9. Le circuit se ferme, et le solénoïde excité par le courant qui le traverse, attire l'induit 11, entraînant le contact 12 qui cesse de plonger dans la cuve 6. Le circuit de l'appareil de chauffage se trouve donc ainsi coupé automatiquement. Lorsque la température vient à diminuer, le mercure descend, coupant le contact, et par conséquent ouvrant le circuit du solénoïde. L'inducteur 11 n'étant plus attiré, retombe et rétablit le courant dans l'appareil de chauffage. La vis 9 permet de régler la température à laquelle on désire que l'appareil fonctionne.



21.364. — Schéma d'un régulateur de température électrique.

621.364.1. — Le chauffage électrique par résistance appliqué au laboratoire; Claudius Chaveau. *La Revue des Produits chimiques*, 31 août 1918, p. 249-250, 3200 mots. — Dans un article récent, M. C. Chaveau décrit divers dispositifs simples que l'on peut construire soi-même, pour chauffer électriquement les ballons, les tubes et les étuves dans les laboratoires. Comme le plus souvent on peut se procurer dans les laboratoires l'énergie électrique aux bas prix consentis pour son application à la force motrice, que d'ailleurs le coût du chauffage passe au second plan parmi les dépenses d'entretien des laboratoires et que la commodité et la régularité du chauffage y priment toute autre con-

Digitized by Google

Digitized by Google

sidération, il semble que cette application spéciale du chauffage électrique ait quelques chances de se développer; aussi croyons-nous intéresser nos lecteurs en leur donnant quelques indications sur ce dispositif. — 1. L'appareil pour le chauffage des ballons est constitué par deux récipients hémisphériques, emboîtés l'un dans l'autre, entre lesquels est disposé un fil de ferro-nickel servant au chauffage. Pour un ballon de 500 cm³, le diamètre de l'ensemble est de 15 cm environ, l'espace entre les deux hémisphères de 3 à 4 cm. Les deux hémisphères sont isolés, celui extérieur avec une garniture d'amiante et une garniture de mica superposées, celui intérieur simplement avec du mica. Il faut éviter de mettre un lut plus ou moins calorifugeant, car il en résulterait un emmagasinage de chaleur qui s'opposerait à la constance de la température du ballon. Le fil de ferro-nickel a 5 mm de diamètre et une longueur de 23 m; il est enroulé en spires de 3 à 4 mm de diamètre, espacées de telle sorte que la longueur de l'hélice obtenue soit d'environ 1,60 m. Cette hélice est découpée en tronçons et ceux-ci sont fixés par de petits crochets espacés de 3 à 4 cm mis sur l'amiante de l'hémisphère extérieur et disposés en spirales à spires suffisamment rapprochées pour occuper toute la surface latérale disponible. Le ballon prend contact intime avec l'hémisphère intérieur par l'intermédiaire de poudre d'aluminium très divisée; là encore il ne faut pas de calorifuge pour éviter toute accumulation de chaleur; la poudre d'aluminium a l'avantage de se chauffer très vite et de rayonner rapidement toute la chaleur reçue. L'hémisphère extérieur porte suivant un méridien, et diamétralement opposées, deux encoches de 5 cm de large sur un tiers de la hauteur seulement. Ces encoches servent à relier les différentes parties des résistances intérieures à des bornes vissées dans la garniture d'amiante : une première borne correspond au 15e mètre du fil et permet de chauffer à 160°, une seconde au 17e mètre et donne 120°, une troisième au 20e mètre et donne 90°; enfin une quatrième est reliée à l'extrémité du fil et permet de chauffer à 45°. Si le réglage de température ainsi obtenu n'est pas suffisamment précis, on peut employer divers dispositifs de réglage que décrit l'auteur. Ce mode de chauffage consomme 4,18 A sous 220 v pour l'obtention de la température de 160°. — 2. Un autre dispositif de chauffage pouvant remplacer les grilles à gaz dans les étuves consiste en un tube de verre alumineux de 50 cm de longueur et 8 à 10 mm de diamètre contenant un mélange intime de kaolin desséché et pulvérisé et de limaille de fer fine et régulière, cette dernière entrant dans la proportion de 25 à 30 pour 100. Pour obtenir un réglage précis de la température, le courant pénètre dans le tube par deux tiges de cuivre minces et pointues qui peuvent plonger plus ou moins dans le mélange; plus les tiges seront rapprochées, plus la température atteinte sera élevée. — 3. Si l'on fait le calcul du prix de revient des 1 000 grandes calories produites avec de l'énergie électrique à 0,05 fr le kilowatt-heure, du gaz d'éclairage à 0,06 fr le mètre cube, de l'alcool méthylique à 1,50 fr le litre, on trouve :

Electricité.	Gaz.	Alcool.
0,058 fr.	0,01 fr.	0,35 fr.

Comme il fallait s'y attendre, le gaz est de beaucoup la source de chaleur la plus économique. Mais une bonne partie de la chaleur obtenue par combustion du gaz n'est pas utilisée au chauffage. Aussi, pour un même résultat atteint, l'écart de prix est-il beaucoup moins grand que ne l'indiquent ces chiffres. D'ailleurs, ainsi que nous le disions au début, la question du coût du chauffage est généralement secondaire dans les laboratoires.

621.364.3. — Dispositif de chauffage ou radiateur électrique; Albert Buck. *Brevet français n° 486 361*, demandé le 6 août 1917, délivré le 6 janvier 1918, publié le 28 mars 1918, 500 mots.

621.364.3. — Perfectionnements aux radiateurs électriques; A. Francis Berry. *Brevet français n° 485 364*, demandé le 5 mai 1917, délivré le 9 octobre 1917, publié le 4 janvier 1918, 2 400 mots, 7 fig.

621.364. — Gant à chauffage électrique; André Aimé Lemercier. *Brevet français n° 486 588*, demandé le 26 octobre 1916, délivré le 29 janvier 1918, publié le 18 avril 1918, 900 mots, 5 fig.

621.364.5. — La cuisine électrique d'une centrale électrique; Arth. F. Allsop. *Electrical Review*, Chicago 1er juin 1918, t. LXXII, p. 903-905, 1 300 mots, 3 fig. — Description de la cuisine de la Commonwealth Edison Company alimentant chaque jour de 200 à 400 ouvriers. L'article en décrit l'organisation, heures des repas, plats divers, etc. Elle est équipée ainsi : une cuisinière de 17 000 w, un four de 35 000 w, un gril de 5 000 w, un gril à rôties de 3 150 w, une chaudière de 2 500 w, trois fourneaux de 50 cm de 2 700 w chacun, deux appareils à café de 2 000 w chacun et un gril de 46 × 61 cm de 3 000 w. Le tout est complété par une machine à glace commandée par un moteur de 5 ch. L'article décrit en détail chacun de ces appareils ainsi que son équipement électrique. Trois photographies donnent une idée de la propreté et du confortable inhérents à l'emploi d'appareils de cuisine électriques. — P. V.

621.364.5. — Essais de fourneaux électriques; R.-G. Kloeffler. *Electrical World*, 23 février 1918, t. LXXI, p. 408-410; *Science Abstracts*, mai 1918, p. 191, 200 mots. — Cet article donne des détails sur des essais de radiation effectués sur une série de huit fourneaux de différentes tailles; il comporte des courbes montrant la température interne pour différentes alimentations en énergie électrique, des courbes de refroidissement à partir d'une température commune, la radiation en watts par unité de surface et par unité de volume, et le rapport de l'énergie consommée à la température du fourneau. L'auteur a trouvé que les fours qui nécessitent le plus d'énergie sont ceux qui retiennent le mieux leur chaleur, de sorte que, pour les opérations devant se faire dans un temps très court, ces fours sont à écarter; ils ne conviennent qu'aux cuissons plus longues telles que celle du pain. Il donne des détails sur les huit fours et une table montrant la consommation en kilowatts nécessaire au réchauffage et au maintien de la température convenable dans les cas de la cuisson de biscuits et de pain. — P. V.

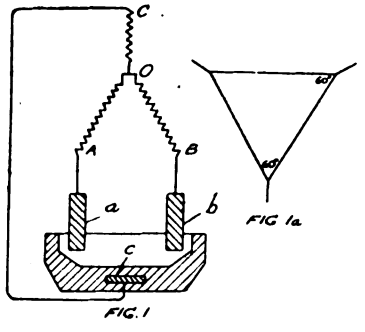
625.622.35. — Utilisation de l'énergie électrique perdue, au chauffage des tramways. *Electric Railway Journal*, 17 août 1918; t. LII, p. 291-292, 2 200 mots, 3 fig., 1 tab. — Par températures très froides, l'énergie employée au chauffage des voitures de tramways s'élève à un quart ou un tiers de l'énergie exigée pour la propulsion. C'est d'ailleurs environ la quantité d'énergie dissipée dans le fer et dans le cuivre des moteurs et dans les grilles résistantes. L'utilisation de cette énergie au chauffage a été fréquemment suggérée comme une économie possible, mais l'idée ne fut jamais adoptée à cause des raisons suivantes : 1° cette chaleur est produite d'une façon intermittente et n'est pas aisément contrôlable; 2° elle est produite seulement pendant que la voiture marche, de sorte qu'il est nécessaire de prévoir un autre moyen de chauffage; 3° il peut y avoir production de mauvaise odeur si l'air chaud est admis directement dans la voiture; 4° la dépense additionnelle et la complication peuvent dépasser l'économie attendue. Quelques compagnies ont effectué des essais étendus en vue de déterminer la quantité de chaleur qu'on peut attendre des grilles; les résultats varient largement avec le genre de service exigé et avec les wattmen. Une table contient quelques-uns des résultats; elle donne les résultats du chauffage au moyen de un ou deux radiateurs, prenant respectivement 8 et 16 A et les compare avec ceux obtenus au moyen de grilles. Trois dispositifs différents de chauffage par les grilles furent expérimentés; dans un cas, les grilles furent montées à l'intérieur de la voiture, de sorte que toute la chaleur produite était utilisée; dans le second et le

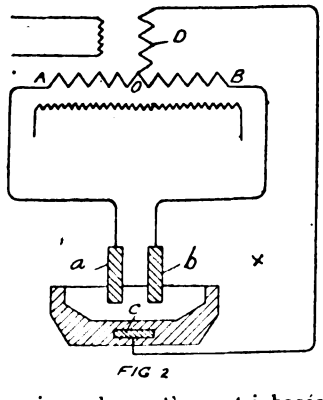
Digitized by Google

Digitized by Google

troisième cas, les grilles furent montées sous la voiture et enfermées dans une boîte en tôle de fer doublée d'amiante. La chaleur était introduite dans la voiture au moyen de conduites; dans l'un de ces deux cas, la circulation de chaleur fut activée par l'emploi d'un ventilateur. On peut dire que la chaleur totale qu'on peut attendre des grilles donnerait environ la même élévation de température à l'intérieur de la voiture que deux radiateurs. Sans ventilateur, environ la moitié de la chaleur se perd dans les conduites allant à l'intérieur du véhicule. Si on emploie un ventilateur, on obtient une quantité de chaleur légèrement supérieure, mais cela ne compense pas la dépense supplémentaire occasionnée par le ventilateur. La boîte enfermant les grilles doit être disposée pour pouvoir être ouverte pendant la saison chaude et isolée de l'intérieur de la voiture. D'une manière plus précise, les grilles donnent une chaleur équivalente à celle donnée par des radiateurs consommant 4800 w. Il serait nécessaire de prévoir des radiateurs pour atteindre le chauffage normal et pour assurer le chauffage pendant les arrêts. Afin d'obtenir des résultats satisfaisants, les radiateurs devraient être commandés automatiquement par un thermostat. Dans tous les essais effectués, on n'a pas constaté de mauvaise odeur. L'article s'accompagne d'un schéma de connexions verrouillant le contrôle thermique au contrôle de marche; le chauffage s'effectue seulement quand les moteurs n'absorbent aucun courant et si la température intérieure de la voiture est inférieure à celle pour laquelle le thermostat est réglé. — P. V.

621.365.51. — Perfectionnements apportés aux fours électriques; Société dite T.-H. Watson et Company (of Sheffield) Ldt, Henry Arnold Greaves et Harry Etchells résidant en Angleterre. *Brevet français n° 484601*, demandé

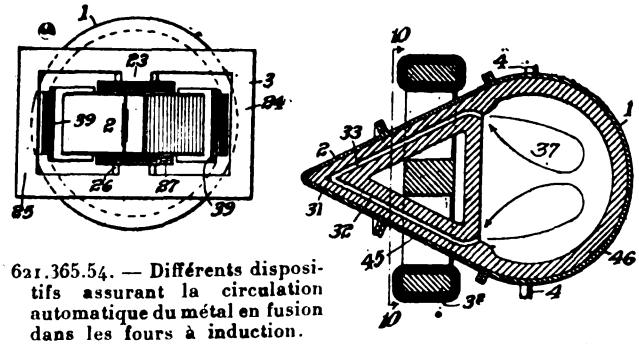




621.365.51. — Connexions de systèmes triphasés et biphasés destinés à équilibrer les charges de toutes les phases dans leurs applications aux fours électriques.

le 24 février 1917, délivré le 28 juillet 1917, publié le 23 octobre 1917, 1150 mots, 2 fig. — L'invention a pour objet d'effectuer la distribution de courants biphasés et triphasés pour fours à arc électrique de manière que les phases d'alimentation soient à charge équilibrée. La figure 1 montre l'invention appliquée à un système d'alimentation triphasé. Les électrodes a et b et la sole c sont reliées aux bornes à basse tension de trois transformateurs monophasés OA, OB, OC, groupés en étoile. Les enroulements primaires de ces transformateurs sont couplés en triangle (fig. 2). Les deux transformateurs OA, OB sont identiques comme puissance et rapport de transformation, mais la tension secondaire de OC doit être moindre que celle de OA ou OB. La tension de OC, qui varie suivant la résistance de l'électrode c, est modifiée à l'aide d'un auto-transformateur jusqu'à ce que les charges des phases d'alimentation primaires soient équilibrées, à condition que les courants dans a et b soient égaux. — Dans le cas où l'on utilise des courants biphasés comme courants d'alimentation, le système est monté suivant la figure 2. Les électrodes a et b sont reliées à chaque extrémité de l'enroulement à basse tension d'un transformateur AB excité par une des phases du courant d'alimentation. L'électrode c est reliée à l'enroulement secondaire d'un transformateur D dont l'autre extrémité est connectée au point central O de l'enroulement AB. Ce transformateur D est excité par l'autre phase du courant d'alimentation. Il suffit d'obtenir dans AB une tension double de celle de D tout en maintenant les courants en a et b égaux pour que les charges des deux phases d'alimentation primaire soient égales. Cependant, d'après l'inventeur, on peut abaisser quelque peu la tension secondaire de AB en interposant une résistance dans l'électrode c. — Il faut remarquer, en outre, que, en cas de court-circuit entre les électrodes supérieures et inférieures, ce dispositif a l'avantage d'amoindrir considérablement la surcharge de courant, ce dernier devant traverser deux transformateurs en série.

621.365.54. — Four à induction; Société The ajax metal Co. *Brevet français n° 484307*, demandé le 22 janvier 1917, délivré le 29 juin 1917, publié le 25 septembre 1917, 4900 mots, 22 fig. — Ce système de four a pour but d'utiliser l'effet moteur des courants induits dans la masse de métal en fusion placée dans un conducteur de forme spéciale



621.365.54. — Différents dispositifs assurant la circulation automatique du métal en fusion dans les fours à induction.

en vue d'alimenter la cuvette du four en métal chaud et de provoquer ainsi un mouvement continu du métal. Pour cela, l'auteur donne au four une forme spéciale (fig. 1 et 2), comportant une dérivation à angle aigu dans laquelle le métal en fusion circule comme l'indiquent les flèches (fig. 3), sous l'action des courants induits par le transformateur 10. Le brevet envisage de plus un grand nombre de variantes possibles et de perfectionnements de ce dispositif soit par l'emploi d'un transformateur à trois branches et d'une double dérivation en V, soit par l'emploi de deux transformateurs à deux branches avec dérivation en double V, soit par l'emploi d'un transformateur triphasé et d'une triple

Digitized by Google

Digitized by Google

dérivation à angle aigu. Il est désirable que l'angle au sommet soit inférieur à 60°. — J. C.

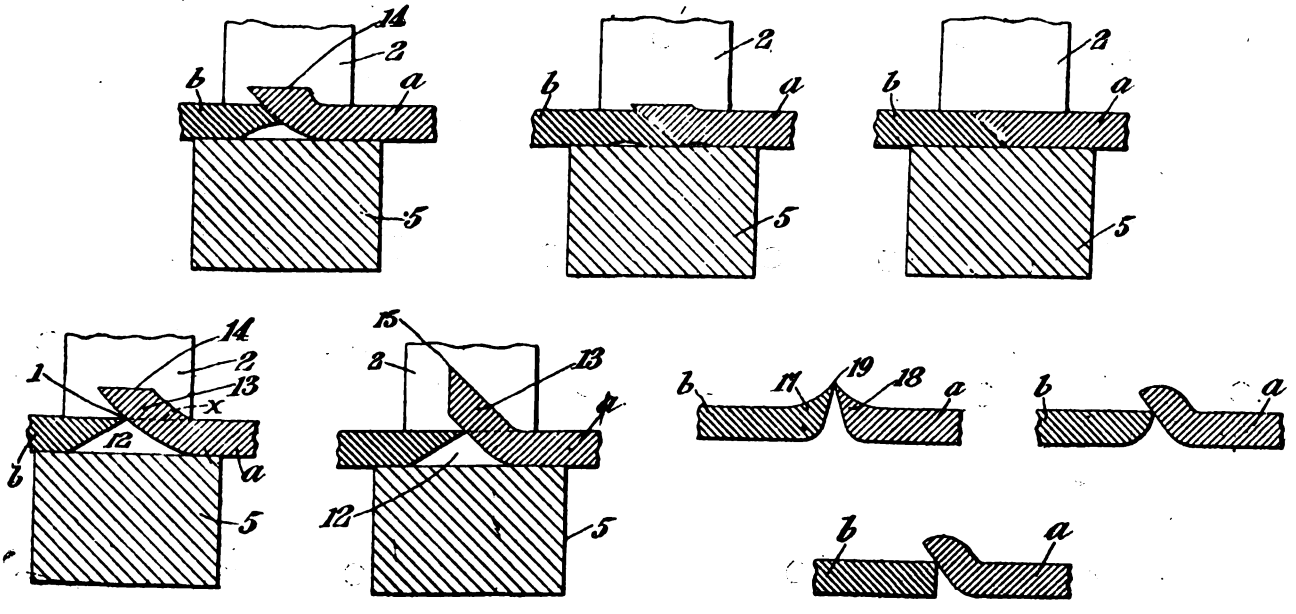
621.365.51. — Perfectionnements aux fours électriques; J. Orten Boving. *Brevet français n° 486422*, demandé le 10 août 1917, délivré le 11 janvier 1918, publié le 3 avril 1918, 1550 mots, 3 fig. — L'appareil a pour but de maintenir constant le courant d'un four à électrodes. Pour cela, le déplacement de l'électrode est commandé par un organe hydraulique dont l'alimentation en fluide sous pression est réglée par une soupape automatique. D'autre part, une soupape d'échappement du fluide est commandée par un organe électromagnétique alimenté par une dérivation du courant principal. — J. C.

621.365.51. — Perfectionnements apportés aux fours électriques du type à électrodes; H. Jennings Kitchen et Société T. Balmforth and co Ldt. *Brevet français n° 485288*, demandé le 2 mars 1917, délivré le 5 octobre 1917, publié le 27 décembre 1917, 400 mots, 2 fig. — Il s'agit d'un four dans lequel les enveloppes d'eau entourant les électrodes sont supportées par des bras, de manière à être indépendantes de la voûte et peuvent être déplacées latéralement pour dégager celle-ci. — J. C.

669.143.1. — Sur le traitement thermique des aciers rapides; L. Grenet, ingénieur civil des Mines, ingénieur aux Aciéries de Firminy. *La Technique moderne*, août 1918, t. x, p. 349-353, 4200 mots, 7 fig.; juin 1910, t. II, n° 6, p. 370; novembre 1910, n° 11, p. 593; décembre 1910, n° 12, p. 675; août 1911, t. III, n° 8, p. 437; septembre 1911, n° 9, p. 492; octobre 1911, n° 10, p. 560; 15 novembre 1912, t. v, n° 10, p. 553; 1er novembre 1913, t. VII, n° 9, p. 321, 1er juin 1914, t. VIII, n° 11, p. 401. — L'auteur fait d'abord remarquer que des procédés de trempe semblant fort différents donnent souvent des résultats pratiques peu différenciés. Cela tient à deux causes : d'une part, des procédés de trempe, en apparence très différents, ont sensiblement la même action; d'autre part, un acier à outils ne peut se définir par un coefficient simple. Il expose ensuite les conséquences qu'il est logique de tirer des conceptions qui servent de guide pour le traitement des aciers, examine le mécanisme des phénomènes de trempe et de revenu, puis les principaux points sur lesquels doivent porter les observations dans l'étude des aciers rapides et termine par quelques considérations sur l'emploi d'outils montés.

621.392. — Machine à souder électrique à tension réglable; G. Gandolfo. *Brevet français n° 484889*, demandé le 22 mars 1917, délivré le 25 août 1917, publié le 20 novembre 1917, 650 mots, 3 fig. — Cette machine comprend un transformateur statique monophasé dont le secondaire est monté en série avec une résistance réglable pour la régularisation de l'intensité du courant servant au soudage. Elle comporte aussi des chariots portant les porte-électrodes et les étaux de fixation des pièces à souder. Elle est refroidie par circulation d'eau. — J. C.

621.392. — Perfectionnements apportés aux procédés et aux dispositifs de soudure électrique; W. Hall. Walker. *Brevet français n° 485063*, demandé le 11 avril 1917, délivré le 11 septembre 1917, publié le 11 novembre 1917, 4100 mots, 16 fig. — L'invention a pour but d'éviter les inconvénients habituels de la soudure électrique ordinaire par suite de l'imperfection et des différences de contacts entre les pièces à souder. Pour cela, les pièces sont d'abord formées à l'aide d'un appareil spécial, de façon que, lorsqu'elles sont superposées, il existe entre elles une surface de contact limitée et uniforme; elles sont ensuite chauffées électriquement par le passage du courant et forgées de manière que la surface de contact s'augmente progressivement au fur et à mesure que la soudure avance. Ce procédé permet également de faire varier à volonté l'épaisseur du joint, grâce à la diversité des formes que l'on peut donner aux extrémités des pièces à souder et qui sont représentées ci-contre. L'électrode employée est un galet que l'on promène sur les surfaces en contact qui sont ainsi forgées en même temps que soudées. — J. C.



[621.392. — Différentes manières de préparer les pièces à souder électriquement.

621.392. — Perfectionnements aux électrodes destinées au soudage électrique; Malcom Miller Irvine. *Brevet français n° 486673*, demandé le 4 septembre 1917, délivré le 5 février 1918, publié le 30 avril 1918, demande de brevet déposée en Angleterre le 21 novembre 1916. — L'invention est relative à un manchon ou tube en papier ou pâte d'amiante imprégnée de diverses substances destiné à être placé autour de l'électrode métallique qui, par sa fusion, produit le soudage. Pour fabriquer ce tube, on prend une feuille ou bande de papier d'amiante de grandeur suffisante,

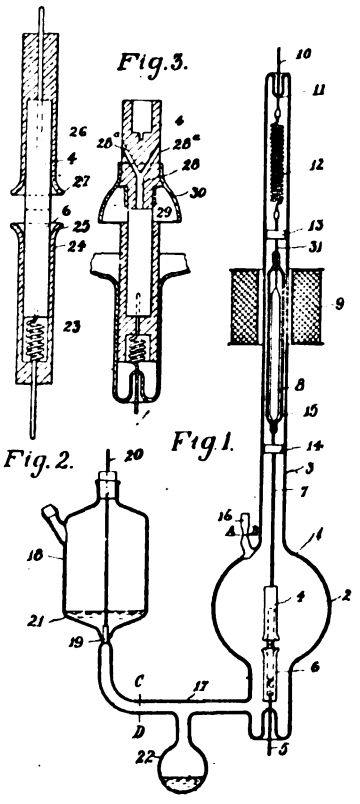
Digitized by Google

Digitized by Google

on l'imprègne d'un mélange formé de 5 parties d'oxyde de fer, 5 parties de carbonate de sodium, 90 parties de silicate de sodium, puis on enroule la feuille sur un mandrin cylindrique et enfin on sèche le tube obtenu. Au lieu d'amiante en feuilles, on peut prendre de la pâte ou pulpe d'amiante que l'on traite avec les mêmes ingrédients que le papier après l'avoir moulée à la forme d'un tube. On peut aussi, au lieu de monter le tube sur un mandrin, le mouler directement sur l'électrode elle-même à laquelle le tube reste adhérent. — Les avantages résultant de l'emploi d'électrodes ainsi recouvertes sont, d'après l'inventeur, les suivants : à la haute température que donne l'arc qui se forme à l'extrémité de l'électrode de soudage, il y a réduction de l'oxyde contenu dans le manchon et une couronne conductrice est par cela même formée autour du cratère de l'arc; il s'ensuit que, lors de l'interruption de l'arc principal par la chute du métal qui goutte, la continuité du circuit est néanmoins maintenue par l'arc de la couronne extérieure; on obtient donc un arc stable, de sorte qu'on peut atteindre la vitesse maximum de soudage; d'autre part, la lumière émise par l'arc est jaune et presque monochromatique, par suite facile à absorber par les écrans ordinaires, ce qui évite le risque de troubles visuels dus à des radiations ultra-violettes; enfin, le double arc rend possible l'obtention d'une bonne soudure avec du courant alternatif et donne une plus grande latitude dans l'intensité du courant, de telle sorte que la chaleur dégagée dans la pièce est plus facile à régler.

ÉCLAIRAGE

621.325.2. — Perfectionnements dans les lampes électriques à arc ; Société Anonyme Westinghouse. *Brevet français n° 486 167*, demandé le 9 juin 1916, délivré le 19 décembre 1917, publié le 14 mars 1918, 5 200 mots, 11 fig. — Cette invention a pour objet un nouveau système de lampes à arc en vase clos hermétiquement. La substance des électrodes est incombustible dans l'arc, et les substances productrices de lumière sont introduites dans l'arc sous forme de vapeurs l'entourant et se renouvelant constamment de sorte qu'il ne se produit aucun dépôt de résidus sur l'enveloppe de la lampe ; de plus le rendement lumineux et la stabilité de l'arc sont augmentés. Les vapeurs employées sont celles de tétrachlorure de titane, de tungstène et de bore, substances liquides aux températures ordinaires mais facilement volatilisables par une faible diminution de pression. On y ajoute des matières stabilisatrices de lumière qui sont des vapeurs d'un élément du groupe halogène, par exemple la bromine ou la chlorine, qui agissent comme catalyseurs en recombinant les produits de dissociation des tétrachlorures. La proportion la plus favorable du mélange gazeux est de 50 pour 100 de vapeurs de tétrachlorure de titane et de 50 pour 100 de vapeurs de bromine libre : les électrodes sont en tungstène ou charbon de cornue ; le vase extérieur en verre. La pression est réglée à environ 10 cm de mercure. La longueur de l'arc est de 10 cm sous 220 v. La lumière est très blanche et contient des bandes lumineuses appartenant à toutes les parties du spectre. L'intensité du courant est de 4 à 15 A ; l'intensité lumineuse augmente très vite avec le courant. Avant l'introduction du mélange, le vase doit être parfaitement débarrassé d'air, d'humidité et de toute trace de gaz actifs ou neutres pouvant avoir un effet quelconque sur l'arc. Dans la lampe représentée ci-contre, la chambre d'arc 2 comporte une prolongation tubulaire 3. L'électrode supérieure est maintenue par une tige 7 accouplée à un noyau plongeur 8 d'électro-aimant 9. Le courant est amené par un conducteur 10 scellé en 11, prolongé par une partie flexible 12; 13 et 14 sont des pièces de guidage. L'enveloppe 15 protège le plongeur 8 contre l'action des gaz de l'ampoule. 16 est une tubulure d'aspiration; 17, un prolongement tubulaire aboutissant à une bouteille de remplissage 18 comportant une soupape 19 commandée à la main par une tige 20, et contenant le tétrachlorure de titane 21, qui vient se vaporiser dans l'ampoule 22 aussitôt que l'on aspire l'air de l'ampoule. Lorsque celle-ci est privée d'air, on scelle le tube 16 en AB et le tube 17 suivant CD en conservant l'ampoule 22 comme réserve. Pour le mélange à 50 pour 100 sus-indiqué, la meilleure pression est de 2,5 à 3,5 cm de mercure. L'enroulement de l'électro-aimant est monté en parallèle avec les électrodes 4 à 6. L'arc, une fois établi, est maintenu par les gaz raréfiés, et devient très lumineux. Les gaz



621.325.2. — Perfectionnements dans les lampes électriques à arc.

s'échauffent, s'élèvent, se refroidissent, se dissocient et se recombinent à nouveau en suivant un cycle continu. La lampe peut fonctionner sur courant alternatif ou continu, ce dernier donnant les meilleurs résultats. L'électrode inférieure 6 est montée sur un ressort 23 contenu dans un tube réfractaire 24 en quartz dont l'extrémité supérieure 25 est évasée. Il en est de même pour l'électrode supérieure. Les tubes 24 et 26 empêchent l'arc de monter le long des électrodes. L'électrode supérieure comporte de plus un canal central 28 et des canaux latéraux ; les pièces réfractaires 29 et 30 conduisent le courant de gaz dans ces canaux, ce qui contribue à la stabilité de l'arc. L'électrode supérieure est en charbon de cornue, l'électrode inférieure en tungstène. Le brevet décrit également la disposition d'une ou plusieurs chambres de condensation au-dessus de la chambre d'arc et d'un tube de tirage entourant l'électrode mobile de façon à ménager un passage annulaire entre la chambre d'arc et la chambre de condensation. — J. C.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. Le Gérant : J.-B. Nougt.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.1. — Mobilités des ions gazeux ; Kia-Lok Yen. *Physical Review*, mai 1918, 2e série, t. XI, p. 337-362. 10 000 mots, 9 fig., 3 tab — La première hypothèse émise pour expliquer que les mobilités et les coefficients de diffusion des ions gazeux sont faibles par rapport à ceux des molécules neutres a consisté à admettre que chaque ion individuel est formé par un assemblage de molécules neutres autour d'une charge élémentaire (Rutherford). Plus tard (1909), Wellisch et Sutherland ont admis que l'ion est constitué par une seule molécule électrisée et que sa faible mobilité provient du retard que la molécule subit, en vertu de son électrisation, dans son parcours à travers le gaz ; l'ion attirant les molécules non électrisées le nombre des chocs que subit l'ion sur un certain parcours est supérieur au nombre des chocs que subit une molécule neutre. Ainsi la plus faible mobilité d'un ion est attribuée, dans l'un des cas, à un accroissement de la masse et, dans l'autre, à un accroissement du nombre des chocs avec les molécules neutres. Les deux explications sont également plausibles. — On a institué des expériences en vue de choisir entre les deux hypothèses. Si l'ion est constitué par un groupement de molécules autour d'une charge élémentaire (électron, ou corpuscule positif), il pourra se désintégrer quand on lui communiquera une énergie cinétique suffisante. Cette désintégration entraînant une diminution de masse devra accroître la mobilité. On produit les ions dans un champ électrique suffisant pour leur imprimer des vitesses énormes ; s'ils demeurent intacts, les vitesses doivent être proportionnelles à l'intensité du champ et en raison inverse de la pression gazeuse. — Les diverses expériences faites ont donné des résultats contradictoires. Cependant Loeb (*Phys. Rev.*, déc. 1916, 2e série, t. VIII, p. 633) a constaté que les mobilités demeurent normales, dans l'air, jusqu'à des valeurs du champ de 12 450 v : cm. — L'auteur a repris les expériences de Loeb dans l'air en doublant la fréquence du champ alternatif et augmentant l'intensité du champ de 15 pour 100 environ. Il a mesuré les mobilités des ions hydrogène dans des champs variant de 9 à 6 669 v : cm et celles des ions azote dans des champs variant de 11 à 17 670 v : cm. Dans ces conditions les ions n'ont manifesté aucune tendance à se désintégrer ; autrement dit, les mobilités sont demeurées absolument normales dans les limites des erreurs expérimentales et la loi $Up = const.$, U désignant les mobilités et p les pressions s'est trouvée vérifiée dans tout l'intervalle des pressions et des champs envisagés. — L'auteur explique de la manière suivante la différence des mobilités qu'on constate pour les ions des deux signes. Entre un ion et une molécule neutre il existe, outre l'attraction due à la charge de l'ion, une répulsion qui provient des électrons négatifs de la périphérie. Les deux forces agissent en sens opposé sur le libre parcours moyen des ions. Si l'on admet, en outre, que le processus de l'ionisation positive consiste dans l'expulsion d'un électron par la molécule, et l'ionisation négative dans la fixation d'un électron par une molécule neutre, on doit s'attendre à ce que les forces répulsives soient différentes quand les deux sortes d'ions s'approchent d'une molécule neutre. La répulsion entre un ion négatif et une molécule neutre doit être plus grande qu'entre un ion positif et une molécule neutre puisque le nombre d'électrons que contiennent les ions négatifs est supérieur à celui que contiennent les ions positifs. Si l'on admet que l'attraction entre l'ion positif et la molécule neutre est la même qu'entre un ion négatif et la molécule neutre, ce qui paraît naturel, on doit s'attendre à ce que les libres parcours moyens et par suite les mobilités soient plus grands pour les ions négatifs que pour les ions positifs. — A. B.

537.311 : 546.26. — Influence de l'hydrogène sur la résistivité électrique du carbone ; T. Peczalski. *Physical Review*, mai 1918, 5e série, t. XI, p. 363-371, 2 300 mots, 5 fig., 3 tab, — L'auteur a étudié l'influence de l'hydrogène sur la résistivité électrique du carbone à des températures et sous des pressions variables. Aux températures ordinaires et pour des pressions d'hydrogène allant jusqu'à 33 atmosphères la résistivité ne varie pas d'une manière sensible ; elle augmente notablement si l'on porte le filament à une température élevée (1590° abs.). Après que le filament a été chauffé dans l'hydrogène, la résistance aux températures ordinaires présente un accroissement analogue et plus marqué. L'échauffement consécutif dans le vide produit sur le filament un effet opposé. L'effet est d'autant plus marqué que la pression est plus forte. — A. B.

538.552. — Energie oscillante ; G. Szarvady. *R. G. E.*, 21 septembre 1918, t. IV, p. 411-422, 9000 mots, 2 fig. — Dans les réseaux parcourus par des courants alternatifs, une partie de l'énergie mise en jeu est transformée d'une façon définitive en énergie de nature différente, le surplus ne fait qu'osciller entre le réseau et les milieux magnétiques ou diélectriques qui l'entourent. L'auteur appelle puissance oscillante l'énergie oscillante mise en mouvement par seconde et facteur de puissance oscillante le rapport de cette puissance à la puissance apparente correspondante. Partant ensuite du postulatum que l'énergie permanente et l'énergie oscillante se conservent séparément, il montre que les règles de Kirchhoff peuvent être appliquées aux composantes wattées et déwattées des intensités et tensions instantanées de courants périodiques quelconques. Dans le cas de courants sinusoïdaux on se trouve ramené à la méthode de M. Boucherot basée sur la conservation de la puissance réactive. — Nous rappellerons que la « R. G. E. » a déjà donné plusieurs notes et articles concernant la puissance réelle et la puissance magnétisante, 30 juin 1917, t. I, p. 1015 ; 8 septembre 1917, t. II, p. 366 ; 20 octobre 1917, t. II, p. 601 ; 29 décembre 1917, t. II, p. 1012 ; 23 février 1918, t. III, p. 278 ; 2 mars 1918, t. III, p. 315.

537.1 : 546.52. — Résonance et potentiels d'ionisation des électrons dans la vapeur de thallium ; Paul D. Foote

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

et Fred L. Mohler. *Physical Review*, juin 1918, 2e série, t. XI, p. 486-487, 450 mots. — L'ionisation a pu être observée dès la température de 700° C, mais la résonance n'apparaît que pour une densité de la vapeur beaucoup plus élevée, correspondant à 900° C. environ. L'ionisation est accompagnée d'une forte émission de lumière verte, constituée sans nul doute par le spectre de ligne complet dans lequel prédomine la raie 5351. Les chocs non élastiques du type de résonance se produisent pour un champ accélérateur de 1,08 v : cm. L'ionisation prend naissance pour un champ de 6,6 v : cm, qui, corrigé de la vitesse initiale, évaluée à 0,7 v : cm, donne comme valeur finale du potentiel d'ionisation 7,3 v : cm. Le spectre du thallium est caractérisé par une série de doublets. Le potentiel de résonance de 1,08 v : cm est fourni, aux erreurs d'expérience près, par la relation des quanta $h\nu = eV$, où ν est la fréquence de la raie la plus intense ($\lambda = 11513$) du premier doublet des séries principales. Ceci constitue une preuve expérimentale sérieuse que le spectre à raie unique du thallium est $\lambda = 11513$. — Les auteurs n'ont pu mettre en évidence aucune ionisation ni résonance due à la raie 13014. Si le thallium se comportait d'une manière analogue au sodium ou au potassium, on pourrait s'attendre, d'après l'analogie des séries de ces éléments, à trouver une ionisation pour une valeur de ν déterminée par la relation des quanta $h\nu = eV$ où ν est la limite de la série principale $\lambda = 22786$; cette relation fournirait $V = 2,81$ v, valeur qui ne correspond à aucune donnée expérimentale. — Les auteurs pensent que leur travail permet la prédiction d'une nouvelle série dans le thallium, de la forme $\nu = 1,5\ S - m\ P$.

537.531 + 539.11. — Relation entre le rayonnement X général et le nombre atomique de l'anticathode ; William Duane et Takeo Shimizu. *Physical Review*, juin 1918, 2e série, t. XI, p. 491-492, 450 mots, 1 tab. — On sait qu'en général l'intensité des rayons X émis par une ampoule, toutes autres conditions demeurant les mêmes, augmente avec le nombre atomique de l'élément utilisé comme anticathode. Les auteurs ont essayé d'examiner si l'augmentation d'intensité dépend du poids atomique ou du nombre atomique de l'élément. Les expériences ont porté sur le fer ($N = 26$), le cobalt ($N = 27$), le nickel ($N = 28$) et le cuivre ($N = 29$). — Les résultats obtenus montrent que l'intensité des rayons X augmente sans exception avec le nombre atomique de l'anticathode. L'intensité est approximativement proportionnelle au nombre atomique, mais l'intervalle des nombres atomiques sur lequel ont porté les mesures est trop faible pour permettre une vérification précise de ce point. — A. B.

537.531. — Etude expérimentale de l'énergie dans le spectre continu des rayons X de quelques éléments ; Clayton et Ulray. *Physical Review*, mai 1918, t. XI, p. 401-410, 3800 mots. — Les recherches classiques de W.-H. et W.-L. Bragg sur la réflexion des rayons X par les cristaux ont montré qu'outre les raies caractéristiques émises par l'anticathode de l'ampoule à rayons X il existe toujours, au voisinage des raies, un rayonnement notable que le spectromètre ne peut résoudre en raies distinctes. Dans les photographies du spectre des rayons X, ce spectre continu se révèle par un fond nuageux sur lequel se dessinent les raies caractéristiques. — L'auteur s'est proposé d'étudier l'intensité de ce rayonnement pour quelques éléments. L'ampoule, du modèle proposé par Coolidge, porte une anticathode constituée par un prisme d'acier à base hexagonale, sur les faces latérales duquel on a serti des feuilles de Cr, de Ni, de Mo, de Pd, de Tu et de Pt ; le prisme est mobile autour de son axe et chacun des métaux précédents peut être soumis au bombardement cathodique. Le faisceau de rayons X, après avoir traversé un spectromètre à réflexion (sur de la calcite), pénètre dans la chambre d'ionisation. — Voici les principaux résultats obtenus par l'auteur : 1° en comparant les aires et les ordonnées maxima des courbes de rayonnement fournies par les divers éléments, il a constaté que l'énergie émise sous forme de rayons X n'est directement proportionnelle ni au poids atomique, ni au nombre atomique, mais est une fonction périodique de l'un ou l'autre nombre, la périodicité coïncidant avec celle du système des éléments ; 2° le spectre continu du tungstène a été étudié pour des tensions allant de 20 à 50 kv. Dans ces limites il existe très sensiblement entre la tension V et la longueur d'onde maximum, λ_m, la relation

$$\lambda_{max.}\ V^{\frac{1}{2}} = \text{const.}$$

3° les aires comprises entre les courbes de rayonnement et l'axe des abscisses sont proportionnelles à la tension entre 25 et 40 kv. — A. B.

537.531. — Nouvelle méthode d'analyse des cristaux par les rayons X. *R. G. E.*, 7 septembre 1918, t. IV, p. 340-342, 1000 mots, 2 fig. Analyse d'un article de A.-W. Hull, publié dans *Physical Review*, décembre 1917, 2e série, t. X, p. 661-696, 12250 mots, 12 fig., 14 tab.

535.212. — Photo-luminescence et cathodo-luminescence de la calcite ; E.-L. Nichols, H.-L. Howes et D.-T. Wibber. *Physical Review*, juin 1918, 2e série, t. XL, p. 485, 350 mots. — Les auteurs établissent que la courbe de décroissance de la cathodo-luminescence est indépendante de celle relative à la photo-luminescence et ne doit pas être considérée comme le prolongement de celle-ci. Les deux modes d'excitation produisent des conditions tout à fait différentes dans la substance phosphorescente. Les auteurs ont en outre établi que le bombardement cathodique ne détermine pas une transformation des couches superficielles telle qu'une excitation lumineuse consécutive produise une phosphorescence persistante. Les deux effets peuvent se superposer sans interférer mutuellement. — A. B.

535.215. — Résultats préliminaires relatifs à la vitesse maximum d'émission des électrons à partir des métaux aux fréquences des rayons X ; Kang-Fuch Hu. *Physical Review*, juin 1918, 2e série, t. XI, p. 505-507, 1500 mots. — On sait depuis quelque temps que des rayons X tombant sur un plateau métallique déterminent l'émission d'un flux d'électrons de grandes vitesses. Les premières expériences ont indiqué l'existence d'une relation entre leur vitesse maximum et la fréquence des rayons incidents et montré l'indépendance de cette vitesse par rapport à l'intensité. L'égalité approchée de cette vitesse maximum à la vitesse critique minimum des électrons dans l'ampoule génératrice des rayons X, associée à la formule tirée des quanta relative à la production des rayons X, suggère fortement que la même loi pourrait s'appliquer également au processus inverse de l'émission photo-électrique. Le présent travail fournit quelques données qualitatives et quantitatives sur cette question importante. — A. B.

535.215 : 546.77. — Sensibilité photo-électrique spectrale de la molybdenite ; W.-W. Coblentz, M.-B. Long et H. Kahler. *Physical Review*, juin 1918, 2e série, t. XI, p. 497, 200 mots. — Les auteurs ont constaté : 1° que des échantillons de molybdénite trouvés dans des localités différentes ont des sensibilités très différentes ; 2° qu'il y a un maximum de sensibilité à 0,6μ, 0,75μ, 1,02μ et 1,8μ ; 3° qu'il n'y a pas de loi simple entre a réponse photo-électrique et la variation d'intensité du rayonnement excitateur ; 4° que l'accroissement du courant photo-électrique en fonction de l'intensité est maximum dans l'infra-rouge ; il est le plus grand pour les faibles intensités ; 5° que la sensibilité photo-électrique augmente quand la température diminue. — A. B.

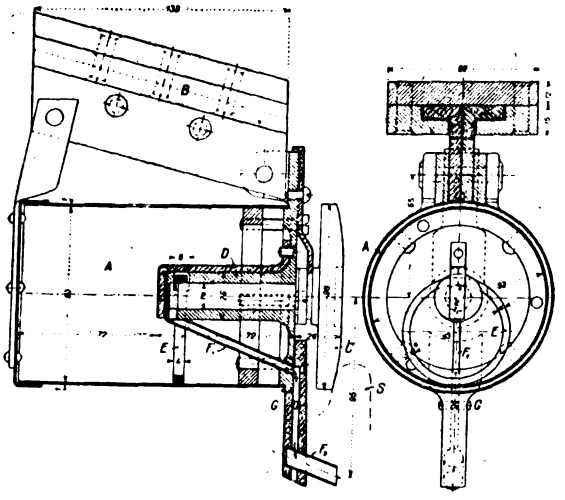
TRACTION ET LOCOMOTION

625.214. — Graissage automatique des bandages des roues des voitures de chemin de fer et des rails. *Schweizerische Bauzeitung*, 17 août 1918, t. LXXII, p. 62-63, 600

Digitized by Google

Digitized by Google

mots, 3 fig. — L'usure des rails et des bandages des roues de wagons constitue une lourde charge pour les compagnies de chemins de fer, et dès 1910 et 1911 des expériences faites en Amérique (Pennsylvanie) avaient montré qu'un bon graissage diminue 4 ou 5 fois cette usure ; l'économie de matériel qui en résulte est particulièrement intéressante dans les circonstances actuelles, et surtout dans les pays montagneux comme la Suisse où les tracés comportent de nombreuses courbes de faible rayon. — L'appareil qui vient d'être construit a été mis en service pendant 3 ans sur le chemin de fer de Montreux à Berne. Il se compose d'un réservoir d'huile A monté sur une glissière inclinée B. Par suite du poids propre de l'appareil, la roulette C dont l'axe est fou dans le coussinet D, vient s'appuyer sur le boudin S du bandage, qui l'entraîne constamment par frottement. A l'extrémité de l'axe est placé un anneau de graissage E qui amène l'huile jusque sur la roue grâce à une conduite F munie d'un robinet de réglage G. L'huile tombe goutte à



625.214. — Graissage automatique des bandages des roues des voitures de chemin de fer et des rails.

goutte sur le bandage. La roulette C assure une bonne répartition de l'huile sur le bandage et de là sur la tête du rail. Les expériences faites pendant 3 ans ont montré que l'usure considérable des rails et bandages dans des courbes de 40 à 80 m de rayon a presque complètement disparu, et l'on estime que la durée des rails sera au moins triplée. Ce résultat représente au prix de 0,50 fr le kilogramme une économie annuelle de 10 000 fr pour 800 m de rails dont le remplacement est évité, soit au taux de 4,5 pour 100 un capital épargné de 220 000 fr. La durée des bandages est également portée de 80 000 km à 200 000 km, l'économie qui en résulte, au prix de 0,80 fr le kilogramme de bandage, ressort à 4 800 fr par an pour les voitures et 2 400 fr pour les locomotives, soit au total 7 200 fr représentant un capital de 160 000 fr. — L'appareil ne fonctionnant qu'en marche, il n'y a aucune perte d'huile. D'autre part, le fonctionnement est automatique et la main-d'œuvre se réduit au remplissage du réservoir. On peut utiliser pour cette fin de vieilles huiles usagées. — J. C.

625.25. — L'importance des freins rapides dans l'exploitation des chemins de fer; J. Carlier. *R. G. E.*, 7 septembre 1918, t. IV, p. 351-352, 600 mots. — Bien que cette importance soit généralement reconnue, beaucoup de Compagnies de chemins de fer n'ont pas cru devoir équiper tout leur matériel avec des freins rapides en raison des dépenses de premier établissement relativement élevées qui en résulteraient. Dans sa note, l'auteur fait ressortir combien sont faibles l'intérêt et l'amortissement de ces dépenses en regard de l'augmentation de recettes qui en serait la conséquence.

625.621.433. — Traitement Sandberg des rails de tramway. *Electrical Review*, Londres, 5 avril 1918, t. LXXXII, p. 316-317, 1 400 mots, 3 fig. — Dans les conditions actuelles, tout procédé permettant de prolonger la durée de fonctionnement d'une voie présente un intérêt national. Sandberg a proposé une méthode permettant de réaliser la trempe *in situ*. On échauffe le rail de proche en proche au moyen d'un dispositif oxy-acétylénique et on le refroidit modérément vite afin de produire le degré de trempe voulu. On utilise pour cela un camion monté sur rails et contenant le dispositif de chauffage (flamme oxy-acétylénique) et une cuve d'eau pour le refroidissement. La vitesse avec laquelle le traitement peut être appliqué est actuellement de 30 cm environ par minute, mais il ne serait pas difficile de l'augmenter notablement par l'adoption de camions et de brûleurs multiples. — A. B.

621.348 : 629.12.014. — La propulsion électrique des navires, système Ljungström. *Engineering*, 9 août 1918, t. CVI, p. 140, 2000 mots, 1 fig. — Cet article auquel est joint une planche donne une description détaillée du condenseur et de ses accessoires, pompes à air et pompes de circulation et décrit complètement le fonctionnement de ces divers appareils. La même planche donne à une assez grande échelle une coupe d'un des alternateurs. Chaque alternateur peut développer 312,5 kw sous 650 v en tournant à 3 600 t : min. Le refroidissement du stator et du rotor est assuré par un seul ventilateur porté par le rotor; les dispositions sont prises pour permettre le nettoyage sans démonter la machine. Le rotor est constitué par un bloc d'acier forgé plein, les encoches sont fraisées et les bobines formées sur gabarits sont maintenues en place par des cales de bronze. Des pièces de bronze spécial s'opposent au déplacement des extrémités de l'enroulement du rotor sous l'action de la force centrifuge. Les deux alternateurs actionnés par la même turbine alimentent un moteur d'induction; la même planche donne une coupe de l'un de ces moteurs, les deux moteurs actionnent par relais d'engrenages un seul arbre d'hélices tournant à 76 t : min et absorbant 1 500 ch à cette vitesse. Chacun des moteurs peut donc développer 750 ch en tournant à 714 t : min, leur rendement à cette charge atteint 95 pour 100 avec un facteur de puissance égal à 0,875. La manœuvre est effectuée entièrement par le contrôle électrique des génératrices et des moteurs; le tableau de manœuvre est montré par des photographies sur une planche et en coupe dans le texte. Le démarrage est effectué à l'aide de résistances liquides; la solution de potasse est mise en circulation par une pompe, elle passe dans un refroidisseur disposé à la base du tableau de manœuvre. Ce tableau est pourvu de tous les instruments de mesures nécessaires pour permettre la surveillance et le réglage. L'ensemble permet de régler la vitesse avec la plus grande exactitude; elle peut être réduite à un tour par minute et à 10 t : min. la régularité est parfaite. — E. B.

621.348 : 629.12.014 — Le système de propulsion électrique des navires de Ljungström. *Engineering*, 26 juillet 1918, t. CVI, p. 82 (suite), 1 000 mots. — Une planche jointe à l'article montre en détail et à une assez grande échelle la pompe à huile mue par turbine à vapeur; on y voit en particulier le détail du joint au passage de l'arbre et qui a pour but d'empêcher ou tout au moins de réduire la fuite de la vapeur. La même planche donne les détails de construction du régulateur de vitesse qui est du type complètement enfermé; les leviers sont munis de coussinets à billes, les poids sont en fonte et chargés avec du plomb, la compression des ressorts peut être réglée du dehors à l'aide d'une vis à deux filets. Il y a deux régulateurs, un pour chaque arbre de la turbine; si le nombre de tours dépasse quelque peu sa valeur normale, le régulateur coupe automatiquement l'admission de vapeur. La même planche montre le réfrigérant pour l'huile, qui possède quelques particularités intéressantes. — E. B.

Digitized by Google

Digitized by Google

APPLICATIONS THERMIQUES

621.365. — Four électrique destiné à la fabrication de produits abrasifs et réfractaires; Elie Assié. *Brevet français n° 486 417*, demandé le 9 août 1917, délivré le 8 janvier 1918, publié le 3 avril 1918, 600 mots, 2 fig. — Ce four à corindon est caractérisé par un double revêtement intérieur composé de 1/4 de bauxite déshydratée mélangée à du charbon, et 1/2 de déchets de corindon. — J. C.

621.365 + 669.187. — Un four électrique pour forger et recuire l'acier; Wirt S. Scott. *Electrical Review*, Chicago, 8 juin 1918, t. LXXII. p. 941-944, 5 500 mots, 2 fig. — L'auteur a effectué beaucoup de travaux sur les fours à résistance à forger et il a expérimenté l'emploi de divers matériaux, tels que graphite granulé, coke, charbon de bois, combinaisons diverses de ces éléments avec des blocs de charbon ; les résultats ont été à peu près les mêmes c'est-à-dire peu satisfaisants et l'auteur dit pourquoi. Il énumère ensuite les caractéristiques utiles du carbure de silicium comme métal pouvant être employé pour l'usage des fours ; sa température de formation est 1950° ; sa température de décomposition, 2 220° ; il ne s'oxyde pas dans l'oxygène pur à 1 000° ; de 1 500° à 1 800° l'oxydation se trouve très retardée par la couche de silice fondue. Les gaz neutres ou réducteurs n'ont pas ou presque pas d'action. Sa dureté se tient entre celle du rubis et celle du diamant. C'est un conducteur électrique de la seconde classe ; à la température ordinaire sa conductivité est très faible, étant plusieurs fois plus petite que celle du carbone ; elle augmente très rapidement avec la température, car il a un grand coefficient de résistance négatif. La résistivité des briques varie avec les différences de porosité et de composition chimique. Une idée de la variation de résistance est donnée dans le tableau ci-dessous :

24°.....	50	ohms : cm³
540°.....	18	Id.
980°.....	3,7	Id.
1 400°.....	0,65	Id.

Ajoutons que cet alliage est très résistant à la traction. L'auteur décrit ensuite les premiers fours qu'il a construits avec cette matière. A cause de la résistance élevée du four à froid, il commençait sous une tension de 220 v, bientôt ramenée à 110 v et diminuée peu à peu jusqu'à 60 v. Pour porter le four à 1 800° il faut huit heures ; mais, vu la capacité calorifique élevée du four, le temps nécessité par des chauffages successifs est très réduit. Les résultats de ses essais ont prouvé qu'on pouvait maintenir une température de 1 800° pendant un temps indéfini, du moins en ce qui concerne les résistances. Il décrit un second four construit également par lui, dans lequel on obtenait 1 800° en deux heures sous une tension de démarrage de 75 v. Il donne des détails concernant l'équipement du contrôle. — Son premier type de four a été depuis installé pour un usage courant dans les forges de la Westinghouse Electric and Mfg Cy, il fonctionne depuis un an avec satisfaction. — L'article se termine par des considérations générales concernant la supériorité du four électrique pour le forgeage et le recuit ; en particulier les fours qu'il a décrits permettent l'obtention d'une température uniforme dans toutes les parties des chambres de chauffe ; la température trouvée nécessaire à la production d'une certaine qualité d'acier peut être obtenue et maintenue indéfiniment ; enfin une atmosphère neutre est obtenue, éliminant en grande partie l'oxydation de l'acier.

621.392. — Facteurs affectant la soudure à l'arc. *R. G. E.*, 21 septembre 1918, t. IV, p. 434, 500 mots. Analyse d'un article paru dans *Electric Railway Journal*, 6 juillet 1918, t. IV, p. 434, 500 mots.

629.124 : 621.392. — Un chaland en tôles soudées électriquement. *Engineering*, 9 août 1918, t. CVI, p. 142, 500 mots, 2 fig. — Deux photographies montrent le chaland dont la longueur est de 120 pieds, le déplacement étant de 275 t ; la construction en a été faite entièrement à la soudure électrique ; il n'a été employé aucun rivet. — Les parties composant le chaland sont absolument identiques à celles du même bâtiment construit par rivetage, car les matières avaient été commandées et approvisionnées avant que ne fût décidé la construction par soudure électrique. — Au début du travail, s'élevèrent quelques difficultés et les progrès furent lents, bien que le personnel chargé de l'exécution eût la pratique de l'emploi de la soudure électrique, mais avec le temps l'habileté professionnelle augmente et les résultats deviennent tout à fait satisfaisants ; au début on n'obtenait que 4 pieds de soudure par heure mais à la fin cette vitesse était largement dépassée et atteignait 7 pieds. — Les frais totaux de soudure se sont élevés à 301 livres sur lesquelles les électrodes interviennent pour 178 livres, ce qui est exagéré ; le prix de ces électrodes diminuant, le procédé deviendra tout à fait pratique. — E. B.

ÉCLAIRAGE

621.326. — Lampe électrique de poche; Arnold Weinmann, résidant en Suisse. *Brevet français n° 480 885*, demandé le 8 février 1916, délivré le 11 juillet 1916, publié le 4 octobre 1916, 900 mots, 3 fig. — L'inventeur présente une lampe électrique de poche, dans laquelle le courant est fourni par une dynamo, actionnée par un mécanisme à ressort. Ce ressort peut être bandé pendant le fonctionnement de la lampe, ce qui permet de donner une lumière continue. Une démultiplication par engrenage donne à la dynamo la vitesse nécessaire pour produire le courant et un système de freinage permet d'arrêter la dynamo sans débander le ressort.

621.326. — Perfectionnements dans les lampes électriques de poche ; M.-H. Spielman et Joseph Corcos. *Brevet français n° 485 400*, demandé le 9 mai 1917, délivré le 12 octobre 1917, publié le 4 janvier 1918, 800 mots, 4 fig. — Il s'agit d'un système d'interrupteur par rotation d'une capsule vissée à l'extrémité inférieure de la lampe cylindrique (torche). — J. C.

621.32 + 621.7. — Sur un meilleur éclairage des ateliers ; F.-H. Bernhard. *Electrical Review*, Chicago, 1er juin 1918, t. LXXII, p. 907-915, 7 000 mots, 12 fig. — Cet article est le premier d'une série de douze articles traitant de l'amélioration de l'éclairage dans un grand nombre d'industries. Il insiste sur l'opportunité urgente d'une amélioration qui peut être réalisée à très bas prix relativement aux bénéfices qui en résulteront. On suggérera dans les articles à venir des moyens de s'assurer un éclairage satisfaisant au moyen d'exemples typiques et vécus. Ces articles ont été écrits intentionnellement dans un style aussi peu technique que possible, de façon à pouvoir être lus avec profit par les propriétaires et dirigeants des usines, lesquels, très souvent, ont besoin d'être éduqués sur cette importante question. — P. V.

621.32 : 655.3. — L'éclairage des ateliers d'impression et de reliure ; F.-H. Bernhard. *Electrical Review*, 24 août 1918, t. LXXIII, p. 279-286, 4 000 mots, 10 fig. — Cet article fait partie d'une série de cinq articles dont nous avons déjà signalé l'apparition et traitent des moyens d'assurer un éclairage rationnel dans diverses industries. Les principes purement techniques sont omis à dessein ; l'auteur espère ainsi convaincre les industriels peu au courant des questions électrotechniques. Il s'attache souvent à montrer comment, au moyen de petites modifications peu coûteuses, on peut arriver à obtenir une meilleure utilisation des sources éclairantes. — P. V.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

546.17. — Le problème de l'azote. — Ce sujet est traité dans l'article de Jaurigy, Froment et Stephen reproduit dans

Digitized by Google

Digitized by Google

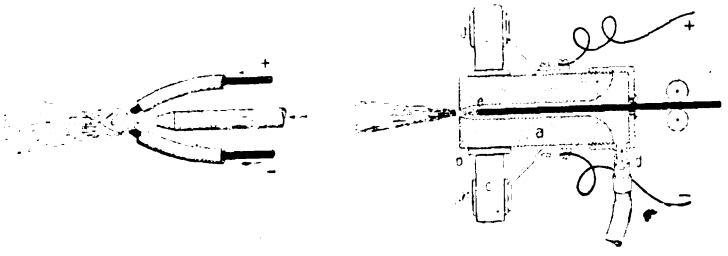
diverses publications, notamment *Chimie et Industrie*, *Bulletin de la Société d'Encouragement*, *La Technique moderne*, août 1918, p. 353-355, 3 700 mots. Cette dernière donne à ce sujet les indications bibliographiques suivantes : Voir *La Technique moderne*, décembre 1909, t. I, n° 13, p. 631 ; mars 1910, t. II, n° 3, p. 171 ; juillet 1910, n° 7, p. 425 ; septembre 1911, t. III, n° 9, p. 523 ; 1er novembre 1912, t. V, n° 9, p. 325 ; 1er décembre 1912, n° 11, p. 409 ; juillet 1913, t. VII, n° 1, p. 32 ; 1er septembre 1913, n° 5, p. 153 ; 1er novembre 1913, t. VIII, n° 9, p. 297 ; 1er mars 1914, t. VIII, n° 5, p. 165 ; 15 mars 1914, n° 6, p. 236 ; 1er juin 1914, n° 11, p. 414 ; mai 1918, t. X. n° 5, p. 241.

661.51. — La synthèse du gaz ammoniac avant Haber. *Bull. Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, juillet-août 1918, t. CXXX, p. 72-75, 2500 mots. Analyse d'une communication de M. MATIGNON, à la Société de Chimie industrielle. — L'auteur indique les divers brevets antérieurs à ceux de Haber.

661.95.055. — Fabrication de l'eau oxygénée par électrolyse ; E.-B.-R. PRIDEAUX. *La Revue des Produits chimiques*, 15 août 1918, p. 231-232, 2 100 mots. Reproduction d'un article du *Journ. Soc. Chem. Ind.*, 1918, 13, 257 R. — L'auteur expose deux genres de procédés ; les uns partant des persulfates, les autres utilisant l'oxydation de l'hydrogène cathodique. — Dans la première partie de l'article, il expose sommairement les conditions de préparation de l'acide persulfurique et des persulfates (il signale que l'historique et la théorie des persulfates sont traités à fond dans l'ouvrage de J.-S. Price, Peracids and their salt, édité par Longmans). Pour obtenir l'eau oxygénée, les solutions acides de persulfate préparées par électrolyse ou par le traitement des persulfates solides par l'acide sulfurique sont soumises à l'action de la chaleur : il y a formation d'acide monopersulfurique H^2SO^5 qui, lui-même, se décompose en donnant H^2O^2. L'auteur indique quelques brevets concernant les procédés de ce groupe ; l'un de ces procédés, celui de Pietsch et Adolph, donne de l'eau oxygénée à 20 pour 100 avec un rendement de 95 pour 100 du rendement théorique. — Les procédés du second groupe sont fondés sur une observation de Traube que l'hydrogène dégagé à la cathode au cours de l'électrolyse des acides dilués est facilement oxydé par l'oxygène gazeux en H^2O^2. Les recherches faites ultérieurement ont montré que le rendement était beaucoup amélioré par l'usage d'oxygène à haute pression et l'on a opéré avec des pressions allant jusqu'à 100 atmosphères. Un électrolyseur permettant l'emploi de ces hautes pressions a été décrit par Henkel dans les brevets anglais 10476 de 1913 et 22714 de 1914.

669.245.056. — Alliages par voie électrolytique. *Bull. Soc. Encourag. Ind. nat.*, janvier-février 1918, t. CXXIX, p. 145, 200 mots. — Cette note signale les résultats des recherches de R. Kremann : en électrolysant un mélange de sulfate ferreux et de sulfate de nickel avec une anode en fer, sous une tension de 12 v, l'électrolyse donne des alliages fer-nickel à température ordinaire ; si on ajoute de l'oxalate de potassium au bain d'électrolyse, la proportion de nickel augmente dans l'alliage. En remplaçant l'acide sulfurique par l'acide citrique et en utilisant une cathode de carbone pour augmenter l'adhérence des dépôts, on obtient un dépôt de 88 pour 100 de fer, 10,2 de nickel et 1,2 de carbone ; le dépôt est très cassant à cause de sa haute teneur en hydrogène. — Kremann a aussi essayé d'obtenir des dépôts de bronzes (cuivre et étain), dans des bains au cyanure de potassium, à l'acide tartrique ou à l'ammoniaque. Il est arrivé à des résultats satisfaisants avec des bains mixtes de sulfate de cuivre et de chlorure d'étain en présence de tartrates alcalins ; les dépôts, élastiques au début de l'électrolyse, deviennent ensuite pulvérulents ; pour obtenir des dépôts élastiques et brillants, il faut que la teneur en alcali libre dépasse une molécule par litre.

621.372. — Procédé Schoop de métallisation utilisant l'électricité. *La Revue des Produits chimiques*, 15 août 1918, p. 241, 50 mots. Analyse d'un article de Witold KASPEROWICZ, paru dans *Chem. Zeitg*, 1918, p. 68-69, 278. —



621.372. — Variante du procédé Schoop de métallisation.

Notre confrère se borne aux indications suivantes : « La fusion du métal à pulvériser se fait, selon ce nouveau mode de procédé Schoop, en l'utilisant sous forme de fils, et en établissant entre les bouts de ces fils un arc voltaïque ; l'air comprimé soufflé dans le métal fondu le pulvérise de façon très régulière ». Il ne semble pas que ce procédé soit véritablement une nouveauté, car il a été décrit il y a déjà cinq ou six ans.

621.365 : 669.273. — Four électrique pour réduire les oxydes métalliques ; John INSULL. *Brevet français n° 485 553*, demandé le 19 avril 1917, délivré le 26 octobre 1917, publié le 23 janvier 1918, 2 000 mots, 5 fig. — Ce four est destiné à réduire le trioxyde de tungstène en tungstène métallique par un courant rapide d'hydrogène sous pression, préalablement chauffé par un ruban métallique spécial traversé par le courant électrique. Il comporte également d'autres dispositions de détail intéressantes. — J. C.

621.365 + 669.187. — Four électrique pour coulés d'acier ; R.-F. FLINTERMAN. *Am. Electrochem. Soc. Trans.*, 1917, p. 69-77 ; *Science Abstracts*, juin 1918, p. 215, 200 mots. — La Michigan Steel Castings Co, de Détroit, emploie des fours électriques pour faire de petits coulés de châssis d'automobiles, etc., les coulés, pesant entre 225 g et 140 kg et plus ; la moyenne est 9 kg. On les faisait d'abord dans des creusets, puis on employa des convertisseurs Tropenas ; c'est dans l'hiver de 1915-1916 que deux fours Héroult (l'un de 6 t, l'autre de 3 t) furent installés, et ils ont fonctionné continuellement depuis. L'acier électrique n'est pas exempt de soufflures, mais il est de qualité supérieure car il est à très faible teneur en oxydes, en soufre et en scorie. Le revêtement fut d'abord basique ; à cause de la pénurie de magnésite on adopta des soles et revêtements acides. L'article décrit le procédé opératoire. — P. V.

621.727. — Le dérochage électrolytique de l'acier ; THOMPSON et O.-L. MAHLMAN. *Am. Electrochem. Soc. Trans.*, 1917, p. 181-186 ; discussion p. 186-189 ; *Science Abstracts*, juin 1918, p. 215, 200 mots. — Deux plaques d'acier doux semblables, furent dérochées par la méthode ordinaire et par la méthode électrolytique. Les bains de dérochage furent concentrés jusqu'à ce que toute la matière solide qui y était restée fût dissoute et on les analysa. Les quantités de fer dissoutes dans les deux procédés formèrent la base de la comparaison. Le dérochage chimique consista à immerger la plaque dans une solution bouillante d'acide sulfurique à 5 pour 100. Dans le dérochage électrolytique la plaque constituait une cathode que l'on plaçait entre deux anodes de plomb dans de l'acide ; la température était d'environ 60°.

Digitized by Google

Digitized by Google

Des résultats, tant au point de vue efficacité qu'au point de vue économie, furent grandement en faveur du procédé électrolytique. — On a mesuré également les quantités de magnétite fondue réduites dans une solution d'acide sulfurique sous différentes conditions de température et de densité de courant. La réduction est la plus grande à environ 50° et sous une densité de courant de 1,18 A : cm². — P. V.

USINES ET ATELIERS
AMÉNAGEMENT OUTILLAGE

621.822. — Un palier de butée élastique auto-réglable ; H.-G. Reist. *General Electric Review*, juillet 1918, t. XXI, p. 481-484, 3 600 mots, 2 fig. — Dans les paliers ordinaires on essaie de réaliser l'idée qu'une couche d'huile très mince doit être suffisamment répartie sur tout ou partie de la surface du palier afin de supporter une pression convenable par centimètre carré de palier. Le palier décrit dans l'article s'écarte tout à fait de cette conception ; il est basé sur l'idée d'une surface portante souple, flexible, qui peut suivre les irrégularités de la surface tournante sans créer en aucun point une pression suffisante pour détruire la couche d'huile. Ce palier consiste en une partie tournante en fonte de qualité spéciale reposant sur un mince anneau d'acier ayant une surface anti-friction ; cet anneau, à son tour, repose sur des ressorts à boudin courts et est empêché de tourner par des goujons. Un trait de scie d'un côté de de l'anneau élimine toute tendance à se gondoler sous l'effet d'un changement de température. — L'article en donne la description complète ainsi que l'exposé des avantages spéciaux qu'il procure. Le principe utilisé dans l'établissement de ce palier peut aussi être appliqué aux supports de fusées et aux paliers ayant une action réciproque. — P. V.

669. — Les transformations métallurgiques, forgeage, estampage, traitements thermiques. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 234, 1 000 mots. Analyse d'un rapport de M. Partiot à la section IV Mines et Métallurgie du Congrès général du Génie civil.

621.892. — Lubrification et installations électriques ; Basil Barham. *Electrical Review*, 31 mai 1918, t. LXXXII, p. 509-510, 2000 mots. — Pour les besoins des stations centrales ordinaires, toute huile de bonne qualité convient parfaitement. Les viscosités peuvent être plus ou moins fortes, les températures de congélation plus ou moins élevées, les températures d'inflammation et les densités peuvent varier considérablement. Mais, en ce qui concerne la lubrification, les différences sont peu importantes et toutes les huiles constituent de bons lubrifiants à condition qu'on ait enlevé, par filtration, les matières en suspension. Une huile filtrée quelconque en vaut une autre ; et quand on constate qu'une huile constitue un meilleur lubrifiant qu'une autre, c'est qu'en général les résultats ont été modifiés par des conditions locales. — A. B.

MATIÈRES PREMIÈRES

553.3.44). — Sur les minerais de fer du Menez-Bel-Air (Côtes-du-Nord) ; F. Kerforne. *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 26 août 1918, t. CLXVII, p. 341, 500 mots. — Note sur la formation géologique du gisement de minerais de fer du Menez-Bel-Air.

669.711 (73). — La production de l'aluminium aux Etats-Unis. *R. G. E.*, 14 septembre 1918, t. IV, p. 228, 290 mots.

669.715. — Alliages d'aluminium. *Bulletin des Usines de guerre*, 9 septembre 1918, p. 160, 250 mots. — Cette note recommande pour la confection des pièces soumises à de grands efforts (pistons de moteurs d'automobiles, roues hélicoïdales, etc.) l'alliage de composition suivante en centièmes : 95,91 d'aluminium, 2 de cuivre, 0,00 (?) de nickel, 0,34 de fer, 0,40 de silicium et 0,35 de magnésium. Elle indique ensuite son mode de préparation au moyen d'un alliage intermédiaire obtenu par la fusion sous une couche de charbon de bois de 5 kg de cuivre, 1,25 kg de nickel, 2,5 kg d'aluminium en petits morceaux auxquels on ajoute 1,75 kg d'étain en plaques minces, et, pour finir, encore 5 kg d'aluminium ; pour avoir l'alliage définitif on fond 41,75 kg d'aluminium et on y ajoute 3 kg de l'alliage intermédiaire et 0,28 kg de magnésium. Cet alliage aurait une « résistance absolue » comprise entre 1,850 et 2,030 (?) kg : mm², un allongement de 3,5 à 4 pour 100, une « limite d'élasticité » de 840 à 920 (?) kg : mm² et une striction de 4 à 5 pour 100. — Un autre alliage est recommandé pour l'étirage en fils. On l'obtient en fondant 96,8 parties en poids d'aluminium pur et 3,2 parties d'un alliage intermédiaire formé de 50 parties d'aluminium et 50 parties de cuivre, sa « résistance à la traction » est de 2,730 (?) kg : mm² et sa conductibilité électrique est les 50 centièmes de celle du cuivre pur. — Un troisième alliage convient également pour l'étirage en fils. On l'obtient en fondant 95 pour 100 d'aluminium et 5 pour 100 d'un alliage intermédiaire contenant 97,70 d'aluminium, 1 de cuivre et 1,30 de nickel. Sa « résistance à la traction » est de 3 115 (?) kg : mm² et sa conductibilité électrique est les 49 centièmes de celle du cuivre pur. — Ajoutons que nous ne signalons cette note que pour appeler l'attention des intéressés sur l'existence de ces alliages et leur recommander d'en vérifier les qualités car l'incohérence des données que fournit la note ne permet aucune confiance en celles-ci : les valeurs indiquées pour ce qui devrait être appelé la ténacité de rupture sont en effet tantôt d'environ 2 kg : mm², tantôt de 2730 kg : mm², alors que les valeurs ordinairement admises sont comprises entre 16 et 25 kg : mm² ; d'autre part, la composition indiquée pour le premier alliage montre la présence du fer et l'absence de nickel et d'étain tandis que les alliages qui servent à l'obtenir ne contiennent pas de fer et contiennent, par contre, du nickel et de l'étain. On trouvera sans doute, comme nous, qu'il est fâcheux qu'un organe officiel ne soit pas plus exact dans les « conseils et renseignements pratiques » qu'il donne aux industriels.

678.3. — La vulcanisation du caoutchouc par le sélénium : C.-R. Boggs. *Industr. Eng. Chem. Jl.*, février 1918, p. 117-118 ; *Science Abstracts*, juin 1918, p. 216, 200 mots. — Des essais ont été faits depuis 1913 par The Simplex Wire and Cable Co, de Boston, principalement avec la modification cristalline noire du sélénium qui fond à 217° et dans laquelle la modification amorphe passe entre 100° et 150°. En employant une quantité de sélénium (état noir, ou amorphe) équivalente à celle du soufre de la vulcanisation ordinaire et chauffant à 150° pendant deux heures, on a obtenu un produit vulcanisé qui demeura bon pendant quatre années, quoiqu'il ne fût pas aussi mécaniquement solide que le caoutchouc vulcanisé ordinaire. Un chauffage prolongé n'a pas amélioré les résultats ; du caoutchouc traité avec deux fois plus de sélénium se détériora. Par l'emploi d'accélérateurs organiques (non spécifiés) et à la température de 135° appliquée pendant deux fois le temps exigé par la vulcanisation au soufre, on obtint des caoutchoucs de résistance à la traction et d'extension normales ; ils sont plus doux et de pouvoir diélectrique plus faible que les caoutchoucs au soufre, mais ont eu une longue vie. L'analyse chimique est difficile, car le sélénium est difficilement soluble dans les dissolvants usuels, acétone, chloroforme et bisulfure de carbone. Le point remarquable est que la vulcanisation a lieu à une température très inférieure au point de fusion du sélénium et que le caoutchouc au sélénium ne se détériore pas, bien que le sélénium soit sensible à la lumière. — P. V.

669.143 : 621.43. — Emplois et traitements des aciers utilisés dans la construction des moteurs légers ; L. Barbillion. *Bulletin technique de la Suisse romande*, 27 juillet 1918, t. XLIV, p. 140-142, 1900 mots, 1 fig., et 24 août 1918, t. XLIV, p. 158-160, 1350 mots, 3 fig. — Dans cette

Digitized by Google

Digitized by Google

étude, l'auteur s'occupe des aciers utilisés spécialement dans la construction des moteurs à explosion. Après plusieurs années d'efforts et d'expériences pour mettre au point la construction des moteurs légers, le choix des constructeurs s'est fixé sur une douzaine de types d'aciers qui peuvent être groupés en aciers de cémentation, en aciers trempants ordinaires et aciers spéciaux, ces derniers n'étant employés, à cause de leur prix élevé, que quand ceux des deux premiers groupes ne répondent pas aux exigences de la construction. — Les aciers de cémentation s'imposent toutes les fois que l'on recherche, en même temps qu'une grande dureté superficielle, une âme douce et élastique (écrous, clefs, axes, arbres de renvoi, croisillons d'entraînement, galets, grains, butées, etc.). L'auteur indique comment s'effectue la cémentation et comment on arrive à empêcher la cémentation de certaines parties des pièces qu'il y a intérêt à ne pas cémenter; il examine ensuite les traitements thermiques que l'on fait subir aux pièces après cémentation.

669.718.19. — Un nouvel abrasif : la corindite. — Cette substance est due à la collaboration des efforts de M. Noël Lecesne, ingénieur français, et de M. Al. Bigot, docteur ès sciences. Le premier, mort récemment de l'action des gaz toxiques qu'il préparait pour la guerre, a pris un brevet français en 1914 et un brevet anglais en 1916; récemment, M. Bigot a fait à la Ceramic Society une communication sur leurs travaux communs et sur leurs résultats. Le « Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale » de juillet-août 1918 donne, page 75, l'extrait suivant de cette communication. « La bauxite de France comprend deux espèces : la rouge et la blanche. La rouge doit sa couleur à une grande proportion d'oxde de fer. Elle renferme environ 60 pour 100 d'alumine, 3,5 d'oxyde de fer, 3 à 18,5 de silice et 21,5 à 4,5 d'oxyde de fer. Le procédé Lecesne consiste à chauffer un mélange de bauxite et d'anthracite avec soufflage d'air; il se forme d'abord du carbure d'aluminium qui, ensuite, est oxydé en alumine, au refroidissement, un grand nombre de petits cristaux d'alumine se trouvent englobés dans la masse solidifiée. C'est la corindite, dont la composition est donnée par le tableau suivant :

	Alumine.	Oxyde de titane.	Silice.	Oxyde de fer.	Eau combinée.	Carbone.	Perte.
Bauxite blanche...	59,20	3,50	18,5	4,70	14,1		
Corindite obtenue..	68,80	3,85	21,4	5,25		0,6	0,10
Bauxite rouge.....	60,10	3,30	2,8	21,50	14,2		
Corindite obtenue..	69,25	3,70	3,0	23,35		0,5	0,15

« La corindite blanche ne fond qu'à 1 950°, plus haut que l'alumine (la corindite rouge fond à 1 700°), car son oxyde de fer est passé à l'état de silicate. La porosité varie de 9 à 12 pour 100. Elle a une grande résistance à l'usure. La corindite rouge a un pouvoir abrasif analogue à celui de l'émeri de Naxos, dont la composition est voisine : alumine, 69,46; silice, 2,41; oxyde de fer, 19,08; eau, 5,47; chaux, 2,81. Point de fusion, 1 600° ».

63.71 + 621.315.32. — La caséine (et son application à la fabrication de la galalith, lactite, cornalith, silicalite, etc.); Henri Barthélemy, ingénieur E. C. P. *La Revue des Produits chimiques*, 15 août 1918, p. 227-230, 4000 mots. — Quelques-uns des produits que l'on fabrique avec la caséine ont reçu des applications dans le petit appareillage électrique en remplacement de l'ivoire, la corne, l'ébonite, le celluloïd; c'est à ce titre que nous signalons l'intéressante étude que M. Barthélemy vient de faire paraître sur la caséine. — La première partie de l'article est consacrée à l'historique et à la statistique. C'est vers 1892 que l'industrie de la caséine prit naissance aux Etats-Unis et s'y développa rapidement sous l'impulsion de la Caseine Company of America. Importée en France vers 1897, elle y trouva un terrain très favorable à son développement; la caséine française faisait prime, à cause de sa très grande pureté, sur le marché allemand où il en était importé 3074 t en 1912 et 4223 t en 1913 (au prix de 800 à 900 fr la tonne). En 1912, notre production atteignait 7000 t; elle pourrait atteindre facilement 30000 t si tout le petit lait provenant de la fabrication du beurre était utilisé pour obtenir de la caséine. — L'auteur donne ensuite des détails sur la fabrication de la caséine. Le petit lait, séparé des matières grasses par centrifugation, est soumis, par quantité de 2000 litres à la fois, à l'action de la présure ou à l'action d'un acide minéral étendu, la température étant maintenue à 35-37°, puis portée à la fin à 65°. Le sérum est siphonné et le caillé est lavé à l'eau froide pour enlever le lactose (sucre de lait); le lavage est une opération d'une grande importance. Le caillé égoutté est pressé en tourteaux que l'on transporte, bien enveloppé, au séchoir généralement installé au centre d'un groupe de plusieurs laiteries. Là les tourteaux sont broyés, les morceaux sont étendus sur des toiles tordues sur des cadres et ceux-ci sont placés sur des wagonnets que l'on fait avancer dans un tunnel où circule en sens inverse un courant d'air chaud (45 à 50°) bien dépoussiéré; le séchage demande huit à dix heures. Le rendement en caséine sèche est de 3 à 3,2 pour 100 du petit lait mis en œuvre; les frais sont de 12 à 14 fr pour 100 kg. Si l'on veut une caséine absolument pure, on termine par un lavage à l'alcool ou à l'éther. — Les troisième et quatrième parties traitent de l'essai des caséines commerciales et des propriétés de la caséine; nous ne faisons que les signaler. — La cinquième est consacrée aux applications industrielles. La plus importante est la fabrication de la *galalith*, effectuée surtout par l'International Gesellschaft Hoff und Co, d'Harburg-Wien, fondée en 1904 en Allemagne et qui a créé de nombreuses filiales dans les autres pays. Pour obtenir la galalith, on moud la caséine séchée d'abord entre deux meules de pierre, puis entre deux meules de porcelaine; le produit moulu est arrosé d'eau, on le laisse gonfler pendant six à douze heures, on l'additionne alors de colorant, on malaxe, on lamine et on passe à la presse hydraulique à chaud; au sortir de cette presse, la masse est découpée et les feuilles sont mises à tremper dans un bain de formaldéhyde qui a pour but de les durcir et de les insolubiliser; la durée d'immersion est généralement de deux à trois semaines; après durcissement, les produits sont rincés et séchés dans un courant d'air sec. La galalith imite à la perfection la corne; elle présente sur le celluloïd l'avantage d'être ininflammable; une plaque de galalith de 2 mm d'épaisseur soumise à une différence de potentiel de 16000 v ne laisse passer aucun courant. La *lactite* est préparée en mélangeant la caséine hydratée avec certaines matières, alun, borax, amidon, sels de plomb, puis essorant et desséchant le produit; par un tour de main spécial, elle permet d'imiter le marbre, l'onyx ou l'ivoire. La *cornalith* est fabriquée avec de la caséine pure que l'on dissout au moyen de sulfate neutre de sodium; on traite ensuite par une combinaison sulfitée de l'aldéhyde formique et on laisse sécher pendant plusieurs jours. La *silicalite* est un produit analogue à la galalith, mais de fabrication française; les échantillons exposés à la Foire de Lyon ont montré que ce produit supportait avantageusement la comparaison avec les produits allemands. Par association à des huiles végétales, des gommes, des résines, puis compression dans des moules, la caséine donne divers produits pouvant remplacer l'ébonite dans la fabrication des appareils électriques. Ajoutons, sans insister, que la caséine trouve encore des applications dans la fabrication des apprêts des papiers et tissus, des savons, des colles, mastics, peintures, dans les préparations alimentaires et pharmaceutiques.

Digitized by Google

Digitized by Google

COMBUSTIBLES

662.74. — Sur la formation du coke; Georges Charpy et Marcel Godchot. *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 26 août 1918, t. clxvii, p. 322, 1 200 mots. — Dans cette note, les auteurs exposent les recherches qu'ils ont entreprises pour améliorer le coke, et, en particulier, le moyen employé souvent en pratique et qui consiste à cokéfier des mélanges de charbons de qualités différentes. Ils examinent également l'addition de brai et de goudron aux houilles maigres qui leur permet de donner un coke convenable ainsi que la distillation préalable à basse température des houilles très riches en matières volatiles et considérées jusqu'ici comme impropres à donner du coke, mais que ce traitement rend utilisables.

662.7. — Le carbo-charbon; C.-T. Malcolmson. *Am. Inst. Mining. Eng. Bull.*, mai 1918, p. 971-977; *Science Abstracts*, juin 1918, p. 213-214, 700 mots. — La distillation du charbon à basse température a intéressé depuis longtemps les chercheurs; une série d'expériences, effectuées par C.-H. Smith à Irvington, a eu pour résultat l'extension à une échelle commerciale d'un procédé produisant : 1° un combustible, appelé « carbo-charbon », que pour manipuler plus facilement on réduit en briquettes; 2° une quantité de coaltar double de celle obtenue par le procédé ordinaire; 3° du sulfate d'ammonium en quantité également supérieure à celle obtenue dans le procédé ordinaire; 4° du gaz, au taux de 270 m³ : t de charbon. Les caractéristiques essentielles du procédé Smith sont les deux distillations à températures différentes. Le charbon brut, après avoir été broyé, est distillé à une température relativement basse, 450° à 480°. Le résultat de cette première distillation est une grande production de gaz et de coaltar et un produit, riche en carbone, appelé « semi-carbo-charbon ». Celui-ci est alors mélangé à une certaine proportion de brai (obtenu au moyen du coaltar produit) et le mélange est mis sous forme de briquettes. Celles-ci sont à leur tour soumises à une distillation à plus haute température, environ 980°, qui produit du carbo-charbon, du coaltar et du gaz supplémentaires et une quantité abondante de sulfate d'ammonium. — Le « carbo-charbon » est dense, propre, uniforme en dimension et en qualité et peut être facilement manutentionné et transporté à de longues distances sans désagrégation. Il est gris noir, ressemblant un peu au coke, mais sa densité est plus proche de celle de l'anthracite. On l'estime particulièrement adapté aux services suivants : 1° marine et locomotives, où l'exiguïté de l'espace disponible et les faibles capacités des chaudières exigent un charbon à grand rendement ou bien quand on veut éviter la fumée, comme c'est le cas des navires en temps de guerre; 2° chaudières fixes, quand la pollution de l'air est interdite; 3° usages domestiques, où on exige la propreté; 4° fours à chaux, à sécher, à griller, et partout où on a besoin d'une chaleur intense et uniforme; 5° fours métallurgiques en remplacement du coke; 6° usines à gaz. — Le carbo-charbon a été essayé par diverses compagnies de chemins de fer américaines et par la marine. Les essais ont démontré que ce combustible ne produit pas de fumée, qu'il ne nécessite pas un tirage plus intense que le charbon bitumineux. L'article original donne également les résultats d'essais de consommation. Il se termine par les résultats de l'analyse et par des chiffres concernant le rendement en coaltar. — P. V.

662.6.00.3. — Economie du combustible; C.-M. Bennet. *Electrical Review*, 3 mai 1918, t. lxxxii, p. 430-431, 1 400 mots. — Jusqu'ici l'aménagement de la chaufferie et des chaudières dans les usines a été trop négligée. L'auteur conseille aux jeunes ingénieurs et aux chimistes de se spécialiser dans les questions qui intéressent l'utilisation et l'économie du combustible. — La chaufferie devrait être aussi bien tenue que toute autre partie de l'usine, bien éclairée, ventilée et débarrassée des fumées et des poussières; les murs devraient être recouverts de briques vernies maintenues propres. — Les questions exigeant une étude minutieuse et présentant un très grand intérêt ne manquent pas, elles devraient être confiées à des ingénieurs spéciaux. L'auteur cite en particulier : l'achat d'un combustible convenable, la classification des combustibles, l'étude de leur pouvoir calorifique, la température des chaudières et les conditions de leur fonctionnement, la manutention du charbon et des cendres, le dosage des cendres, l'analyse des gaz, etc. Un organisme spécial s'occupant de tous ces problèmes rendrait certainement de grands services.

A. B.

622.33(44). — Le nouveau bassin houiller de Lyon. *R. G. E.*, 14 septembre 1918, t. iv, p. 218, 450 mots.

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

331.87. — De l'importance de la fonction administrative dans le gouvernement des affaires; Fayol, directeur général de la Société Commentry-Fourchambault et Decazeville. *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, janvier-février 1918, t. cxxix, p. 27-58, 18600 mots. — Dans cet article, l'auteur expose le programme général d'une doctrine administrative qu'il a présentée avec plus de développement dans un livre publié l'an dernier sous le titre « Administration industrielle et générale ». — Après avoir montré l'importance des problèmes administratifs dans le succès d'une entreprise, il définit le sens des mots gouvernement, administration, organisation, taylorisme. Le gouvernement consiste à conduire une entreprise vers son but en cherchant à tirer le meilleur parti possible de toutes les ressources dont elle dispose; il met en jeu six fonctions essentielles : fonction administrative, fonction technique, fonction commerciale, fonction financière, fonction de sécurité, fonction de comptabilité. La mission de la fonction administrative est de : prévoir, c'est-à-dire scruter l'avenir et dresser le programme d'action; organiser, c'est-à-dire constituer le double organisme matériel et social de l'entreprise; commander, c'est-à-dire faire fonctionner le personnel; coordonner, c'est-à-dire relier, unir, harmoniser tous les actes et tous les efforts; contrôler, c'est-à-dire veiller à ce que tout se passe conformément aux règles établies et aux ordres donnés. Les autres mots sont l'objet de définitions aussi précises. — L'auteur définit ensuite ce qu'on doit entendre par une bonne administration et expose sa doctrine qui se compose de principes généraux, de règles fondamentales et de procédés, le tout basé sur l'expérience. — Les principes les plus importants sont : la division du travail, l'autorité, la discipline, l'unité de direction, l'unité de commandement, la subordination des intérêts particuliers aux intérêts généraux, la rémunération, la centralisation, la hiérarchie, l'ordre, l'équité, la stabilité du personnel, l'initiative, l'union du personnel; chacun d'eux est examiné successivement par l'auteur. Les règles fondamentales sont : la prévoyance dont la principale manifestation est le programme d'action; l'organisation qui comprend deux divisions suivant qu'elle s'adresse à l'organisme matériel ou à l'organisme social, cette dernière division seule étant envisagée dans l'article; le commandement, qui est réparti entre les divers chefs de l'entreprise; la coordination, qui met en harmonie tous les actes de l'entreprise et qui peut être facilement réalisée par une conférence hebdomadaire des chefs de service; le contrôle. Les procédés administratifs sont nombreux et variés; l'auteur en mentionne quelques-uns : programme d'action, intercommunication directe entre des services relevant de chefs supérieurs différents, chronométrage, tableaux d'organisation, conférences des chefs de service.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.531 + 541.2. — Relation entre les séries K des rayons X et les nombres atomiques des éléments chimiques; William Duane et Kang Fuh Hu. *Physical Review*, juin 1918, 2e série, t. XI, p. 488, 500 mots. — De nombreux essais ont été faits pour découvrir une constante des éléments chimiques qui augmente de quantités égales en passant d'un élément au suivant. — D'après Moseley les racines carrées des fréquences γ des raies caractéristiques sont des fonctions sensiblement linéaires du nombre atomique N. En réalité la courbe représentant $\sqrt{\gamma}$ en fonction de N s'incurve vers l'axe des ordonnées à mesure que N augmente. — Les auteurs ont fait un essai analogue sur la fréquence critique d'absorption dans les séries K. Pour les éléments compris entre Mn ($N = 25$) et Ce ($N = 58$) on a *approximativement*

$$\gamma = \gamma_0 (N - 3{,}5)^2 \qquad (1)$$

γ_0 désignant la fréquence fondamentale de Rydberg. Il y a toutefois un léger écart *systématique* entre les valeurs observées et les valeurs déduites de la formule (1). — Si l'on calcule d'après la relation des quanta, $Ve = \frac{1}{2} mv^2 = h\nu$, la valeur de la vitesse v de l'électron qui produit le rayonnement K on trouve qu'elle suit approximativement la relation

$$\nu = \nu_0 (N - 1{,}5)$$

dans laquelle $\nu_0 = 0{,}006780 \times c$ (c = vitesse de la lumière). Les résultats expérimentaux s'accordent avec la formule à $\frac{1}{5}$ pour 100 près et les écarts ne semblent pas systématiques. — A. B.

537.531 : 546.78. — Longueurs d'onde du spectre de rayons X du tungstène; Elmer Dershem. *Physical Review*, juin 1918, 2e série, t. XI, p. 461-476, 5 400 mots, 6 fig., 4 tab. — L'auteur montre qu'on ne peut effectuer des mesures précises des longueurs d'onde et séparer les doublets resserrés qu'en réduisant l'épaisseur du cristal et la largeur de la source et augmentant la distance entre le cristal et la plaque photographique autant que le permet l'intensité nécessaire. — Il établit par ce moyen que le groupe L du tungstène contient au moins 19 raies dont il mesure les longueurs d'onde à 0,1 pour 100 près. Si l'on considère le pouvoir de résolution de l'appareil il semble possible que le nombre véritable soit aussi grand que le nombre de raies dans le spectre lumineux d'un élément. — Les raies K du tungstène peuvent être nettement séparées dans le spectre du premier ordre à condition de réaliser les conditions requises pour avoir le plus grand pouvoir de résolution. — A. B.

537.531.3. — Emission caractéristique des rayons X en fonction de la tension appliquée; Bergen Davis. *Physical Review*, juin 1918, t. XI, p. 433-444, 4 800 mots, 4 fig. — Les expériences récentes de Webster établissent que l'énergie du rayonnement caractéristique émis par une anticathode de rhodium augmente rapidement avec la tension appliquée au tube Coolidge. Le rayonnement n'est produit que pour une tension supérieure à un certain minimum V_0. La tension minimum est légèrement supérieure à celle fournie par la relation des quanta pour la fréquence de la ligne β (rayonnement K). Cette loi est sans doute vraie pour l'émission des rayons X caractéristiques des autres éléments. — L'auteur, utilisant les données physiques bien établies, traite théoriquement la variation de l'intensité des raies en fonction de la différence de potentiel appliquée au tube. — A. B.

537.531.3. — Sur les fréquences d'absorption critique et d'émission caractéristique des rayons X; William Duane et Kang-Fuh Hu. *Physical Review*, juin 1918, 2e série, t. XI, p. 489-491, 900 mots, 1 tab. — On sait que l'absorption des rayons X par un élément chimique subit une variation marquée au voisinage des raies d'émission des séries K de cet élément. — Pour déterminer s'il existe une différence réelle entre la longueur d'onde d'absorption critique (λ_α) et la longueur d'onde (λ_γ) de la raie γ du spectre d'émission, les auteurs ont mesuré ces deux longueurs d'onde en utilisant autant que possible, dans les deux cas, le même dispositif expérimental. — Pour le rhodium il semble que la longueur d'onde d'absorption critique soit environ $\frac{1}{3}$ pour 100 plus courte que celle de la raie γ d'émission. — Pour l'iode les deux longueurs d'onde sont identiques. — A. B.

537.531.4. — Accroissement de la durée de vie du tribolium confusum par les rayons X; Wheeler P. Davey. *Physical Review*, juin 1918, 2e série, t. XI, p. 493-496, 1 200 mots, 2 tab. — L'auteur montre que, suivant la dose utilisée, les rayons X peuvent produire : 1° une stimulation; 2° un effet destructif qui survient un certain temps après l'application; 3° un effet destructif instantané. — A. B.

538.22 : 669.14. — Transformations magnétiques dans les aciers au carbone. *R. G. E.*, 7 septembre 1918, t. IV, p. 342, 300 mots. — Analyse d'un article de Knemelin et Maire, paru dans *Revue de Métallurgie*, juillet-août 1918, 15e année, n° 4, p. 241, 300 mots, et dans *Ferrum*, 1915, t. XII, p. 141.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

MESURES ET ESSAIS

536.532. — Couples thermo-électriques pour recherches calorimétriques d'élèves; Ralph S. Minor. *Physical Review*, juin 1918, 2e série, t. XI, p. 479. — Par suite des difficultés d'emploi de thermomètres sensibles pour l'usage général au laboratoire, l'auteur a construit une variété de couples thermo-électriques pouvant être utilisés avec un galvanomètre et une résistance variable, en sorte que les lectures du galvanomètre en centimètres mesurent les différences de température en degrés centigrades. Il a utilisé des couples cuivre-constantan et fer-nickel suivant la sensibilité du galvanomètre. On effectue le réglage en plongeant une soudure dans la glace, l'autre dans un bain d'éther en ébullition et faisant varier la résistance jusqu'à ce que la déviation de l'échelle soit de 1 cm par degré C. — A. B.

621.317. — Application des lois des probabilités à la vérification des appareils et objets; W.-G. Houskeeper. *T. I. E. S.*, 30 décembre 1916, t. XI, p. 1083-1096, 4 400 mots, 4 fig.

621.317.2. — Note sur la mesure d'une résistance (métallique ou d'isolement) par la méthode du voltmètre; Puget. *R. G. E.*, 31 août 1918, t. IV, p. 298, 300 mots, 2 fig. — Dans cette courte note, l'auteur indique deux méthodes de mesure des isolements, pouvant être facilement employées par le personnel ouvrier d'une compagnie de distribution. Dans l'une, il se sert d'un abaque convenablement gradué; dans l'autre, il préconise l'emploi d'un voltmètre à échelle logarithmique.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

627.1. — La « houille blanche » pendant la guerre; H. Cahen. *R. G. E.*, 14 septembre 1918, t. IV, p. 393-400, 7 500 mots. — A l'occasion de l'ouverture du Premier Congrès général du Génie civil, la Société des Ingénieurs civils de France avait organisé une séance solennelle dans laquelle notre collaborateur, M. le commandant Henri Cahen, chef du Service des Forces motrices au ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre, a fait une communication sur le développement de l'utilisation de la houille blanche pendant la guerre. C'est cette communication, des plus intéressantes au point de vue du développement de l'industrie hydro-électrique, qui est reproduite dans l'article.

532.58. — Etude sur les maxima de surpression dans les phénomènes de coups de bélier; M. Gariel. *R. G. E.*, 21 septembre 1918, t. IV, p. 403-411, 7 000 mots, 6 fig. — La question des coups de bélier est une des plus importantes qui se posent dans les installations hydro électriques. Elle avait donné lieu jusqu'à présent à un certain nombre d'études dont les plus connues sont celles de MM. Alliévi et de Sparre. Tout dernièrement l'ensemble des problèmes qui se rattachent à cette question a été repris avec une grande ampleur par MM. Camichel, Eydoux et Gariel qui, par de nouvelles recherches théoriques et, grâce à plus de trois mille expériences effectuées soit au laboratoire, soit dans des usines importantes, paraissent avoir pu donner sur cette question des conclusions précises et d'une haute portée pratique. Dans son article, M. Gariel s'est, en particulier, attaché à montrer que les théories générales fort compliquées et dont l'application effrayait à juste titre beaucoup d'industriels se résolvent pour les besoins de la pratique courante à quelques formules extrêmement simples donnant le maximum de surpression que doivent être appelées à supporter les conduites forcées. Par un circuit assez curieux, on est ramené par une analyse serrée à la plus ancienne des formules donnée sur la question, à celle de Michaud. L'auteur recherche le maximum de surpression à craindre au bas de la conduite lors de la fermeture d'une turbine et donne les formules à appliquer dans ce cas.

621.165. — Une nouvelle théorie de la turbine à vapeur; H.-M. Martin. *Engineering*, 19 juillet et 2 août 1918, t. CVI, p. 53 et 107, 6500 mots, 3 fig. — On sait depuis longtemps, dans la pratique, que l'emploi de la vapeur surchauffée en place de la vapeur saturée donne un gain plus considérable que celui qui est indiqué par la théorie et des essais exécutés en 1912 par Baumant ont montré que ce gain inespéré atteignait environ 15 pour 100; ce gain augmente en outre avec le rendement de la turbine; pour que ces essais aient une valeur réelle, il convient que la pression soit mesurée, non à la conduite d'amenée, mais après la vanne mue par le régulateur. La quantité de chaleur disponible dans la vapeur alimentant une turbine diffère donc de celle qui correspond à une détente adiabatique et est, en général, considérablement plus grande; ce résultat est dû au réchauffage de la vapeur par son frottement dans les aubages et le facteur de réchauffage est plus grand dans le cas d'emploi de vapeur surchauffée que dans celui de l'emploi de vapeur saturée. Dans le cas où le nombre d'étages de la turbine est infiniment grand, à chacun de ces étages, une certaine portion de l'énergie totale de la vapeur est transformée en énergie cinétique dont une partie est transmise à l'arbre et le reste, perdu en frottements, est restitué à la vapeur sous forme de chaleur; en conséquence la pression correspondant à chaque étage pour un même volume de vapeur est quelque peu plus grande qu'elle ne serait si les pertes par frottement étaient nulles. Si cette vapeur était utilisée dans une machine à piston, le travail disponible pourrait être représenté par le diagramme de la figure 2, la ligne d'expansion étant alors BD, tandis que cette ligne d'expansion devient BE dans le cas d'une turbine travaillant avec un rendement hydraulique η; la surface du diagramme est donc plus grande dans ce dernier cas; une partie de ce travail seulement est fournie à l'arbre et dans tous les cas $\cos\eta \times ABCC < ABDC$. Le rendement ε de la turbine est égal à $\varepsilon = \eta \dfrac{ABEC}{ABDC}$ et le facteur de réchauffage R est égal à $R = \dfrac{ABEC}{ABDC}$ de sorte que $\varepsilon = \eta R$, où η est le rendement hydraulique de la turbine. La valeur théorique de R correspondant à différentes valeurs de η peut être déterminée en partant de l'équation fondamentale $dq = dE + R\,dV$; l'auteur fait cette démonstration et arrive à la valeur

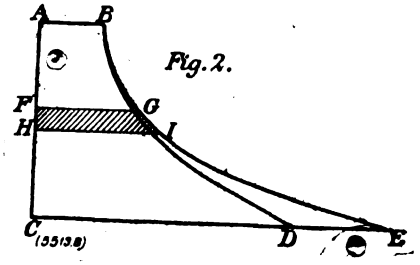


Fig. 2.

621.165. — Nouvelle théorie de la turbine à vapeur.

$$R = \frac{1}{\eta}\left[\frac{1-\left(\frac{1}{x}\right)^{\gamma}\left(1-\frac{1}{\gamma}\right)}{1-\left(\frac{1}{x}\right)^{\left(1-\frac{1}{\gamma}\right)}}\right],$$

expression dans laquelle x est le rapport entre la pression initiale et la pression finale et $\gamma = 1{,}3$ pour la vapeur surchauffée; un tableau donne le coefficient R calculé à l'aide de cette relation pour différentes valeurs de x et de η. L'auteur examine ensuite le cas de la vapeur saturée en partant du diagramme température-entropie; il arrive à l'expression de R ci-dessous :

$$R = 1 + \frac{\int z\,dt}{u},$$

Digitized by Google

Digitized by Google

dans laquelle

$$z = \frac{A}{T^K} - \left[-\Phi + \frac{K}{T^K} \int T^{K-1} \Phi_l \right] dT,$$

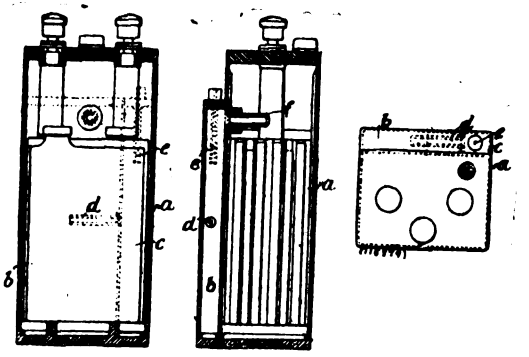
et u = détente adiabatique, T = température absolue, Φ l'entropie initiale, Φ_l = l'entropie du liquide à T degrés et A est une constante d'intégration déterminée par la relation $z = 0$ quand $T = T_1$; si on désigne par Δu l'intégrale $\int z\,dT$, on a $R = 1 + \frac{\Delta u}{u}$; l'auteur donne un tableau du coefficient R pour différentes valeurs de la pression initiale et du rendement hydraulique de la turbine. La comparaison entre les deux tableaux est très instructive, elle montre que pour un même rendement hydraulique, 0,7 par exemple, le facteur de réchauffage est 1,0559 pour la vapeur saturée et 1,1643 pour la vapeur surchauffée; les rendements définitifs deviennent dans ces deux cas 0,739 pour la turbine à vapeur saturée et 0,815 pour la turbine à vapeur surchauffée, le degré d'expansion étant le même et égal à 200; le rendement thermodynamique est donc augmenté de 10 pour 100. L'auteur a montré que le travail représenté par le diagramme de la détente adiabatique ne donnait pas tout le travail dont est capable la vapeur utilisée dans une turbine par suite de l'existence du réchauffage dont le coefficient augmente avec la surchauffe. Si la surchauffe était maintenue pendant la moitié du parcours de la vapeur, cette vapeur bénéficierait d'un plus haut facteur de réchauffage que si elle passait comme vapeur saturée. Cette considération n'est cependant pas suffisante pour permettre de déterminer les corrections à apporter aux valeurs connues de la surchauffe. L'auteur détermine les points où les différentes parties de la surchauffe sont perdues en fonction du degré de surchauffe et du rendement hydraulique de la turbine et en supposant que le reste de la détente s'effectue en équilibre thermique; il donne un exemple numérique dans lequel le facteur de réchauffage atteint la valeur 1,088. L'auteur donne une courbe permettant de trouver le rendement hydraulique indiqué en fonction de la valeur $\frac{K}{U}$ dans laquelle $U = Ru$, R le facteur de rechauffage, u le travail de la détente adiabatique, et $K = u \left(\frac{d}{10}\right)^2 \left(\frac{RPM}{100}\right)^2$ avec u = le nombre d'étages de la turbine, d = le diamètre moyen des aubes, RPM = le nombre de tours par minute; les essais exécutés sur un certain nombre de turbines donnent des points dans le voisinage de la courbe. L'auteur cite, en outre, un essai de M. Baumann sur une turbine ayant un rendement hydraulique égal à 0,7 et il refait tous les calculs permettant de déterminer la consommation de vapeur saturée qui aurait été nécessaire; il trouve que cette quantité doit être égale à 1,077 fois la consommation de vapeur surchauffée alors que l'on sait que cette quantité doit être 1,163 fois la première. Il en déduit que les valeurs des corrections dues à la surchauffe sont en contradiction avec les résultats obtenus dans l'hypothèse que la détente s'effectue dans des conditions d'équilibre thermique; la théorie ordinaire conduit donc à de grandes et inexplicables anomalies comparativement aux résultats obtenus par l'expérience. — E. B.

621.434. — Deux conditions essentielles pour l'utilisation de l'huile de goudron dans les moteurs Diesel; P.-H. Smith. *Electrical Review*, Londres, 14 juin 1918, t. LXXXII, p. 575-576, 1 400 mots, 1 fig. — Deux conditions principales, la pulvérisation en fines gouttelettes et la violence du jet sont essentielles et ne peuvent être séparées si l'on désire un fonctionnement donnant toute satisfaction. — L'auteur décrit un système de pulvérisateur à manchon fournissant de bons résultats. — A. B.

621.311.9. — Projet d'élargissement des règles concernant l'échauffement de la machinerie électrique. *R. G. E.*, 14 septembre 1918, t. IV, p. 374, 900 mots. Analyse d'un article de M. Vidmar, publié dans *Elektrot. u. Maschinenbau*, 3 et 4 février 1918, p. 49-52 et p. 64-66; *Science abstracts*, avril 1918, p. 151-153, 1 100 mots.

621.311.2:614.841. — Protection contre les incendies de turbo-alternateurs; L. Conge. *R. G. E.*, 31 août 1918, t. IV, p. 322, 800 mots, 3 fig.

621.355. — Accumulateurs; H. Dean and the Chloride Electrical Storage Co. *Brevet anglais n° 115374*, déposé le 30 octobre 1917, accordé le 15 mai 1918. Bibliographié dans *Engineering*, 26 juillet 1918, t. CVI, p. 106, 3 fig. — L'élément d'accumulateur a (fig. 1, 2 et 3) est muni à chacune de ses deux extrémités de réservoirs b, c, communiquant l'un avec l'autre par un tube d pénétrant à l'intérieur du compartiment b. Le compartiment c est en communication avec l'atmosphère par le tube e, tandis que le compartiment b est en libre communication avec l'élément par le tube f. Ce dernier tube est placé au-dessus du niveau de l'électrolyte dans l'élément, il est du reste muni d'un dispositif empêchant l'écoulement du liquide si l'élément vient à être renversé. L'électrolyte peut pénétrer difficilement dans le compartiment b, mais toute quantité qui y pénètre peut retourner facilement dans l'élément si ce dernier est tourné sur le côté opposé à celui où se trouve le tube. Les tubes d et e servent également à empêcher le passage de l'électrolyte dans la direction opposée à l'élément, le tube d agissant comme le tube f pour un écoulement rapide dans l'élément. — E. B.



621.355. — Perfectionnement aux accumulateurs.

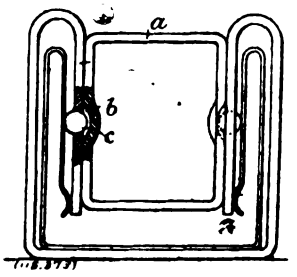
621.311.74 + 614.841. — Les interrupteurs à huile et la protection contre l'incendie; Torche. *R. G. E.*, 31 août 1918, t. IV, p. 311-319, 7500 mots, 2 fig., 4 tab. — L'Association suisse des Electriciens (A. S. E.), stimulée par de nombreux accidents survenus dans quelques centrales et sous-stations, a, il y a quelques années, créé une Commission chargée d'étudier la protection des usines contre les incendies. A cause du rôle joué par les interrupteurs à huile dans tous les accidents, cette Commission considéra comme l'un de ses devoirs principaux l'étude du fonctionnement de ces appareils, la détermination des lois du déclanchement et, si possible, l'établissement des règles d'ordre général à observer pour leur construction, leur emploi et leur installation. Le travail qu'a entrepris la Commission de l'A. S. E. touche à l'un des plus importants parmi les problèmes que les électriciens cherchent encore à résoudre; il a dû être poursuivi avec méthode et persévérance, il a nécessité un nombre considérable d'essais, répétés avec patience dans différentes conditions. Des résultats sérieux n'ont pu être obtenus que grâce à la complaisance des usines suisses qui mirent gracieusement leurs installations et leur matériel à la disposition de l'Association et au labeur consciencieux et dévoué des personnes qui furent chargées de ces travaux, et parmi lesquelles se trouve, au premier rang, M. Bruno Bauer, docteur ingénieur, qui dirigea les essais, et sous les ordres duquel l'auteur y a pris une part active. Les premiers résultats obtenus ont été réunis dans différents rap-

Digitized by Google

Digitized by Google

ports publiés dans le « Bulletin de l'A. S. E. », nos 8 et 11, 1915, et n° 4, 1916, et reproduits dans « La Revue électrique » des 1er et 15 septembre 1916; les plus récents ont été publiés dans les nos 9 et 10 de 1917. L'article donne une analyse de ces derniers à la suite d'un résumé succinct des premières publications.

621.311.74. — Interrupteurs et fusibles; P.-G. Middleton and J.-C. Baker. *Brevet anglais n° 115373*, déposé le 23 octobre 1917, délivré le 15 mai 1918. Bibliographié dans *Engineering*, 26 juillet 1918, t. CVI, p. 106, 5 fig. — Conformément à l'invention, les pinces du fusible ou de l'interrupteur ou de tout autre appareil sont pourvues d'un ou plusieurs trous ou creux emboutis b sur leurs faces de côté



621.311.74. — Interrupteurs et fusibles.

de manière à pouvoir s'engager avec une projection e dans une position convenable sur la pièce fixe en U faisant fonction de ressort et de contact. La disposition inverse peut être employée, une projection portée par la partie mobile peut s'engager dans une ouverture convenable sur la partie fixe. La projection c peut être un ressort de compression en acier ou une bille de laiton ou tout autre dispositif. — E. B.

621.315.51. — Produits de substitution pour conducteurs aériens en cuivre en Allemagne. *Electrical Review*, Londres, 28 juin 1918, t. LXXXII, p. 602. — La réquisition de grandes quantités de cuivre en Allemagne pour les besoins militaires a rendu difficile l'entretien des systèmes de conducteurs aériens. Les techniciens ont étudié la meilleure méthode pour maintenir en fonctionnement les conducteurs aériens. Dans un système à deux fils, on peut substituer un fil de fer à l'un des conducteurs de cuivre; on améliore la conductibilité du fil de fer en le reliant en de nombreux points au fil de cuivre. Des gaines protectrices sont disposées aux croisements et aux isolateurs de sections, endroits où les fils sont exposés à être rompus par le trolley. Là où le fil est particulièrement exposé à l'usure, on interpose des sections de fil de fer, le fil de cuivre n'étant maintenu que pour le transport du courant et le fil de fer supportant l'usure mécanique. Quand les conducteurs de cuivre ne sont pas assez résistants pour supporter l'usure due au contact du trolley, on les remplace par des fils de fer, le conducteur usagé en cuivre étant suspendu le long du fil de fer pour la conduction du courant. — A. B.

621.316.26. — Une grande sous-station extérieure. *Electrical World*, 24 août 1918, t. LXXII, p. 347, 800 mots, 2 fig. — Il s'agit d'une sous-station destinée à alimenter une usine de la United Alloy Steel Co, à Canton (États-Unis); elle peut servir d'exemple de belle pratique moderne; elle a été prévue pour assurer son service avec le maximum de sécurité car la moindre interruption serait fâcheuse à l'équipement et au fonctionnement des fours électriques et des laminoirs. Elle consiste en 6 transformateurs de 3 000 kv-a, dont un de réserve; la puissance est fournie par trois lignes à 22 000 v protégées par des parafoudres électrolytiques. On a prévu des dispositifs de protection contre les surcharges des transformateurs, étant données les énormes variations de charge causées par un moteur de train blooming de 15 000 ch, les fours électriques et un autre moteur de 4 200 ch. Les relais sont alimentés par des transformateurs d'intensité à action différentielle. Les feeders sont fournis de relais à retour de puissance. Le transformateur de réserve a ses connexions courant au-dessus de tous les autres transformateurs, et, au moyen de sectionneurs à deux directions, on peut immédiatement remplacer n'importe quel transformateur par le transformateur de réserve. — L'article s'illustre d'un schéma général des connexions et d'un plan et d'une élévation de la sous-station. — P. V.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.25. — La machine asynchrone à bagues; M. Latour. *R. G. E.*, 31 août 1918, t. IV, p. 291-296, 5 500 mots, 19 fig. — Dans cet article, l'auteur présente une étude sur les différentes dispositions proposées par divers inventeurs et lui-même pour améliorer le facteur de puissance ou régler la vitesse des moteurs d'induction à bagues.

621.313.25. — Construction pratique du diagramme de fonctionnement des moteurs asynchrones triphasés à rotor en court-circuit; J. Damien. *R. G. E.*, 7 septembre 1918, t. IV, p. 349-351, 1 200 mots, 2 fig. — L'auteur s'est appliqué à simplifier le plus possible la construction du diagramme des moteurs asynchrones triphasés à rotor en court-circuit, et à réduire au minimum le nombre des grandeurs dont la mesure préalable est nécessaire à cette construction, de façon à en rendre l'emploi immédiat et rapide, sans avoir recours à des formules compliquées ou à des grandeurs peu apparentes telles que le coefficient de dispersion, le rapport de transformation, etc. Sa méthode n'est pas absolument rigoureuse mais elle est pratiquement applicable.

621.313.1. — Représentation, par des équations empiriques, des courbes de vitesse et de couple des moteurs série; A. S. Langsdorf. *Washington University Studies*, juillet 1918. *Electrical World*, 24 août 1918, t. LXXII, p. 359, 200 mots. — Bien qu'il soit généralement plus pratique de représenter par des courbes les relations entre la vitesse, le couple, et le courant des moteurs série, il peut être utile de réunir ces relations sous forme d'équations. L'auteur a ainsi mis en équations les courbes d'un moteur de traction Westinghouse, d'après les diagrammes donnés par le constructeur, dans le but d'illustrer la méthode qu'il indique. — P. V.

621.873.3. — Une grue pour wagon de 25 t dans les aciéries. *Electrical Review* (Londres), 19 avril 1918, t. LXXXII, p. 363, 1 400 mots, 4 fig. — Description et fonctionnement des dispositifs de levage, actionnés électriquement, qu'ont installés les ateliers Acklam (Middlesbrough) pour le maniement de wagons pesant jusqu'à 30 t. — A. B.

621.344. — Facteurs régissant le fonctionnement des appareils de levage; C.-E. Clewell. *Electrical World*, 24 août 1918, t. LXXII, p. 340-343; 4 500 mots; 8 fig. — L'auteur définit rapidement les deux types d'élévateurs : ceux dans lesquels le câble s'enroule sur un tambour rainuré en hélice; et ceux dans lesquels la montée et la descente se font par friction exercée entre une poulie à gorge et le câble; il décrit alors ce dernier système dont il donne deux variantes adaptées l'une aux vitesses supérieures à 150 m : min, l'autre aux vitesses inférieures. Il discute ensuite les avantages respectifs des différents genres de moteurs (continus et alternatifs). En alternatif, il préconise le moteur à cage d'écureuil, le moteur à deux vitesses, par changement du nombre de pôles et le moteur à bagues. Il passe ensuite à la question du contrôle et des dispositifs de sécurité; il termine par quelques chiffres destinés à donner une idée des puissances absorbées pour différents genres de service. — P. V.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33 (43.6). — L'électrification des grandes lignes en Autriche; *Electrot. u. Maschinenbau*, 13 janvier 1918,

Digitized by Google

Digitized by Google

p. 20-22; *Science Abstracts*, avril 1918, p. 159-160, 700 mots. — L'utilisation de la puissance hydraulique en vue de l'électrification des chemins de fer de l'État fut tout d'abord étudiée en 1891, mais le ministre des Chemins de fer n'aborda systématiquement la question qu'en 1905. Les notes présentes précisent le programme d'État au sujet de l'utilisation de toute la puissance hydraulique disponible dans le district alpin et dans la Dalmatie, et de l'électrification possible de 4 400 km de voies d'État et 1 800 km de voies de compagnies privées au sud du Danube. Une étude complète a été faite de tous les facteurs, géologique, hydraulique, climatérique, ainsi que des réseaux alternatifs d'utilisation et de subdivision de la puissance disponible. Pendant cette période le ministère a érigé 16 réseaux hydrauliques importants d'une puissance de 70 000 ch au minimum et 150 000 au maximum. Dans le rapport original de la Commission chargée de la question, on trouve des détails concernant les chemins de fer électriques en Allemagne, en Suisse, en France, en Italie, en Russie, en Suède et en Norvège, avec référence spéciale aux mesures prises par les Etats pour assurer le rendement technique et financier. La question du meilleur système de traction n'avait pas été résolue au Congrès international des Chemins de fer de Berne (1910) ni à l'Union des Administrations de chemins de fer germaniques (1911). Depuis lors, les trois systèmes (courant continu, triphasé, monophasé) ont été tellement utilisés que l'un quelconque d'entre eux peut être aisément employé à l'électrification des grandes lignes. Les notes contiennent les conditions de l'électrification possible d'un certain nombre de trajets; une table résume les chiffres techniques d'un certain nombre de chemins de fer à courant continu et alternatif (total : 492 km). utilisant l'énergie fournie par des stations hydro-électriques; Pour des raisons stratégiques, les autorités militaires exigent que certaines lignes électrifiées puissent être de nouveau exploitées à la vapeur dans un bref délai s'il y avait lieu. Cette sujétion augmente singulièrement l'investissement. On estime, d'après l'expérience étrangère, que le système monophasé à 15 000 v et 12 ou $16\frac{2}{3}$ p : sec est le meilleur, et on propose de l'appliquer à la ligne d'Arberg si les difficultés d'obtention de matériel sont surmontées. Dans une revue du développement de la puissance hydraulique en Autriche, on signale que sur 3 000 000 ch utilisables dans le district alpin, 8 pour 100 seulement ont été aménagés; cela est dû à des causes variées parmi lesquelles sont le rendement élevé des installations à vapeur, le développement imparfait des industries électrochimiques, l'inexpérience dans la construction des grandes centrales hydrauliques, et la préférence des financiers pour les affaires rapportant plus rapidement des bénéfices. La crise du charbon a provoqué un intérêt aigu pour la question de la puissance hydraulique. A l'heure actuelle, le Ministère des Chemins de fer a sous son contrôle 18 concessions de puissance hydraulique, correspondant à 164 000 ch (moyenne annuelle). — P. V.

621.331. — Les sous-stations automatiques et les réseaux de traction à courant continu. *R. G. E.*, 14 septembre 1918, t. IV, p. 386-392, 1 200 mots, 7 fig.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654.2. — Méthode phonétique pour l'enseignement du code Morse. *R. G. E.*, 14 septembre 1918, t. IV, p. 22 B, 400 mots.

654.25. — Analyse des brevets concernant les valves utilisées en télégraphie sans fil publiés en 1917. *R. G. E.*, 31 août 1918, t. IV, p. 321, 1000 mots, d'après *Year Book of Wireless Telegraphy and Telephony*.

654.25. — Propagation des courants électriques dans une antenne; H. Chireix, *R. G. E.*, 14 septembre 1918, t. IV, p. 363-374, 4800 mots, 9 fig. — Le problème de la propagation des courants électriques dans une antenne n'a été en général traité que dans le cas des antennes homogènes et pour la longueur d'onde correspondant à la résonance du sytème. Dans son article l'auteur traite le problème dans le cas général d'antennes non homogènes et développe les formules étendues au cas déjà assez complexe de trois tronçons présentant des caractéristiques différentes. Il essaie enfin d'établir les formules dans le cas où la self-inductance et la capacité par unité de longueur ne peuvent plus être considérées comme des constantes, mais varient d'une façon continue suivant une loi déterminée à l'avance.

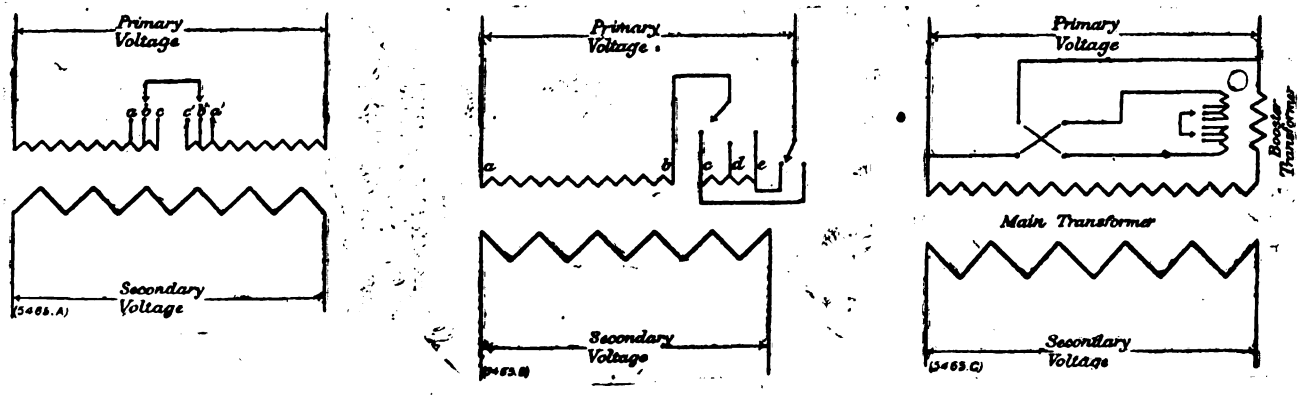
APPLICATIONS THERMIQUES

621.365.51. — Les fours d'électro-métallurgie. *Engineering*, 26 juillet et 2 août 1918, t. CVI, p. 86 et 110, 6 200 mots, 12 fig. — Les premières expériences faites au four électrique remontent à cinquante ans environ; elles ont été faites par sir W. Siemens mais le développement de ce système de traitement des métaux ne date que de quelques années et plus particulièrement depuis le début de la guerre, ainsi que l'a montré une des dernières conférences à la Faraday Society. La discussion de cette conférence a débuté par une critique serrée du four Kjellin à induction, invention ingénieuse mais de développement très limité; cependant le premier four électrique installé dans l'Afrique du Sud était de ce type, il a fourni en un an environ 7 500 t d'acier. Les fours à arc sont maintenant préférés de beaucoup et employés dans 95 cas sur 100. Les électrodes peuvent être disposées au-dessus du bain (Héroult) ou au-dessus et au-dessous du bain (Girod, Electro-Metals); la chaleur de l'arc peut être distribuée par conduction ou par circulation, mais cette dernière doit être préférée. Avec deux électrodes au-dessus du bain et une au-dessous, le bain est placé, dans le cas de courants alternatifs, dans un champ magnétique tournant qui assure la circulation du métal, mais dans ce cas le circuit entre les deux électrodes supérieures contient deux arcs, tandis que le circuit entre les électrodes supérieures et l'électrode inférieure n'en comprend qu'un et la résistance relativement faible du bain, le système n'est donc pas équilibré et par suite, dans le cas d'alimentation par des courants triphasés, il n'est pas admissible de relier les trois fils de phases directement aux trois électrodes. Dans le cas d'alimentation à deux phases, le retour commun se fait par une des électrodes, dans laquelle le courant est $\sqrt{2}$ fois le courant d'une phase. Les fours de la société Electro-Metals sont toujours d'une capacité supérieure à 5 t et possèdent cinq électrodes, quatre disposées au-dessus du bain et une au-dessous; ces fours sont alimentés à quatre phases par transformation d'un système triphasé. Les trois primaires de transformateurs monophasés sont connectés en étoile, deux de ces transformateurs sont plus importants, les quatre sorties de leurs secondaires sont reliées aux quatre électrodes supérieures; le secondaire du troisième transformateur est divisé en deux parties, le point milieu est relié à l'électrode centrale, les extrémités étant reliées en certains points des secondaires des transformateurs principaux; le diagramme vectoriel établi par M. Bibby montre que la tension résultante est tout à fait simple, de sorte que les courants sont égaux dans toutes les électrodes et que quatre zones égales de chauffage existent dans le bain; ces fours sont construits jusqu'à vingt tonnes de capacité. La tension aux électrodes doit varier entre 40 et 130 v et il est nécessaire de pouvoir effectuer ce réglage à volonté; les figures 1, 2, 3, montrent quelques-uns des dispositifs possibles; dans le cas de la figure 3 le rapport de transformation du transformateur principal reste constant, la tension secondaire est réglée par variation de tension d'un transformateur auxiliaire survolteur-dévolteur; des variantes de ce système sont indiquées. En comparant les méthodes de réglage de la tension, il est nécessaire de tenir compte de la sécurité de

Digitized by Google

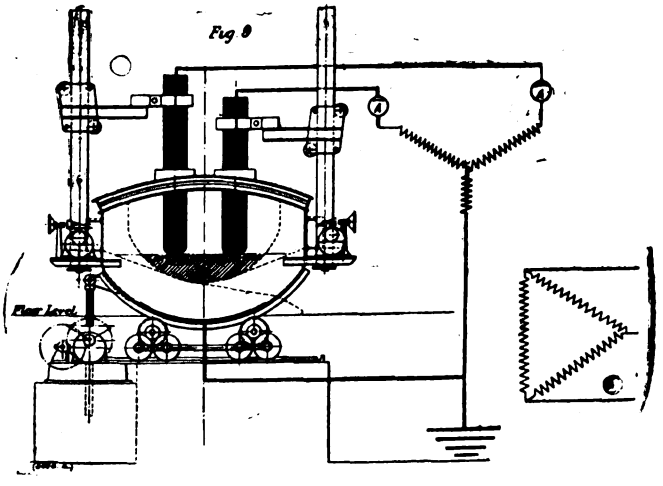
Digitized by Google

fonctionnement et des frais de consommation de puissance; la sécurité de fonctionnement dépend en grande partie de la capacité des transformateurs à supporter les variations brusques de charge et dans le cas de variation de couplage, à supporter les variations brusques de potentiel entre spires d'extrémités qui se produisent lors de ces couplages ; si les spires à supprimer ou à intercaler étaient placées aux extrémités de l'enroulement, elles seraient soumises à des potentiels extrêmement élevés ; pour cette raison, elles sont placées normalement vers le milieu de l'enroulement. En ce qui concerne le rendement, on peut remarquer que dans le cas des transformateurs ordinaires, la tension par spire étant constante, le circuit magnétique peut être établi pour cette tension avec la meilleure utilisation possible ; pour le transformateur destiné à un four électrique, le circuit magnétique est complètement utilisé seulement lorsque la tension par spire a atteint sa valeur maximum ; de même certaines portions de l'enroulement sont utilisées au moment où la tension est maximum, de sorte que l'utilisation de la matière n'est pas très satisfaisante. Les fours électriques ne sont pas employés seulement dans la métallurgie de l'acier mais encore dans celle de l'aluminium. du zinc, de l'étain et du plomb et aussi dans celle des alliages de ces métaux ; un four pour la fabrication du laiton consomme 400 kw-h par tonne de métal, moyenne sur une journée de vingt-quatre heures de travail. Les fours à résistances pour les températures supérieures à 1 100° sont à l'étude ; ce système de four est d'une surveillance et d'un fonctionnement plus sûrs que celui à arc, le facteur de puissance en est meilleur et est toujours supérieur à 0,8 ; les variations de puissance ne dépassent pas 10 pour 100. Au Canada, le traitement des minerais de cuivre est effectué au four électrique, principalement du type Héroult. La fabrication des alliages absorbe beaucoup d'énergie ; un four pour la fabrication du ferro-chrome à 5 pour 100 absorbe 5 000 kw-h par tonne de produit ; cette industrie s'est, en conséquence, développée dans les pays de puissance hydraulique. Le plus grand développement a été pris pour la fabrication de l'acier ; les pièces les plus compliquées sont obtenues à l'aide du four électrique et sont de la meilleure qualité, on peut aussi y fabriquer les meilleurs aciers à outils ; les aciers au tungstène montrent à la cassure une



621.365. — Schémas de montages pour fours électriques.

structure parfaitement uniforme ; de nombreuses aciéries de Sheffield ont renoncé au procédé au creuset pour utiliser exclusivement le four électrique. La figure 9 montre une coupe schématique du four Greaves-Etchells ; les enroule-



621.365. — Four électrique Greaves-Etchells.

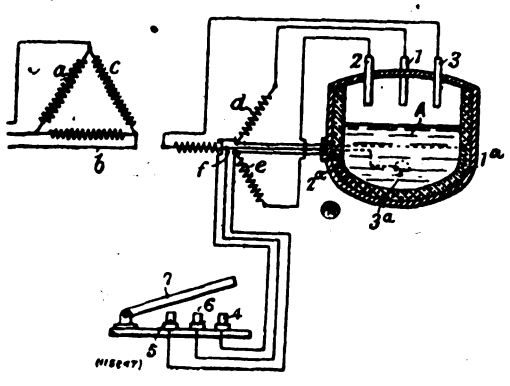
ments primaires du transformateur sont connectés en triangle, les secondaires sont en étoile ; deux des enroulements secondaires sont reliés aux électrodes supérieures, le troisième à la masse du four et à la terre ; comme il était impossible de faire la résistance de la masse égale à celle de l'arc, le système aurait été déséquilibré ; par modification du rapport de transformation de cette branche, il fut possible de charger également les trois phases haute tension ; le facteur de puissance était satisfaisant ; un avantage de cette disposition est que le métal en fusion n'est pas refroidi par la masse inférieure du four ; l'article est complété par quelques oscillogrammes de courant et de tension et par un certain nombre de schémas montrant les dispositions des commutateurs et relais pour le réglage de la tension. — E. B.

621.365. — Fours électriques ; The British Electro-Transformer Co and F.-E. Berry. *Brevet anglais n° 115 247*, déposé le 31 janvier 1917, accordé le 15 mai 1918. Bibliographié dans *Engineering*, 26 juillet 1918, t. cvi, p. 106, 2 fig. — Cette invention se rapporte aux fours électriques à courant triphasé ayant des électrodes à la partie supérieure au-dessus de la charge du four et des électrodes à la partie inférieure en connexion électrique avec la charge du four et où les enroulements secondaires des transformateurs sont disposés de telle manière que chaque phase a ses deux extrémités sorties, dont l'une est reliée à une électrode supérieure et l'autre à l'électrode inférieure. La figure montre un transformateur triphasé dont les enroulements primaires a, b, c sont connectés en triangle et dont les enroulements secondaires sont disposés pour former trois circuits indépendants d, e et f. — Les extrémités correspondantes des enroulements secondaires sont reliées d'une part aux électrodes supérieures, 1, 2 et 3 respectivement ; les autres extrémités des mêmes enroulements sont connec-

Digitized by Google

Digitized by Google

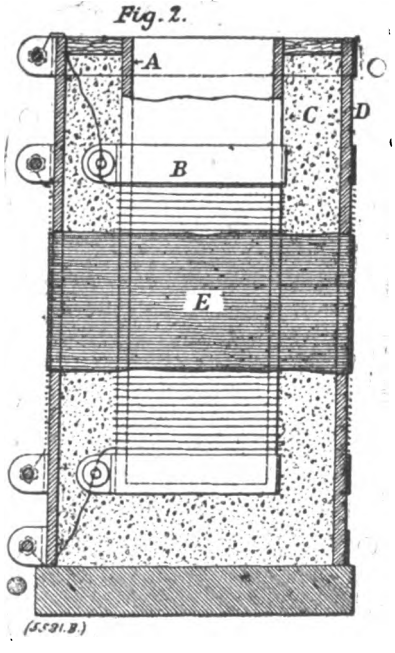
tées aux électrodes inférieures 1 *a*, 2 *a* et 3 *a* disposées latéralement à la partie inférieure du four et placées dans des parties des parois du four telles qu'elles soient plus près de la base que du niveau du bain ; ces électrodes sont en communication électrique avec le métal A du bain soit directement, soit par les maçonneries elles-mêmes qui deviennent conductrices à chaud. Afin que la direction du



621.365. — Four électrique de la British Electro-Transformer Co.

courant, et par suite la chauffe du bain, puisse être réglée, les bornes 1 *a*, 2 *a* et 3 *a* peuvent être temporairement court-circuitées par un commutateur disposé convenablement. Les trois extrémités d, e et f de l'enroulement secondaire qui sont connectées à 1 *a*, 2 *a* et 3 *a* respectivement sont connectées aux contacts fixes 4, 5 et 6 d'un interrupteur et peuvent être réunies à l'aide de la partie mobile 7 de cet interrupteur. — E. B.

621.365. — Le four électrique à moufle Wild-Barfield. *Engineering*, 9 août 1918, t. CVI, p. 143, 1 150 mots, 2 fig. — Ce four est construit spécialement pour déterminer le point



621.365. — Four électrique Wild-Barfield.

critique des aciers mais il peut aussi être utilisé pour d'autres applications. — La figure 2 montre l'appareil en coupe, A est le moufle en matière réfractaire, il est enveloppé pour l'enroulement résistant servant au chauffage et en même temps à magnétiser le métal dans le moufle. L'enveloppe extérieure du four est également enveloppée par un enroulement en fil de cuivre émaillé relié à un galvanomètre. Lorsque le courant passe dans le circuit B, le moufle est échauffé et l'acier est aimanté ; puisque la meilleure température pour la trempe de l'acier est celle à laquelle disparaît l'aimantation, il suffit d'observer le galvanomètre, car au moment où l'aimantation disparaît, un faible courant circule dans le circuit de ce galvanomètre ; le meilleur résultat peut ainsi toujours être obtenu, quelle que soit la teneur en carbone et l'acier n'est jamais surchauffé. Le four à moufle de 30 cm × 10 cm prend 1 400 w pour atteindre une température de 1 000° ; la matière isolante C a été choisie de telle manière que les pertes de chaleur sont extrêmement faibles. — E. B.

669.056.1. — Sur la préparation au four électrique de quelques métaux susceptibles d'utilisation industrielle ; J. Escard. *R. G. E.*, 14 septembre 1918, t. IV, p. 375-386, 10 500 mots, 3 fig. — Dans ce travail, l'auteur envisage la production électrothermique de métaux et alliages dont la préparation est demeurée jusqu'à ces dernières années dans le domaine de la chimie ou de la métallurgie pures. La production, sur une échelle suffisante, de certains de ces éléments, a permis d'étudier leurs propriétés en détail et aussi de développer leurs applications. C'est ainsi que plusieurs métaux alcalino-terreux (baryum, calcium) sont devenus industriels et que ceux de la famille du chrome (métaux dits autrefois secondaires ou spéciaux) peuvent jouer actuellement un rôle important dans la métallurgie du fer et de l'acier.

629.12.016 : 621.365. — Fabrication des chaînes d'ancres en acier moulé fondu au four électrique ; A. Jasper Cox. *Engineering*, 9 août 1918, t. CVI, p. 156, 2 000 mots. — Ces chaînes étaient jusque tout dernièrement, exclusivement faites en fer forgé et soudé, l'acier doux avait été essayé mais les résultats n'avaient pas été satisfaisants. — La question en était là lorsqu'elle fut abordée par la General Electric Co ; cette compagnie entreprit d'essayer la fabrication de ces chaînes avec un acier obtenu au four électrique et des moules de métal ; le résultat fut satisfaisant ; les maillons étaient parfaitement formés et tout à fait sains ; cependant on dut abandonner les moules métalliques, car avec ces moules il était nécessaire d'exercer une surveillance continuelle, en particulier pour le choix du moment où il convenait de les ouvrir et il fallut revenir au moule de sable. — Par ce nouveau procédé, une grande quantité de chaînes a été fabriquée ; ces chaînes se sont montrées supérieures à celles en fer forgé et ont pu supporter des efforts supérieurs de 60 pour 100. L'article est complété par des résultats d'essais et des analyses du métal. — E. B.

APPLICATIONS DIVERSES

621.347. — Sur les applications de l'électricité à l'agriculture. *R. G. E.*, 7 septembre 1918, t. IV, p. 352-354, 2 300 mots. — Analyse d'une communication faite à l'Académie d'Agriculture de France par M. Dabat, directeur des Eaux et Forêts et publiée dans les *Comptes rendus* de cette Académie, 26 décembre 1917, t. III, p. 1138-1156.

SOCIÉTÉS, ENSEIGNEMENT, LABORATOIRES

621.3(063). — Séance du 29 avril 1918, du Comité électrotechnique français. *R. G. E.*, 10 août 1918, t. IV, p. 185, 700 mots.

621.3(063). — Séance du 25 juillet 1918 du Comité électrotechnique français. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 222, 500 mots.

Digitized by Google

Digitized by Google

62(017). — La standardisation technique et industrielle. Paul Toulon. *Bull. Soc. Encourag. Ind nat.*, janvier-février 1918, t. CXXIX, p. 18-23, 2000 mots. — Au deuxième Congrès mondial des Associations internationales qui s'est tenu à Gand-Bruxelles du 15 au 18 juin 1913, l'auteur a présenté sur la standardisation un rapport dont les conclusions ont été adoptées par ce Congrès. En raison de l'intérêt que l'on attache aujourd'hui à cette question, la Société d'encouragement a décidé la publication de ce rapport et c'est cette publication qui est faite dans l'étude que nous signalons. — L'auteur y montre la nécessité de l'unification dans la plupart des industries, indique les réalisations déjà faites et arrive aux conclusions suivantes : 1° la standardisation internationale, au point de vue technique et industriel, est une nécessité qui s'impose et un progrès à réaliser; elle doit être strictement limitée aux éléments pour lesquels elle présente un évident intérêt économique, sans risque d'apporter aucune entrave au développement de l'industrie ; 2° la standardisation technique et industrielle doit avoir pour base des unités de mesure internationales, système métrique, unités électriques, etc ; 3° une Commission internationale permanente sera nommée pour l'unification au point de vue industriel ; cette commission réunira les documents et provoquera les études et propositions à préparer par les associations des divers pays ; elle coordonnera ces propositions ; elle s'efforcera de les concilier et d'arriver à un accord définitif ; elle préparera ainsi les conclusions à admettre à la sanction d'un congrès mondial.

331.86. — La réforme de l'éducation nationale. Georges Hersent. *Bull. Soc. Encourag. Ind. nat.*, janvier-février 1918, t. CXXIX, p. 75-96, 13 200 mots. — Après avoir rappelé qu'il est indispensable que nous augmentions notre production pour faire face aux charges créées par la guerre, l'auteur énonce les qualités indispensables à la plus grande productivité de l'individu : corps solide et souple, caractère pétri de volonté, jugement et méthode scientifique, habileté professionnelle. L'éducation doit développer ces qualités et l'auteur montre comment elle le peut par la culture physique, par une réforme dans notre enseignement, par l'apprentissage, et l'enseignement technique à tous degrés, etc.

53 (072). — Les travaux du National Physical Laboratory en 1917-1918 (suite). *Engineering*, 2 août 1918, t. CVI, p. 120-123, 3 500 mots, 2 fig. — L'étude des unités fondamentales d'électricité a été poursuivie et l'établissement des résistances étalons a fait de nombreux progrès. Les éléments Weston, étalons du Laboratoire ont également fait l'objet de recherches nombreuses et ont été comparés avec tout le soin désirable avec les étalons établis par d'autres Laboratoires, en particulier ceux établis au Japon. — Depuis l'adoption de la traction électrique sur le South-Western Railway, de nombreux troubles magnétiques se sont produits au Laboratoire ; la question est à l'étude. — Des recherches nombreuses ont été entreprises sur les méthodes de mesures, en particulier les essais magnétiques, les études sur les solénoïdes et les inductomètres ; l'étalon inductomètre mutuel a été établi pour un millihenry ; les bobines sont montées sur un support en marbre blanc, l'appareil peut fonctionner avec un courant alternatif de fréquence 10 produit à l'aide d'un diapason entretenu électriquement. — Des recherches intéressant l'électrotechnique en général ont également été entreprises ; l'article signale un indicateur de hauteur du système Paterson-Walsh ; les isolants ont également été étudiés, en particulier ceux utilisés pour la construction des magnétos ; des essais ont montré que les conducteurs alimentant certaines lampes à forte intensité étaient soumis à des températures excessives ; des recherches très complètes ont été entreprises pour déterminer l'échauffement des câbles enfouis dans le sol ou tirés dans des caniveaux en terre cuite ; en général l'échauffement dans ces dernières conditions est triple de celui du même câble armé et placé directement dans le sol. — Une étude sérieuse a été entreprise sur les pyromètres optiques, lesquels ont pu être gradués jusqu'à 1550° ; les pyromètres à couples ont également fait l'objet de nombreuses recherches, les tubes de ces pyromètres ont été également étudiés et leur fabrication mise au point. — Des mesures de conductibilité thermique ont été faites sur l'aluminium et ses alliages à la demande du Comité de l'Aéronautique et ces mesures ont montré que ces alliages étaient convenables pour la construction des cylindres et des pistons de moteurs à essence utilisés pour l'aviation. — E. B.

USINES ET ATELIERS. EXPLOITATION

331.2. — Le salaire et ses résultats : un facteur psychologique du rendement de l'atelier. *R. G. E.*, 7 septembre 1918, t. IV, p. 357, 950 mots. Analyse d'un article de A. Ramsay, publié dans *Engineering*, 31 mai 1918, t. CV, p. 595-596, 3 200 mots.

331.23. : 621.311.22. — Prime à l'économie de charbon dans les stations centrales thermiques ; Conge. *R. G. E.*, 31 août 1918, t. IV, p. 319-320, 1700 mots, 1 fig. — Dans cette courte note, l'auteur établit la base d'un système de prime à l'économie de combustible et considérant la somme des salaires journaliers du personnel, il calcule le nombre de calories qu'il faudrait économiser par jour pour que la demi-économie résultante atteigne la somme établie ; autrement dit, il s'agit pour le personnel de descendre, par exemple, à une consommation de 6400 calories par kilowatt-heure, chiffre à partir duquel on l'intéressera à l'économie de combustible.

621.31 + 341.33. — Utilisation des soldats infirmes pour la réparation des compteurs électriques (Glasgow Corporation Electricity Department). *Electrical Review*, Londres, 3 mai 1918, t. LXXXII, p. 429-430, 1200 mots, 4 fig. — On peut, conclut l'auteur de l'article, encourager les compagnies d'électricité à essayer d'utiliser les soldats infirmes pour la réparation des compteurs ; après quelques semaines d'apprentissage, il s'en trouvera d'assez intelligents qui connaîtront l'essentiel du travail. Il va de soi que la rémunération octroyée devra être calculée sur une échelle assez large, même pendant la période d'improductivité. — L'essai effectué dans la section électrique de la Glasgow Corporation a donné toute satisfaction. — A. B.

621.31 + 341.33. — Utilisation des soldats infirmes. *Electrical Review*, Londres, 7 juin 1918, t. LXXXII, p. 532, 1200 mots. — L'auteur envisage l'emploi des soldats infirmes dans l'industrie électrique. Pour éviter de cruelles désillusions aux industriels et aux blessés, il a envisagé les différentes spécialités d'un ouvrier électricien et indiqué, pour chaque cas, les infirmités qu'on peut considérer comme prohibitives. Il donne également d'utiles conseils sur l'apprentissage. — A. B.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. Le Gérant : J.-B. Nouet.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.1. — La dynamique de l'électron ; Megh Mad Saha. *Philosophical Magazine*, juillet 1918, 6e série, t. XXXVI, p. 76-87. — L'auteur développe une nouvelle théorie de la dynamique de l'électron et compare les formules auxquelles il arrive à celles obtenues par d'autres physiciens.

541.3. — La théorie électronique des valences et de l'affinité chimique ; J.-A. Crowther. *Scientia*, novembre 1917. Résumé dans la *Revue scientifique*, 5-12 octobre 1918, t. LVI, p. 591-593, 2 500 mots. — Intéressante étude sur l'état actuel du problème de la valence. L'auteur conclut que « toute théorie électronique de la valence aura nécessairement quelque chose d'incertain et de spéculatif jusqu'à ce que la question de la grandeur des forces exercées par les systèmes atomiques ait été résolue par l'analyse mathématique et que les différentes hypothèses aient pu être soumises à des épreuves numériques. Il ne semble pas probable que cela ait lieu dans un avenir immédiat. Mais les spéculations de sir J.-J. Thomson marquent un progrès bien net dans la théorie de la valence et l'on peut s'attendre à ce qu'elles projettent beaucoup de clarté sur quelques-uns des cas les plus compliqués de l'action chimique. »

538.12. — Sur le champ électromagnétique dû à un doublet en mouvement ; Kajuro Tamaki. *Memoirs of the College of Science Kyoto Imperial University*, octobre 1917, t. II, n° 6, p. 293-296. — Le champ électromagnétique dû à un doublet qui se déplace d'un mouvement uniforme dans une direction soit perpendiculaire, soit parallèle à son axe a déjà été traité par le professeur Mizuno comme une application du principe de relativité. Il y a six ans l'auteur a généralisé les équations de transformation de Lorentz-Einstein et montré l'importance qu'elles peuvent avoir dans les problèmes relatifs aux mouvements qui ne sont pas exclusivement dirigés suivant un des axes de coordonnées ; c'est cette étude mathématique qui fait l'objet du présent article.

538.56. — Le champ électrique dû à un système de deux oscillateurs linéaires comparables à une antenne coudée ; Wakae Nakayama. *Memoirs of the College of Science Kyoto Imperial University*, octobre 1917, t. II, n° 6, p. 297-314, 4 fig. — L'étude mathématique du champ électrique dû à une antenne coudée n'est pas facile ; l'auteur considère alors le cas simple d'une antenne qui serait constituée par deux oscillateurs linéaires, l'un vertical et l'autre horizontal, assez rapprochés pour figurer un L renversé. La longueur de la partie horizontale de l'antenne est égale à deux fois celle de la partie verticale et on admet que des courants oscillatoires de même phase soient excités dans chacune.

537.1. — Potentiels de résonance et d'ionisation des électrons dans les vapeurs métalliques ; John T. Tate. *Philosophical Magazine*, juillet 1918, 6e série, t. XXXVI, p. 64-75, 1 fig. — On a montré que, pour les électrons lancés à travers les gaz inertes et les vapeurs métalliques, il existe des tensions bien définies auxquelles se produit un actif échange d'énergie entre les électrons et les atomes du gaz. La preuve de cet échange d'énergie nous est fournie par l'émission, à ces potentiels, de radiations ayant une fréquence caractéristique du gaz. Les tensions de résonance peuvent se déduire de la relation des quanta : $h\nu = eV$, dans laquelle ν représente la fréquence de la radiation excitée sous le potentiel V; les tensions d'ionisation satisfont à une relation de même forme, à cette différence près que ν représente la fréquence limite de la série de raies produites sous le potentiel V. Dans la présente communication, l'auteur se propose de faire connaître les résultats expérimentaux qu'il a obtenus pour les tensions de résonance et les tensions d'ionisation des électrons dans les vapeurs de cadmium, sodium, potassium et zinc. Entre les valeurs observées et les vapeurs calculées, il y a une concordance remarquable, comme le montre le tableau ci-dessous :

Tableau I. — *Tensions de résonance et d'ionisation.*

Métaux	Tensions de résonance en volts		Longueur d'onde de la radiation	Tensions d'ionisation en volts		Longueur d'onde limite de la série
	observées	calculées		observées	calculées	
Cadmium	3,88	3,79	3 260,17	8,92	8,95	1 378,69
Sodium	2,12	2,10	5 893	5,13	5,13	2 413
Potassium	1,55	1,60	7 685	4,1	4,32	3 856
Zinc	4,1	4,02	3 075,99	9,5	9,35	1 319,95

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Électricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

Ces expériences donnent en outre une confirmation éclatante de l'exactitude de la théorie de Bohr sur la structure atomique.

535.7. — Loi de symétrie de la fonction de visibilité; Irwing G. Priest. *Physical Review*, juin 1918, 2e série, t. XI, p. 498-502, 700 mots, 1 fig., 1 tab. — Si l'on représente la visibilité de l'énergie lumineuse en fonction des longueurs d'onde, une particularité frappante de la courbe obtenue est sa symétrie approximative autour de l'ordonnée maximum. Troland a montré qu'en tenant compte de l'absortion sélective des milieux oculaires afin d'obtenir la sensibilité propre de la rétine, les données ainsi réduites donnent une courbe plus symétrique, mais non encore parfaitement symétrique. — L'auteur a eu l'idée de représenter la visibilité ainsi corrigée en fonction de la fréquence. La courbe obtenue est parfaitement symétrique de part et d'autre de l'ordonnée correspondant à la sensibilité maximum, du moins dans toute la région spectrale qui est bien connue. Il propose d'exprimer ses résultats par la formule

$$V = e^{-0.000\,2604\,(f-541)^2},$$

f représentant la fréquence en nombre de vibrations par trillionième de seconde, et V le rapport de la visibilité pour la fréquence f au maximum de visibilité réalisé par la fréquence 541. — A. B.

MESURES ET ESSAIS

536.52. — Comparaison d'échelles à haute température; E.-P. Hyde et W.-E. Forsythe. *Physical Review*, février 1918, p. 139-141; *Science Abstracts*, section A, mai 1918, p. 218, 200 mots. — Quand on compare les résultats de mesures effectuées à hautes températures par différents auteurs, il y a beaucoup d'incertitude concernant l'échelle employée. L'article donne les résultats d'une intercomparaison des échelles de température du Bureau of Standards, du Physical Laboratory de l'Université de Wisconsin et du Nela Research Laboratory. La comparaison fut effectuée à l'aide de mesures faites sur plusieurs lampes à filament de tungstène fournies par le Nela Research Laboratory. Dans chaque laboratoire on mesura la température au moyen d'un pyromètre optique Holborn-Kurlbaum, en se servant d'un verre rouge comme écran monochromatique. Comme les différents laboratoires employèrent des verres rouges ayant des longueurs d'onde effectives légèrement différentes, il fut nécessaire de faire de petites corrections pour réduire les températures à la même longueur d'onde. L'article contient des tables des résultats finaux, ramenés au point de fusion du palladium. — P. V.

533.5. — Production et mesure de vides élevés; J.-E. Shrader et R.-G. Sherwood. *Physical Review*, février 1918, p. 134-135; *Science Abstracts*, section A, mai 1918, p. 186, 500 mots. — Au cours de leur étude sur la pompe à diffusion les auteurs ont réalisé une pompe présentant certaines améliorations. Sa construction est du type vertical et telle que le mercure condensé retourne à la chaudière sans passer par le côté du vide. Ceci évite l'inconvénient de la première pompe de Langmuir dans laquelle le mercure condensé venait en contact avec le tube chaud partant de la chaudière, ce qui produisait un coup de vapeur de mercure du côté de la prise de la pompe. La forme verticale est plus facile à travailler à la verrerie, elle est plus commode pour la fixation de la prise et rend inutile l'isolation du tuyau connectant la chaudière à l'autre partie de la pompe. La nouvelle pompe est très efficace; on a obtenu des pressions inférieures à 1×10^{-8} mm de mercure. — On a choisi pour la mesure de ces faibles pressions le manomètre absolu du type Knudsen, dont les perfectionnements nouveaux résident dans la méthode de support de la bande de platine chauffante, et dans la suspension et le contrôle de la vanne mobile. Sans traitement calorique d'un appareil en verre, on ne peut obtenir de pressions inférieures à 1×10^{-5} mm de mercure. En chauffant graduellement à 500°, on a obtenu des pressions inférieures à 10^{-8} mm de mercure et beaucoup de récipients en verre ont pu être vidés à 5×10^{-8} mm de mercure. Des essais de la pompe montrèrent que pour des pressions de départ de l'ordre de 3×10^{-4} mm de mercure, la pompe commence à opérer pour 65 watts consommés dans le réchauffeur, et la vitesse de l'opération croît avec la consommation jusqu'à 300 w. De 300 à 350 w, l'accroissement de vitesse est de beaucoup moindre, et de 350 à 600 w, elle demeure pratiquement constante. Il semble aussi que la pression de départ critique est une fonction linéaire de la pression de vapeur de mercure. — P. V.

537.741. — Galvanomètre à vibration pour basses fréquences; H. Schering et R. Schmidt. *Zeits Instrumentenk*, janvier 1918, p. 1-11; *Science Abstracts*, section A, mai 1918, p. 228, 50 mots. — L'article décrit un nouveau type de galvanomètre à vibration qui peut être employé sur une grande échelle de fréquences, et dans lequel la syntonisation étant électromagnétique, peut s'effectuer très facilement. — P. V.

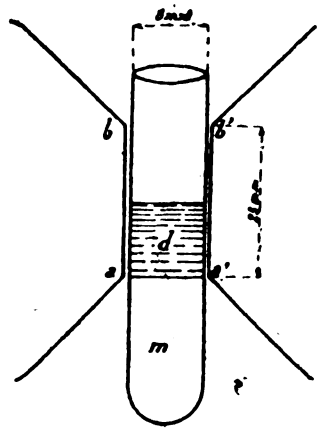
621.317.2. — Ohmhémomètre pour mesurer la résistivité électrique du sang. Application à la clinique; Charles Richet, P. Brodin, G Noizet et F. Saint-Girons. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 16 septembre 1918, t. CLXVII, p. 413, 1 600 mots, 2 fig. — On a démontré en physiologie, que la résistivité électrique du sang était fonction : 1° de la teneur du sang en molécules de sels minéraux; 2° de la proportion des hématies contenues dans le sang. La résistivité diminue à mesure que les sels minéraux augmentent; la résistivité augmente à mesure que les hématies sont en plus grande proportion. En outre, la coagulation du sang ne change pas notablement sa résistivité. Les auteurs ont étudié la résistivité du sang chez l'homme à l'état normal et à l'état pathologique. Le mode opératoire était le suivant : Dans un tube capillaire à diamètre assez large (mélangeur de Potain pour leucocytes) on aspire une gouttelette de sang obtenu par la piqûre du doigt, et l'on mesure la résistivité de cette colonne capillaire de sang en ayant soin que les deux électrodes en platine soient toujours à la même distance. La mesure se fait par la méthode de Kohlrausch. Le matériel nécessaire se compose d'une résistance, d'un pont à fil d'environ 0,20 m de longueur, d'une bobine de Ruhmkorff, d'un accumulateur, d'un téléphone, d'un mélangeur de Potain et d'un thermomètre. On étalonne préalablement le mélangeur en faisant une mesure sur une solution saline de résistivité connue. L'opération dure de deux à trois minutes. Les auteurs donnent dans des tableaux et par des courbes les résultats qu'ils ont obtenus et concluent en montrant que la mesure de la résistivité du sang permet d'apprécier, d'une façon très simple, la régénération globulaire consécutive aux hémorragies abondantes, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours aux numérations des hématies.

545 : 538.88. — L'analyse chimique par un procédé magnétique; A. Quartaroli. *Gazetta chimica italiana*, 31 mars 1918; *Génie civil*, 29 juin 1918, t. LXXII, p. 481, 600 mots, 4 fig. — Quand deux solutions magnétiques superposées et de susceptibilités magnétiques différentes m et d sont placées dans un champ magnétique suffisamment puissant, on observe que la surface de séparation des deux liquides s'incurve vers celui qui est le plus magnétique et, au bout d'un temps suffisamment long, si le champ est assez intense et la différence des magnétismes assez grande, le liquide supérieur pénètre dans l'autre et arrive à y former une goutte distincte. L'inverse se produit si le liquide supérieur présente une plus grande susceptibilité magnétique que le liquide inférieur. M. A. Quartaroli a utilisé ces phénomènes pour doser rapidement des solutions contenant du fer, du chrome, du nickel, du cobalt, du manganèse ou des composés de ces éléments. Entre les deux pôles circulaires, ab, a' b' d'un électro-aimant auquel ils sont raccordés par

Digitized by Google

Digitized by Google

des surfaces tronconiques à 45°, M. Quartaroli place un petit tube de verre de 8 mm de diamètre (fig. 1) passant juste entre ces deux pôles ; il remplit le tube jusqu'en a a' de la solution à doser, au-dessus il verse goutte à goutte la deuxième solution d de titre connu et teintée d'un des indicateurs colorés utilisés en chimie ; en versant avec précaution la solution d jusqu'à mi-hauteur entre a a' et b b' on évite que les solutions se mélangent. On fait passer le courant et on observe les phénomènes décrits ci-dessus. Avec



545 : 538.88 — Appareil pour le dosage chimique de solutions magnétiques.

un champ de 5 000 gauss on peut différencier deux solutions dont les teneurs en fer diffèrent de moins de $\frac{1}{1\,000}$ de leur valeur moyenne. Avec 12 000 gauss on peut doser des quantités de fer non perceptibles par les méthodes chimiques ordinaires. L'article décrit le mode opératoire pour le dosage du fer. La méthode s'applique non seulement au fer, au chrome, au manganèse, au cobalt et au nickel, mais encore au dosage du permanganate et du bichromate de potassium, des ferrocyanures, ferricyanures, sulfocyanures et de certaines substances organiques.

532.81 : 669.03. — Effet des grandes pressions hydrostatiques sur les propriétés physiques des métaux ; Z. Jeffries. *Engineering*, 5 octobre 1917, p. 357 ; *Science Abstracts*, section A, mai 1918, p 187, 50 mots. — L'article donne des résultats d'expériences montrant qu'une pression hydrostatique de 12 400 kg : cm² sur des cylindres d'aluminium et d'un alliage d'aluminium et de cuivre ne produit pas d'augmentation de dureté ou de résistance à la traction. Ceci contredit les résultats d'Hanriot, qui obtenait une augmentation de dureté de 30 pour 100 par l'application d'une pression d'environ 10 000 kg : cm² transmise au moyen de vaseline. — P. V.

SCIENCES DIVERSES

514.2. — Sur le théorème de Fourier et les développements en séries trigonométriques ; G.-A. Andrault. *R. G. E.*, 7 septembre 1918, t. IV, p. 331-340, 2 500 mots, 9 fig. — L'auteur, considérant que la proposition de Fourier, d'après laquelle une fonction périodique quelconque peut toujours être exprimée analytiquement par une série trigonométrique, est peu évidente, s'applique, dans cet article, à décrire une méthode de démonstration synthétique nouvelle. Elle conduit non seulement à la démonstration et même à la généralisation du théorème de Fourier, mais encore à des théorèmes et remarques relatifs à la représentation approchée, à l'indépendance des coefficients, etc. Ces derniers possèdent, dans la nouvelle méthode, une signification physique impliquant une méthode pratique pour leur détermination.

535.33. — Méthode précise pour produire la lumière du jour artificielle ; Irwing G. Priest. *Physical Review*, juin 1918, 2e série, t. XI, p. 502-504, 800 mots, 1 fig., 1 tab. — On peut obtenir une lumière ayant une composition spectrale extrêmement voisine de celle de la lumière du jour en faisant passer la lumière d'une source artificielle (flamme d'acétylène, lampe à tungstène à vide, lampe à tungstène et atmosphère gazeuse, etc.), à travers deux prismes de nicol, entre lesquels on a disposé une lame de quartz taillée perpendiculairement à l'axe, l'épaisseur du quartz ainsi que l'angle des sections principales des nicols étant convenablement choisis. Avec trois nicols disposés en série, une lame de quartz étant disposée entre le premier et le deuxième nicol, une autre entre le deuxième et le troisième, on peut encore mieux se rapprocher de toute distribution spectrale donnée. — Voir sur le mémoire quelques exemples numériques. — La méthode paraît plus précise et d'un réglage plus aisé que celle basée sur l'emploi d'un verre bleu. — A. B.

535.13. — Le mouvement d'une étoile est-il retardé par la réaction de son rayonnement propre. *R. G. E.*, 7 septembre 1918, t. IV, p. 342, 200 mots. Analyse d'un article publié dans la *Revue scientifique*, 17-24 août 1918, t. LIV, p. 496-497, 600 mots.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

627.1 (42) — La houille blanche. Thomas Smith. *Electrical Review*, Londres, 30 août 1918, t. LXXXIII, p. 197-198, 500 mots ; *Electrician*, 23 août 1918, t. LXXXI, p. 358, 1 400 mots. — La tendance actuelle étant de chercher à mettre à profit toutes les ressources en houille blanche, l'auteur examine ce qui a été fait en Angleterre à ce point de vue.

627.1 (42). — La houille blanche dans l'empire britannique. *Electrical Review*, Londres, 16 août 1918, t. LXXXIII, p. 151-152, et 23 août 1918, p. 189-190, 5 000 mots. — Cet article indique la répartition des forces motrices hydrauliques dans le monde entier, et il montre en particulier que la proportion revenant à l'empire britannique n'est que de 0,7 pour 100 de la puissance totale disponible sur le globe terrestre. Dans cette répartition l'Europe entre pour 27 pour 100 et les États-Unis pour 24 pour 100.

627.1 (931). — La houille blanche en Nouvelle-Zélande. *Electrical Review*, Londres, 30 août 1918, t. LXXXIII, p. 195-197, 4 000 mots, 5 fig. — Description de l'usine électrique utilisant les eaux du lac Coleridge.

627.821. — Mesure des pressions à l'intérieur des barrages en terre construits par remblayage hydraulique ; W. Goldbeck. *Engineering News Record*, 18 avril 1918 ; *Génie civil*, 29 juin 1918, t. LXXII, p. 486, 400 mots. — Description des expériences faites avec un appareil employé par l'Office of Public Roads pour mesurer les pressions exercées sur le sol. Ces expériences peuvent être adaptées au cours de la construction des barrages pour rendre compte de la marche progressive des terrassements, des pressions verticales et des pressions latérales exercées sur les levées.

621 165. — Le fonctionnement des installations à turbines à vapeur ; G. Otley et V. Pickles. *Electrical Review*, Londres, 30 août 1918, t. LXXXIII, p. 213-214, 2 900 mots. — Résumé d'une communication faite à l'une des dernières réunions de l'Institute of Electrical Engineers du Sud de l'Afrique. Examen des conditions de bon rendement de ces machines et de quelques-unes des difficultés qui se présentent dans leur emploi.

621.187.5. — Mesures de débits de vapeur au moyen de tuyères. Simplification de la formule de Bendemann. *Revue B. B. C.*, décembre 1916, t. II, p. 188-190, 2 100 mots, 3 fig. — Établissement d'une formule simplifiée permettant un calcul rapide de la quantité de vapeur traversant une

Digitized by Google

Digitized by Google

tuyère. Cette formule ne peut être appliquée que pour une différence de pression entre l'amont et l'aval de la tuyère ne dépassant pas 0,15 atmosphère et des pressions amont supérieures à 9 atmosphères absolues, ce qui est le cas pour les turbines à vapeur modernes. L'article se termine par la description d'un appareil de mesure et la manière de s'en servir.

621.165. — Protection des turbines contre la rouille. *Revue B. B. C.*, novembre 1916, t. II, p. 177, 800 mots, 1 fig. — Description d'un procédé employé par la maison Brown, Boveri et Cie pour empêcher la rouille des aubages quand la turbine est au repos.

621.311.73. — Commutateur actionné par la force centrifuge, en particulier pour moteurs d'induction; Société anonyme Brown, Boveri et Co (Suisse). *Brevet français n° 486263*, demandé le 24 juillet 1917, délivré le 24 juillet 1917, publié le 20 mars 1918, 1 200 mots, 5 fig. — A l'aide de ce commutateur, il est possible de fermer plusieurs contacts exactement à un même moment et de les maintenir fermés sous une pression convenable pendant tout le temps que le moteur continue à fonctionner. Afin d'éviter les grippements des contacts, ceux-ci doivent se fermer infailliblement, et, de préférence, à une vitesse accélérée dès que le couplage est commencé. Le principe des deux dispositifs décrits dans le fascicule est le suivant : un ressort antagoniste, opposé aux forces centrifuges, agit dans le sens de l'axe du moteur; il est appuyé, d'une part, sur l'arbre du moteur ou sur des organes qui en sont solidaires, et, d'autre part, sur un manchon coulissant qui peut se déplacer axialement sur cet arbre et sur lequel viennent s'appuyer des leviers coudés oscillants dont les bras opposés supportent les masses centrifuges. Le mouvement de déclic résulte, d'une part, de ce que la force centrifuge croît à mesure que les balais s'écartent de l'arbre, et, d'autre part, de ce que le bras de levier de la force du ressort décroît pendant que celui de la force centrifuge croît. Il est, en outre, facilité par l'emploi de ressorts doux. Le manchon est commun aux trois phases, ce qui permet la manœuvre simultanée des trois contacts. Dans la seconde disposition, l'effet de déclic est obtenu de même par un guidage approprié et par des variations de longueur des bras de levier. La force centrifuge, après avoir subi au début un accroissement rapide, se trouve vers la fin du couplage freinée dans une certaine mesure avant que les masses centrifuges viennent s'appuyer sur la plaque de contact, de façon à atténuer le choc au moment de l'application des balais. — E. P.

621.312.00.3. — La comparaison de machines électriques au point de vue économique. *Revue B. B. C.*, décembre 1916, t. II, p. 191-194, 3 200 mots, 3 fig. — L'article décrit une méthode générale pour la comparaison de machines électriques au point de vue économique et l'applique en particulier à la comparaison de transformateurs. Cette comparaison est ramenée à celle de deux valeurs au comptant établies en faisant état des prix d'achat, des pertes d'argent dues aux pertes d'énergie et des intérêts composés de ces deux facteurs calculés pour la durée des transformateurs. Pour calculer les pertes d'énergie, l'auteur considère séparément les pertes dans le fer qui sont indépendantes de la charge et les pertes dans le cuivre qui sont proportionnelles au carré de la charge. Les pertes dans le cuivre sont réduites à une perte moyenne courant toute l'année d une manière continue. Tous les calculs de réduction ainsi que les calculs d'intérêts composés sont facilités par des abaques reproduits dans l'article. La méthode s'applique également au cas où l'on prévoit au cours des années, soit un changement de la répartition de la charge, soit une modification du prix du courant ou du taux de l'intérêt. A la fin de l'article l'auteur montre comment la méthode s'applique à la comparaison des génératrices et des moteurs électriques.

621.333. — Machine dynamo-électrique; Société anonyme Westinghouse (Seine). *Brevet français n° 482625*, demandé le 22 août 1916, délivré le 2 janvier 1917, publié le 5 avril 1917, 2 200 mots. — Ce brevet a trait à des améliorations dans la construction d'une carcasse particulièrement destinée aux moteurs de traction. Le but est de construire une carcasse de poids relativement faible, de construction simple et économique sans affecter les qualités mécaniques et électriques de la machine. Toutes les fois qu'il est possible, on emploie dans cette construction de l'acier embouti dans le but d'obtenir le maximum de résistance pour le minimum de poids. La carcasse comprend en principe : une culasse principale magnétisable, un certain nombre de pièces terminales en forme de cloches convenablement espacées des extrémités de la culasse, un certain nombre de pièces de liaison ou entretoises fixant partiellement la culasse aux pièces terminales, une console d'essieu disposée sur l'une des faces de la culasse, une barre de suspension sur la face opposée. La culasse constituant le circuit magnétique est formée d'acier laminé ou autre matière de grande perméabilité, elle est construite de manière à recevoir un certain nombre de pièces polaires suivant la pratique habituelle. La culasse et les flasques latéraux comportent chacun une dépression longitudinale recevant une console d'essieu qui constitue l'une des pièces de liaison entre la culasse et les flasques. Les flasques creux sont pourvus d'ouvertures circulaires disposées centralement et recevant des coussinets d'essieu de construction ordinaire. Les bords des ouvertures sont renforcés par des plaques triangulaires appropriées fixées au flasque correspondant. — Dans une autre forme de carcasse, la culasse comporte deux dépressions longitudinales disposées en sens opposé et adaptées pour recevoir séparément une console d'essieu; ces dépressions étant dyssymétriques par rapport à l'axe de la carcasse permettent d'utiliser sur la même carcasse des moteurs de différentes distances d'axe ou de différents diamètres d'arbre. — E. P.

621.312 031.1. — Perfectionnements dans les machines dynamo-électriques; Société anonyme Westinghouse (France). *Brevet français n° 484414*, demandé le 7 fév. 1917, délivré le 9 juillet 1917, publié le 3 octobre 1917, 200 mots, 10 fig. — Dans les machines à courant alternatif, la culasse du stator ne sert pas au passage du flux magnétique; il est même très avantageux de construire cette culasse en une matière non magnétique et non conductrice, ce qui permet de supprimer, dans cette culasse, les pertes dues aux courants parasites et à l'hystérésis produits par le champ magnétique de dispersion. Pour obtenir ce résultat, l'armature magnétisable est supportée dans une culasse formée totalement ou partiellement d'une matière analogue au béton ou au ciment. Le fascicule décrit schématiquement trois manières d'effectuer cette construction. Ces différentes méthodes reposent toutefois sur les mêmes principes généraux suivants : 1° Le béton est coulé autour d'une armature magnétisable mise en place. 2° La culasse est renforcée avec des parties métalliques à la manière du béton armé. 3° La culasse comprend des parties métalliques non usinées et qui sont ensuite travaillées où cela est nécessaire pour attacher les autres pièces de la machine à la culasse, par exemple les pieds en fonte, les saillies permettant l'enlèvement du moteur et remplaçant les anneaux de levage utilisés dans la construction avec culasse entièrement métallique. Les parties magnétisables sont généralement fixées par des extrémités en queue d'aronde s'emboîtant dans les mortaises de barres en fonte de forme appropriée et constituant l'armature longitudinale de la culasse. 4° Cette dernière comprend, en outre, des pièces métalliques, dites de renforcement, qui sont courbées ou estampées aux dimensions voulues avant le moulage du béton. Ces pièces sont mises en place correctement pendant le moulage au moyen d'outils convenables, de manière à éviter tout nouvel usinage ultérieur. — E. P.

621.312.16. — Système de porte-balais pour machines électriques; Société de Paris et du Rhône. Première addi-

Digitized by Google

Digitized by Google

tion n° 20 [0]4 au *Brevet français n° 484 034* du 11 janvier 1916, demandée le 7 avril 1916, délivrée le 25 septembre 1917, publiée le 21 décembre 1917, 450 mots, 2 fig. — La figure 1 représente le dispositif d'ensemble du porte-balais. La tige 8 est constituée par un fil métallique résistant et très élastique, de l'acier par exemple. Ce fil forme en son milieu, c'est-à-dire à la partie qui vient s'appuyer sur le bouchon 3, deux ou trois spires dont le plan est perpendiculaire au plan passant par les trous de fixation de cette

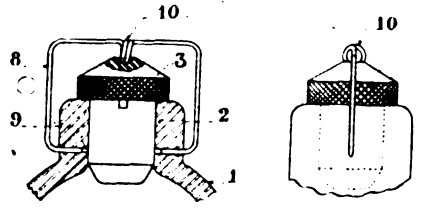


Fig 1. *Fig 2.*

621.312.16. — Système de porte-balais pour machines électriques.

tige. Cette disposition donne à la tige 8 une élasticité plus grande et permet une manœuvre plus commode quand on veut dégager les porte-balais; elles constituent, en effet, un renforcement de la tige 8 sur laquelle on peut appuyer très commodément; de plus, les bords de la cavité où viennent se loger ces spires étant arrondis, le frottement nécessaire pour la mise en place de la tige 8 a lieu sur deux surfaces rondes de révolution dont les axes sont rectangulaires. Le frottement est très doux, malgré la forte pression, et, par suite, la fermeture obtenue est excellente. — E. P.

537.86. — Bobine électrique et son mode de bobinage: Société dite Universal Winding Company (Etats-Unis d'Amérique). *Brevet français n° 486 097*, demandé le 10 juillet 1917, délivré le 14 décembre 1917, publié le 6 mars 1918, 2 450 mots, 7 fig. — La construction de cette bobine est telle qu'entre chaque tour de fil métallique vient s'intercaler une feuille de papier. Chaque feuille de papier est pourvue, le long de ses bords marginaux, de plis ou filets saillants qui servent de butée pour les tours extrêmes du fil métallique dans chaque couche et empêchent ainsi ces tours de glisser ou de se déplacer. Une machine à bobiner spéciale sert à effectuer automatiquement ces diverses opérations. Cette machine fera du reste l'objet d'un brevet distinct. Son principe est le suivant: le tube sur lequel la bobine est enroulée est fixé sur un mandrin tournant. Une poulie guide-fil, animée d'un mouvement de va-et-vient conduit le fil métallique pendant le bobinage. Un rouleau presseur pivotant est disposé pour appuyer sur les tours de fil au fur et à mesure qu'ils sont mis en place sur la bobine. Le papier est amené au moyen de deux jeux de rouleaux d'entraînement qui sont disposés de manière à plisser la bande de papier à mesure qu'elle passe entre eux. A cet effet l'un des rouleaux est pourvu de gorges circonférentielles, tandis que, dans l'autre, sont ménagés des cordons ou bourrelets annulaires s'adaptant auxdites gorges. Pour bobiner, on opère de la façon suivante: on assujettit d'abord l'extrémité du fil métallique au tube et on met en route la broche. A mesure que cette dernière tourne, elle enroule la bande de papier autour du tube. Après que le papier a été enroulé une ou plusieurs fois autour du tube, suivant l'épaisseur que l'on veut obtenir, la bande est coupée au point requis; le fil métallique, qui avait commencé à s'enrouler pour tenir le papier en place continue son enroulement jusqu'au nombre de tours prescrits, il s'enroule ensuite dans la direction opposée. Entre temps une autre bande de papier est insérée sous le premier tour de fil et le cycle des opérations continue jusqu'à ce qu'on ait obtenu le nombre de couches désirées. Quand le bobinage est terminé, on imprègne habituellement la bobine de gomme laque, de bakélite ou d'autre produit analogue que l'on refoule dedans sous pression. Ce produit remplit les interstices existants entre les tours de fil métallique et, une fois durci par séchage ou cuisson, renforce l'ensemble de la bobine et la protège contre une détérioration. Ce produit renforce également les parties plissées de façon à augmenter la résistance avec laquelle celles-ci tiennent les enroulements en place. — E. P.

621.314. — Système de transformation de courants électriques; Servall Cabot (Etats-Unis d'Amérique). *Brevet français n° 482 671*, demandé le 19 juin 1916, délivré le 19 janvier 1917, publié le 12 avril 1917, 5 400 mots, 4 fig. — A l'aide de ce système, on peut convertir un courant polyphasé en courant continu et réciproquement ou un courant continu à un potentiel donné en un courant continu à un potentiel différent. Le principe de cette transformation consiste à relier un commutateur spécial tournant à un transformateur statique convenable. En se servant des appareils prévus par le déposant on évite le décalage de l'angle de commutation lors des variations de charge, pour maintenir une commutation suffisante. On peut fonctionner avec calage constant pour toutes les charges dans les limites de puissance calculée du transformateur. Ceci tient à ce que le transformateur employé est combiné de manière à avoir un coefficient de dispersion magnétique suffisamment faible. Le fascicule donne l'explication détaillée de ce phénomène ainsi que la description complète des appareils utilisés. Nous nous contenterons de donner ici le principe du fonctionnement. Lorsqu'il s'agit de transformer, par exemple, du courant triphasé en courant continu, on commence à l'aide du transformateur spécial à transformer le courant triphasé en courant à neuf phases. On connecte les sorties du secondaire de ce transformateur aux bornes du commutateur. Ce dernier est constitué en principe par un arbre sur lequel sont fixées trois bagues collectrices; sur la bague centrale frottent neuf balais qui sont réunis aux extrémités du secondaire du transformateur; sur les deux autres bagues est recueilli le courant continu. L'arbre est accouplé directement à un moteur synchrone auto-démarreur tétrapolaire. Si on désire transformer un courant continu à un certain potentiel en courant continu à un autre potentiel on se sert d'un transformateur par exemple à neuf phases au primaire et au secondaire, le rapport de transformation étant déterminé par les valeurs des tensions à transformer. On utilise deux commutateurs connectés l'un avec le primaire, l'autre avec le secondaire. — E. P.

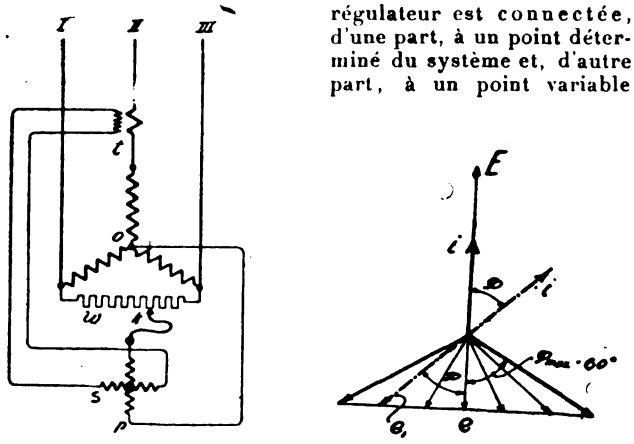
621.314.3.031.4. — Le fonctionnement en parallèle des transformateurs. *Revue B. B. C.*, octobre, novembre, décembre 1916, t. II, p. 159, 171 et 195, 10000 mots, 39 fig. — Dans la première partie l'auteur indique les règles qui doivent être observées pour connecter correctement les bornes de deux transformateurs devant être couplés en parallèle; dans la seconde il examine les conditions pratiques de fonctionnement dans le cas où les diagrammes secondaires des deux transformateurs ne coïncident pas complètement. Il calcule la répartition du courant dans ce cas et les pertes additionnelles qui en résultent ainsi que les moyens d'améliorer le fonctionnement en parallèle.

621.311.9. — Régulateur de phases réglable; Société Brown, Boveri (Suisse) *Brevet français n° 482 433*, demandé le 29 juillet 1916, délivré le 26 décembre 1916, publié le 20 mars 1917, 1750 mots, 11 fig. — Cet appareil a pour but de maintenir constant le facteur de puissance d'un réseau en un point déterminé de celui-ci. On emploie pour cela un régulateur automatique agissant sur un appareil compensateur de phases quelconque à déphasage réglable. L'appareil compensateur de phases peut être un moteur synchrone, une bobine de réactance, une batterie de condensateurs ou les deux combinés, ou bien un vibrateur de Kapp. Le régu-

Digitized by Google

Digitized by Google

lateur est établi de telle façon qu'il agisse dès qu'on s'écarte de la valeur du facteur de puissance désiré et qu'il règle le compensateur de phases jusqu'à ce que le facteur de puissance voulu se trouve rétabli. Avec les appareils, tels qu'on les avait construits jusqu'ici, on ne pouvait régler que pour un facteur de puissance bien déterminé et invariable. Avec le nouveau régulateur, au contraire, il est possible de régler pour n'importe quel facteur de puissance, entre certaines limites, et cela par le simple déplacement d'un contact. — Le fascicule donne la description de plusieurs méthodes pour la construction d'un tel appareil pour les systèmes triphasés d'une part et biphasés d'autre part. Nous nous contenterons de donner ici le principe du fonctionnement dans une installation triphasée (fig. 1). Le régulateur est du type dit à système tournant, la puissance du champ tournant dépend de la valeur du déphasage entre les courants dans la bobine d'intensité s et dans la bobine de tension p. La bobine de tension du régulateur est connectée, d'une part, à un point déterminé du système et, d'autre part, à un point variable


I
II
III
i
o
w
K
s
p
E
i
e
e
e

Digitized by Google

montrent que dans les sols humides et d'une façon générale partout où l'humidité a accès sur l'isolant, la distribution alternative offre plus de sécurité que la distribution continue.

	Année.	Nombre d'accidents.
Courant continu.....	1909	210
	1910	162
	1911	171
Transition..	1912	114
	1913	59
Courant alternatif.....	1914	15
	1915	14
	1916	1

A. B.

621.315.6. — Condensateurs pré-chargés en série et en parallèle ; Karapetoff. *Proceedings of the A. I. E. E.*, mai 1918, t. xxxvii, p. 509-517, 3 200 mots, 2 fig. — On charge un condensateur par une source de tension continue et on l'emploie ensuite comme survolteur en série avec cette source pour charger un autre condensateur. Si l'on répète cette opération un grand nombre de fois, le second condensateur se trouve finalement chargé à deux fois la tension de la source. C'est le principe de l'appareil de Delon pour l'essai des câbles, et l'auteur en donne un exemple numérique. Ensuite il considère le cas plus général de deux ou plus de deux condensateurs ainsi pré-chargés en série, quand ces condensateurs sont reliés à une source quelconque de tension continue ; il montre comment on peut déterminer la distribution finale des tensions entre eux. Il résout un problème analogue pour des condensateurs pré-chargés mis en parallèle. Finalement, il considère un réseau général de condensateurs pré-chargés, et il établit des équations analogues aux lois de Kirchoff, au moyen desquelles on peut calculer la distribution finale des tensions et des charges si l'on connait la distribution initiale. — P. L.

621.315.62. — La mesure du champ électrostatique dans les isolateurs, d'après la méthode électrolytique. *R. G. E.*, 21 septembre 1918, t. iv, p. 433-434, 1 000 mots, 1 fig. Analyse d'un article de W. Estorff, paru dans *Elektrotechnische Zeitschrift* 7, 14 et 21 février 1918, t. xxxix, p. 53, 62 et 76, 1 400 mots, 28 fig.

STATIONS CENTRALES ET RÉSEAUX

621.311 (68). — La Station centrale de Port Elizabeth dans l'Afrique du Sud. *Electrical Review*, Londres, 23 août 1918, t. lxxxiii, p. 171-172, 2 500 mots, 3 fig. — Description succincte de l'usine électrique, des sous-stations ; indications sur les tarifs adoptés.

621.174. — L'emploi de vapeur à haute pression et à température élevée dans les grandes stations centrales ; H. Shaw. *Electrician*, 16 août 1918, t. lxxxi, p. 330-332, 3 100 mots, 5 fig. — Dans cet article l'auteur montre à l'aide de diagrammes l'avantage qu'il y a à surchauffer la vapeur et à l'utiliser à des pressions aussi élevées que possible.

621.311.031.8. — Diagrammes de production et diagrammes de consommation relatifs aux centrales électrogènes à vapeur et autres ; Della Riccia. *R. G. E.*, 24 et 31 août 1918, t. iv, p. 259-269 et 299-310, 13 500 mots, 24 fig. 1 tab. — L'auteur, rappelant l'étude qu'il avait publiée dans « La Revue électrique » du 15 octobre 1909, de quelques diagrammes annuels, se propose d'étudier, dans cet article, des diagrammes se rapportant à des fractions diverses d'une année. Après avoir indiqué comment on peut obtenir, comme dans le cas des diagrammes annuels, des diagrammes monotones (de même surface mais non accidentés) en partant des diagrammes chronologiques ordinaires, il donne quelques applications des diagrammes monotones journaliers ; il indique, en passant, la relation simple existant entre la représentation stéréographique et le diagramme monotone ; il termine par des applications à la pratique pour la détermination des consommations de groupes d'unités diversement constitués et par la traduction de ses résultats en formules empiriques utiles.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.311.7 + 621.313.25. — Commande à distance des moteurs à cage d'écureuil ; E. Wood. *Electrical Review*, Londres, 12 juillet 1918, t. lxxxiii, p. 27-28, 1 200 mots, 3 fig. — Enumération des avantages d'un système de commande à distance sur les systèmes habituellement utilisés, dans le cas des moteurs à cage d'écureuil. Description d'une blanchisserie du Canada, comprenant 16 moteurs allant de 12 à 25 ch et alimentés par un système triphasé sous 600 v et 60 p : sec. — A. B.

621.838.23. — Quelques dispositifs d'embrayage magnétique. *R. G. E.* 7 septembre 1918, t. iv, p. 354-356, 1 200 mots, 5 fig.

621.344. — Electro-aimant de levage. Société centrale d'entreprises Armand D. Rivière et C° (France). *Brevet français n° 482876*, demandé le 13 septembre 1916, délivré le 8 février 1917, publié le 2 mai 1917, 700 mots, 3 fig. — Cet électro-aimant est destiné à la manutention et au déchargement des barres d'acier de toutes sections et plus spécialement des barres d'acier de section ronde. Les pièces polaires comportent plusieurs branches disposées en forme d'étoile. Les extrémités de chaque branche présentent un profil différent, variant avec la section normale des barres à soulever, de façon qu'elles puissent s'adapter exactement sur une partie du contour de ces barres. L'ensemble de l'électro-aimant peut tourner autour de son axe horizontal grâce à une suspension appropriée et de manière à pouvoir utiliser l'une ou l'autre des branches. Pour permettre l'emploi de la branche dont le profil d'extrémité correspond à celui de la barre, on fixe, au moyen de vis, les pièces polaires aux montants des supports des électro-aimants. — L.-P.

621.345 + 622.913. — Moteurs triphasés Oerlikon à faible vitesse et à allure variable avec volants pour application aux pompes de mines. *Electrician*, 23 août 1918, t. lxxxi, p. 352-354, 1 000 mots, 7 fig ; 30 août 1918, p. 374-376, 1 000 mots, 6 fig.

621.349 : 78 99. — Dispositif électrique pour actionner tout instrument de musique à touches ; Marie Aresse (Italie). *Brevet français n° 486 415*, demandé le 9 août 1917, délivré le 8 janvier 1918, publié le 3 avril 1918, 2 400 mots, 5 fig. — Avec ce nouveau dispositif, au lieu d'actionner pneumatiquement les touches des instruments de musique automatiques à rouleaux ordinaires en papier perforé en correspondance des notes, on commande électriquement les marteaux qui frappent sur les touches. Ce dispositif consiste essentiellement en une série de tiges ou leviers conducteurs (en nombre correspondant aux touches de l'instrument). Chacun de ces leviers, actionné par un contact à ressort, ferme, lors du passage sous lui de la partie perforée du papier, un circuit électrique dans lequel est inséré un solénoïde, dont le noyau en fer actionne la touche correspondante de l'instrument. Lorsque le contact se trouve sur un plein du rouleau de papier, le circuit est interrompu. A l'aide de dispositifs spéciaux, dits appareils transformateurs, il est possible de faire varier sur un nombre quelconque de touches l'intensité du son ; dans un exemple cité dans le fascicule, on peut obtenir six tensions différentes pour l'alimentation des bobines des solénoïdes, en déplaçant convenablement une poignée placée sous les touches de l'appareil. Dans une forme modifiée de la précédente, on peut, en déplaçant convenablement deux poignées, alimenter toute une partie des bobines des solénoïdes à une tension

Digitized by Google

Digitized by Google

différente de celle de l'autre partie et, de plus, grâce à une troisième poignée, faire varier à volonté le groupe de bobines alimentées sous une tension déterminée. Il est ainsi possible d'obtenir les nuances voulues dans l'exécution d'un morceau. — E. P.

ÉCLAIRAGE

621.326.2. — Les courbes de répartition polaires de lampes symétriques ; J. Ondracek. *Elektrot. u. Maschinenbau*, 17 février 1918, p. 77-81 ; *Science Abstracts*, mai 1918, p. 206, 100 mots. — L'article propose l'emploi de la série de Fourier pour la détermination de la courbe polaire d'une source lumineuse émettant symétriquement autour de son axe. On mesure l'intensité dans cinq directions, soit, 0°, 30°, 45°, 60° et 90° avec l'horizontale, et avec les valeurs trouvées on calcule les cinq premiers coefficients de la série de Fourier, d'où l'on déduit l'intensité moyenne sphérique ou hémisphérique. — P.-V.

621.326.13. — Système de montage des pièces de contact pour pastille isolante de support de lampe électrique à incandescence ; Gérard Maug et Pane Stempert. *Brevet français n° 486477*, demandé le 17 août 1917, délivré le 15 janvier 1918, publié le 9 avril 1917, 450 mots, 9 fig.

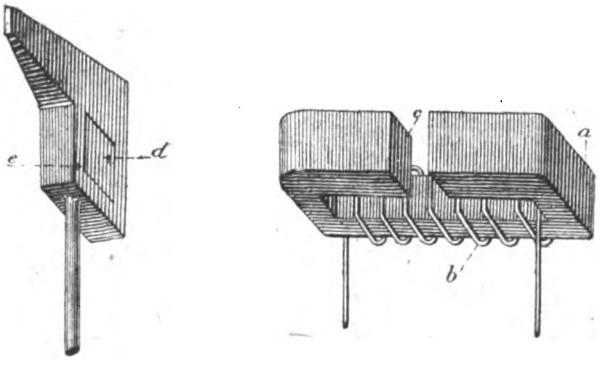
621.326. — Quelques faits intéressants relatifs au remplacement des lampes. *Electrical Review*, Londres, 7 juin 1918, t. LXXXII, p. 532-533, 1000 mots, 2 fig. — L'auteur montre par des graphiques intéressants que, pour toute installation nouvelle, le pourcentage des lampes à remplacer en fonction de la durée de fonctionnement de l'installation oscille d'abord fortement autour de la valeur moyenne relative au type de lampe envisagé. Ce n'est qu'après une durée de fonctionnement de plusieurs milliers d'heures que la proportion des lampes à remplacer dans l'installation garde une valeur constante et normale. — Ces points étaient intéressants à signaler. On pourrait, en effet, être amené à considérer un modèle de lampe comme défectueux si l'on n'envisageait que le nombre des remplacements qu'elle nécessite au bout d'un certain temps après son adoption, ou inversement. Pour un modèle de lampe ayant une durée moyenne de vie de 1 090 heures, il y aura une proportion élevée de remplacements à effectuer entre 1 000 et 1 400 heures après que l'installation aura été faite ; un nouveau maximum de remplacements, plus faible, vers 2 500 heures, un autre encore moins accentué vers 3 700 heures, etc. — A. B.

621.326.13. — Bague protectrice de lampes électriques ; Société Dauphinoise. *Brevet français n° 486282*, demandé le 13 septembre 1916, délivré le 28 décembre 1917, publié le 20 mars 1918, 900 mots, 12 fig. — Cette bague comporte 2 fentes que l'on engage sur les 2 tenons de la lampe à baïonnette, afin d'empêcher l'enlèvement de la lampe par rotation. La bague présente un manchon contenant un dispositif de fixation, de sorte qu'elle ne peut être enlevée qu'avec une clé spéciale. Ce dispositif comporte en outre un fil avec plomb de garantie. — J. C.

621.326. — Lampe électrique de poche ; Alfred Heinz et J.-M. Louis de Perrinelle Dumay. *Brevet français n° 485486*, demandé le 16 mai 1917, délivré le 19 octobre 1917, publié le 15 janvier 1918, 450 mots, 3 fig. — Il s'agit d'une lampe cylindrique dans laquelle l'allumage est commandé par rotation du couvercle. — J. C.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.365.54. — Elément de chauffage électromagnétique ; Société des moteurs Salmson (système Canton-Unné), (Seine). *Brevet français n° 483530*, demandé le 20 novembre 1916, délivré le 23 avril 1917, publié le 13 juillet 1917, 900 mots, 5 fig. — L'invention a pour objet d'utiliser l'élévation de température due aux courants de Foucault et à l'effet Joule, dans un circuit induit, le courant inducteur étant alternatif ou ondulé. L'élément de chauffage se compose d'une carcasse feuilletée en tôle mince a, formant un circuit coupé par un entrefer c et munie d'une bobine b dans laquelle passe le courant inducteur. L'objet à chauffer, soit un fer à souder, comme le représente la figure, se compose d'une



621.365.54. — Système de chauffage par courants induits dans la masse à chauffer. Cas d'un fer à souder.

masse en cuivre rouge e traversée par un noyau de fer doux d. Il suffit de placer cet objet dans l'entrefer c pour court-circuiter l'élément chauffant et provoquer ainsi un courant inducteur très intense, de même que des courants de Foucault dans le noyau de fer doux. L'élévation de température qui en résulte se répartit très rapidement dans toute la masse de l'objet à chauffer en raison de la grande conductibilité du métal employé.

COMBUSTIBLES

662.611. — L'échauffement du charbon emmagasiné ; C. M. Joung. *Am. Inst. Mining Eng.*, février 1918, p. 211-212 ; *Sc. Abstr.*, avril 1918, p. 135, 200 mots. — D'après des essais très étendus faits à l'Université d'Illinois, il résulte que les parties du tas dans lesquelles du poussier était présent dans une forte proportion ne contenaient pas suffisamment d'oxygène pour échauffer le charbon d'une manière sensible. La circulation d'un gaz dans ces parties est si difficile qu'en y amenant de l'oxygène il a été impossible de provoquer l'inflammation, même lorsque la température était assez élevée pour favoriser la circulation de l'air. Ceci montre qu'un moyen comparativement certain d'emmagasiner le charbon consiste à employer assez de poussier pour occuper les espaces aussi complètement que possible, et de tasser le charbon afin que la circulation d'air soit restreinte. Apparemment les conditions les plus dangereuses existent quand le charbon est en morceaux assez gros pour présenter une grande surface d'absorption, et en même temps quand il existe des espaces suffisants pour fournir l'oxygène nécessaire à l'échauffement. — P. V.

622.332(44). — Les ressources de la France en gisements de lignites. *R. G. E.*, 31 août 1918, t. IV, p. 323, 1000 mots. Reproduction d'une étude de P. Gouy parue dans le *Bulletin de la Chambre syndicale de la tourbe et du lignite*, mai-juin 1918.

621.436. — Le moyen de maintenir dans de bonnes conditions les installations de force motrice utilisant l'huile lourde ; Hartley L.-H. Smith. *Electric Railway Journal*, 15 juin 1918, t. LI, p. 1131-1133, 2625 mots, 1 fig. — Dans cet article l'auteur montre quelles sont les précautions à prendre pour tirer le meilleur parti des moteurs à huile lourde.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.2. — Electrisation par frottement ; J.-A. Mc Clelland et C.-J. Power. *Roy. Irish Acad., Proc.*, section A, avril 1918; *Science Abstracts*, section A, juin 1918, p. 272. — C'est une étude quantitative du sujet. On a fait varier la pression entre les surfaces frottantes, leur vitesse, leur température, l'état hygrométique de l'air et la pression de l'atmosphère ambiante. L'une des surfaces frottantes est constituée par un disque en bois creusé sur une des faces, avec de la soie ou de la toile tendue au-dessus du trou ; l'autre surface est une pièce métallique sphérique fixée à un levier de sorte que la pression du métal sur l'étoffe peut être changée à volonté. La surface métallique est réunie à une paire de quadrants d'un électromètre. Certains métaux tels que l'argent, le platine, le fer et le nickel se chargent négativement au contact de la soie, mais le cuivre devient positif. Au contact de la toile, le fer est positif, mais le nickel et le platine sont négatifs. Il convient de noter l'importance du poli de la surface métallique ; la même surface polie peut être positive, et, non polie, négative. On a trouvé que la charge négative de l'argent, du platine ou du fer frottés avec de la soie augmente en même temps que la vitesse de révolution du disque, tandis que la charge positive du cuivre croît jusqu'à un maximum constant pour toutes vitesses supérieures à 6 m : sec, quelle que soit la pression entre les surfaces. Cette différence d'attitude des deux classes de métaux peut être rattachée au fait observé qu'une augmentation de température tend à faire acquérir une charge négative au métal, car, de toute évidence, un accroissement de vitesse doit être accompagné par une élévation de température des surfaces frottantes. — La température des sphères métalliques était modifiée par une circulation d'eau ou de vapeur On a trouvé qu'une augmentation de température fait décroître la charge quand celle-ci est positive, mais l'augmente quand elle est négative. — Pour observer l'effet de changements hygrométriques de l'air, on a introduit l'appareil dans une boîte dont l'air fut d'abord desséché, puis ensuite humidifié lentement par un courant d'air saturé ; on a trouvé que, si le métal a une charge positive, cette charge croît jusqu'à un maximum élevé, tandis que l'humidité croît et décroît lentement ensuite si on continue à augmenter l'humidité. Mais si le métal a une charge négative, celle-ci croît plus lentement jusqu'à une valeur maximum qui demeure constante pour tout nouvel accroissement d'humidité. — Les auteurs ont introduit leur appareil dans une enceinte où ils ont fait le vide. A la pression la plus faible, soit 0,01 mm de mercure, la charge s'effectue très lentement, mais pour un métal chargé négativement, elle s élève rapidement à un maximum aigu pour une pression d'environ 0,1 mm et tombe alors plus lentement pour la pression la plus élevée employée, soit 0,8 mm. Dans le cas d'un métal chargé positivement l'accroissement est plus lent jusqu'à un maximum se produisant à 0,8 mm de vide pour le cuivre frotté avec de la toile, et 1,25 mm pour le fer frotté avec de la toile. Il apparaît que la pression à laquelle le maximum se produit est déterminée par la substance, étoffe ou métal, qui est chargée positivement. — Les auteurs n'ont donné aucune théorie de ces résultats. — P. V.

535.332. — Résolution électrique et élargissement des lignes de l'hélium ; T.-B. Merton. Communication à la *Royal Society* de Londres, le 16 mai 1918, résumée dans la *Revue générale des Sciences* du 15-30 septembre 1918, t. XXIX, p. 528. — L'auteur examine divers points : 1° l'élargissement des lignes de l'hélium par les décharges à étincelles condensées est tout à fait d'accord avec la résolution électrique des lignes ; 2° les composants isolés dans la résolution électrique, qui ont été enregistrés par Brunetti et par Takamine et Yoshida, ont été trouvés dans les lignes élargies ; 3° l'auteur explique le degré relatif d'élargissement des lignes dans le type « à arc » et le type « à étincelle », en supposant que les dernières agissent comme une sorte de soupape de sûreté pour les premières quand l'intensité de l'excitation devient très grande ; 4° il est possible que les « composants isolés » ne soient pas un produit direct de la résolution électrique, mais en réalité une extension du spectre de l'hélium, Deux de ces lignes représentent peut-être des lignes de séries de combinaison.

537 53. — Etude expérimentale de l'arc dans des gaz sous pression ; Mathiesen. *Electrician*, 27 septembre 1918, t. LXXXI, p. 451-452, 1500 mots, 2 fig. — Des essais très importants ont été effectués en Allemagne, pour étudier le fonctionnement de l'arc électrique entre électrodes de charbon à des pressions comprises entre 0,5 et 3 kg : cm² à 42 v dans l'oxygène puis à 60 v dans l'azote.

537.531. — L'absorption des rayons X par le cuivre et l'aluminium ; C.-M. Williams. Communication à la *Royal Society* de Londres, le 16 mai 1918, résumée dans la *Revue générale des Sciences*, du 15-30 septembre 1918, t. XXIX, p. 528. — L'auteur a étudié la relation entre les coefficients d'absorption de masse des rayons X dans Cu et Al et les longueurs d'onde respectives sur un intervalle de 0,431 à 0,637 U. A. Les rayons homogènes étaient produits par la méthode d'interférence, un cristal de sel gemme étant utilisé pour analyser un faisceau de rayons X engendré par un tube Coolidge ; toutes les précautions étaient prises pour obtenir un faisceau réfléchi consistant en une radiation pure. On a obvié à la variation d'intensité de la source en employant une chambre d'ionisation double. Au moyen de celle-ci, le faisceau réfléchi par le cristal était divisé en deux parties, dont l'une était employée pour étalonner les variations d'intensité de l'autre, sur laquelle se faisaient les expériences d'absorption. On a ainsi obtenu des résultats très approchés; les déterminations séparées ne diffèrent pas de plus de 1 pour 100. Les courbes représentant la relation entre les coefficients d'absorption et les longueurs d'onde présentent

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

des discontinuités ; celles-ci sont probablement en rapport avec la série J récemment découverte par Barkla. En ce qui concerne la relation approximative entre le coefficient d'absorption de masse μ/ρ et la longueur d'onde λ donnée par l'équation $\mu/\rho = a\,\lambda^n + C$, où a, n et λ sont des constantes, elle se vérifie bien dans le cas du cuivre en faisant $n = 5/2$ (conformément à la loi de la cinquième puissance d'Owen), tandis que les résultats pour l'aluminium ne concordent qu'avec $n = 3$.

538.79. — Sur une méthode permettant l'étude de l'état magnétique en un point du globe aux époques géologiques ; Paul L. Mercanton. *Archives des Sciences phys. et nat.*, Genève, 15 novembre 1917. Analysé dans la *Revue scientifique*, 31 août, 7-14 septembre 1918, t. LVI, p. 527, 600 mots. — L'auteur attire l'attention sur l'intérêt que présente l'étude systématique de l'aimantation naturelle des laves pour faciliter les recherches sur l'état magnétique au cours des âges anciens. Certaines laves, à la faveur des innombrables grains de magnétite dont elles sont pétries, prennent en se refroidissant dans le champ magnétique terrestre et à partir de la température de réapparition du magnétisme fort, une aimantation permanente notable. Elle est dirigée comme le champ lui-même quand la pâte est bien homogène et la température uniforme ; on pourra donc trouver par l'examen magnétométrique d'un échantillon repéré comme orientation géographique, la direction du champ terrestre à l'époque du refroidissement. Les contrôles ne sont pas toujours justes, les laves ne remplissant pas en général les conditions d'homogénéité ou ayant pu se déplacer par rapport à leur position initiale d'aimantation ; il importe donc de multiplier les expériences ; certaines recherches ont même donné des orientations tout à fait contraires.

612.014.421.2. — Les charges électriques des microbes et leur tension superficielle ; Pierre Girard et René Audubert. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 26 août 1918, t. CLXVII, p. 351, 1 400 mots. — Intéressante étude de l'action d'un champ électrique sur des microbes émulsionnés dans un bouillon de culture, de l'eau physiologique ou de l'eau sucrée.

MESURES ET ESSAIS

53(072)(42). — Le laboratoire national de Physique anglais. *Electrician*, 30 août 1918, t. LXXXI, p. 381-382, 1 200 mots ; *Electrician*, 6 septembre 1918, p. 394-395, 3 000 mots.

669.913.4. — L'essai des métaux au moyen des rayons X. *Electrical Review*, Londres, 27 septembre 1918, t. LXXXIII, p. 302, 300 mots. — La revue allemande « Stahl und Eisen » publie un article traitant de la nature physique, des propriétés et de la production des rayons X nécessaires à l'examen des métaux. Ceux produits, par exemple, par un tube de Coolidge à éclateur de 27-42 cm (équivalent à une différence de potentiel de 180 000 à 240 000 v) sont les mieux adaptés à ce genre d'application. On a pu déceler des soufflures dans des blocs d'acier de 10 à 12 cm d'épaisseur. L'examen visuel à l'écran fluorescent n'est possible qu'avec des feuilles de métal d'épaisseur ne dépassant pas 2 ou 3 mm. Des masses plus épaisses doivent être étudiées photographiquement avec l'aide d'un écran de tungstate de calcium mis en contact avec la pellicule. On préconise, au lieu de l'ordinaire bobine d'induction comme source d'énergie, l'emploi d'un transformateur pouvant donner jusqu'à 150 000 v. L'article donne encore des détails sur le mode opératoire. — P. V.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

627.1 (44). — La houille blanche dans le Massif Central : régime du Cher. Brochure, 21 cm × 13 cm, 19 p., éditée par la Chambre de Commerce de Montluçon-Gannat. Cette brochure contient un court rapport du président de la Chambre, M Guers, et deux notes de M. Morin professeur au lycée de Montluçon relatives aux évaluations des débits du Cher d'après les observations faites par lui pendant une période de 10 années.

627.1 (676). — La houille blanche dans l'Est-Africain anglais. *Electrician*, 27 septembre 1918, t. LXXXI, p. 458, 1 500 mots.

532.58. — Coups de bélier dans les conduites formées de deux tronçons de diamètres différents ; Comte de Sparre. *Bulletin spécial n° 2 de la Société hydrotechnique de France*, 1918, p. 3-85. — Dans cet important travail l'auteur expose d'un jet l'ensemble des diverses publications faites par lui soit dans des communications à l'Académie des Sciences, soit dans des articles parus ici même. Il est divisé en dix chapitres. Les quatre premiers sont consacrés au cas d'une *conduite formée de deux tronçons de diamètres différents* : l'auteur y calcule le coup de bélier à la vanne, le coup de bélier à la jonction des deux tronçons, puis envisage les phénomènes résultant d'une fermeture brusque totale et étudie ce qui a lieu dans l'hypothèse où la durée de propagation est la même pour les deux tronçons. Le cas d'une *conduite de diamètre constant mais à indice variable*, vient ensuite ; celui d'une *conduite formée de trois tronçons de diamètres différents* forme la matière des 5 derniers chapitres, à l'exception toutefois du chapitre VII où, comme cas limite du précédent, l'auteur revient sur celui d'une conduite de diamètre constant mais à indice variable.

621.165. — Les avantages des hautes pressions et de la surchauffe ; Eskil Berg. *Electrical Review*, Chicago, 21 septembre 1918, t. LXXIII, p. 444-447, 2 000 mots, 3 fig., 3 tab. — L'auteur s'attache à montrer l'augmentation de rendement réalisable dans l'exploitation de turbines, du fait de l'augmentation de la surchauffe et de la pression. Il donne en particulier une méthode simple de calcul de l'énergie disponible contenue dans la vapeur et l'applique à un exemple numérique. Les tableaux contenus dans l'article donnent, le premier, les consommations de vapeur par kw : h aux pressions, surchauffes et vides usuels ; le second le gain en combustible réalisé par l'accroissement de la pression, et le troisième l'effet de la surchauffe pour un fonctionnement à une pression et un vide donnés. — P. V.

621.165. — Le diagnostic et la correction des causes d'un vide défectueux ; Le H. Smith. *Electric Railway Journal*, 21 septembre 1918, t. LII, p. 500-504, 6 750 mots. — Voici quelques points traités par l'auteur : relation entre un vide élevé et l'économie de fonctionnement d'une turbine ; la charge de la turbine affecte le vide ; ce qu'on peut attendre du condenseur ; importance de la température d'entrée de l'eau de circulation ; importance de la quantité d'eau de circulation dans le condenseur ; causes du manque d'eau de circulation. — P. V.

621.165.00.46. — Destruction d'une turbine à vapeur de 35 000 kw. *Electrical Review*, Londres, 4 octobre 1918, t. LXXXIII, p. 320-321, 1 500 mots, 2 fig. — Dans cet article sont décrites en détail les circonstances de l'accident survenu le 1er août dernier à une turbine de 35 000 kw, 1 500 t : min. de la station du Northwest de la Commonwealth Edison Co. de Chicago, accident qui provoqua la destruction presque complète de la machine. Au moment où l'accident se produisit, on venait de couper la charge de l'alternateur pour faire le nettoyage du condenseur et le personnel se disposait à faire, comme d'habitude une fois par mois, un essai d'emballement pour éprouver le dispositif d'arrêt automatique. — P. V.

621.187.3. — Dispositif électrolytique Cumberland pour prévenir la corrosion des chaudières. *Electrician*, 13 septembre 1918, t. LXXXI, p. 419, 1 000 mots, 1 fig.

Digitized by Google

Digitized by Google

621.181. — Ventilateurs pour une batterie de chaudières tubulaires à la station centrale de Bristol. *Engineering*, 2 août 1918, t. CVI, p. 126, 1 000 mots, 13 fig. — Une planche donne les vues complètes de la batterie de chaudières nouvellement installée dans cette usine; chaque chaudière a une surface de chauffe de 500 mètres carrés et fournit de la vapeur à la pression de 14 kg : cm² et la surchauffe à 93° C; la chauffe est automatique avec grilles mobiles à chaînes, la surface de grille de chacune des chaudières est de 11 mètres carrés. Les quatre chaudières sont disposées par paires et chaque paire est munie d'un économiseur ayant chacun 288 tubes de 3,35 m de longueur. Chaque chaudière est desservie par un ventilateur de 1,40 m pour tirage induit; une figure dans le texte en donne la disposition générale. Les deux ventilateurs évacuent dans la même cheminée séparée en deux parties par une cloison. Les ventilateurs sont disposés au-dessus de l'économiseur mais permettent le démontage de ce dernier; chaque ventilateur est actionné par un moteur de 60 ch à vitesse variable. La chaudière est capable de supporter des surcharges importantes; elle a pu vaporiser 46 kg d'eau par mètre carré de surface de chauffe; cette capacité aurait pu être augmentée, mais la surface de la grille aurait été insuffisante. Le rendement maximum de la chaudière est obtenu pour une vaporisation de 29 kg d'eau par mètre carré de surface de chauffe. — E. B.

621.312.26. — Particularités se présentant dans la réluctance d'un entrefer; W. Carter. *Electrician*, 6 septembre 1918, t. LXXXI, p. 400-401, 1 800 mots, 3 fig.

537.511. — Courbes de la différence de potentiel dans le secondaire des bobines d'induction; Taylor Jones. *Electrician*, 30 août 1918, t. LXXXI, p. 376-378, 3 200 mots, 7 fig.; 6 septembre 1918, t. LXXXI, p. 396-397, 2 000 mots, 6 fig.; 13 septembre 1918, t. LXXXI, p. 416-418, 4 000 mots, 2 fig.; — Cet article débute par l'examen de la formule théorique qui donne la valeur de la différence de potentiel dans le secondaire des bobines d'induction. Il montre ensuite la relation qui existe entre la valeur de la capacité du primaire et la différence de potentiel secondaire. Des courbes établies d'après des résultats calculés et des résultats trouvés par l'expérience montrent les écarts qui existent entre ces valeurs.

621.314.5. — Appareillage système Snook pour l'obtention de courants redressés à très haute tension; Russel et S. Wright. *Electrician*, 4 octobre 1918, t. LXXXI, p. 479-480, 1 000 mots, 4 fig. — En principe, l'appareil consiste à caler sur l'axe d'une commutatrice un disque isolant de grand diamètre et portant des segments conducteurs sur sa périphérie. Un transformateur élévateur alimenté par les bagues de la commutatrice fournit des courants alternatifs de tensions de l'ordre de 100 000 v aboutissant à des segments voisins du disque. Les connexions établies par le disque entre ces segments et d'autres isolés sont telles que l'on recueille des courants de même sens pouvant être utilisés pour les rayons X, l'électroculture ou la précipitation des fumées.

621.315.100 12. — Le calcul des lignes à courants triphasés et à courant alternatif simple; R. Dick. *Electrician*, 20 septembre 1918, t. LXXXI, p. 439-441, 2 000 mots, 3 fig.; 27 septembre 1918, p. 459-461, 3 000 mots.

537.313. — Calcul direct de la résistance d'un nombre quelconque de conducteurs associés en parallèle; E. Haudié. *R. G. E.*, 31 août 1918, t. IV, p. 297, 600 mots, 2 fig. — Dans cette note l'auteur rappelle un mode simple de calcul graphique. Elle complète une note sur un abaque publié par M. Castex dans la « R. G. E. » du 23 mars pour le calcul de la résistance d'un ensemble de conducteurs en parallèle, qui a déjà donné lieu à la publication, dans le numéro du 29 juin, de deux notes de M. Zoretti et de M. Béthenod.

621.315.14. — Quelques points pratiques du montage et de l'étayage des poteaux et des tours; Ch.-R. Harte. *Electric Railway Journal*, 21 septembre 1918, t. LII, p. 490-494, 5 000 mots, 11 fig. — Ces points concernent surtout la mise en place des poteaux et des tours en terrain marécageux et celle des tours en acier de différents types. — P. V.

691.15. — La question des bois pour poteaux; Ernest F. Hartman. *Electrical World*, 28 septembre 1918, t. LXXII, p. 590-591, 4 000 mots, 1 fig. — L'auteur prétend que la vie d'un poteau peut être pratiquement doublée par un traitement convenable sans interruption dans le service, et que le dépérissement peut même être complètement enrayé alors même que la décomposition a atteint un degré avancé. Il développe des méthodes diverses de traitement et décrit quelques cas particuliers vécus. — P. V.

537.35. — Dépolarisation d'une pile Leclanché; F.-E. Hackett et R.-J. Feely. *Roy. Dublin Soc., Proc.*, mars 1918; *Science abstracts*, section A, juin 1918, p. 277. — L'article décrit particulièrement les courbes de dépolarisation de la pile Leclanché. Les courbes de chute de tension varient quelque peu, mais celles de dépolarisation furent toujours trouvées semblables. La différence de potentiel due à un changement dans la concentration de l'électrolyte est faible. La partie de la courbe de dépolarisation qui monte rapidement doit être due à un surplus d'ions sur ce qui est nécessaire pour l'équilibre. Les conditions existantes ressemblent à celles d'un gaz ionisé en présence d'une électrode; il semble aussi que la dépolarisation peut suivre une loi telle que $\frac{\partial P}{\partial t} = -aP^2$, dans laquelle l'expression P serait prise dans la partie de la dépolarisation due à un excès d'ions. Cette relation conduit à la suivante :

$$(V_s - V)^{-1} = at + (V_s - V_0)^{-1},$$

dans laquelle $V_0 =$ la force électromotrice initiale à l'instant de l'ouverture du circuit; $V =$ la force électromotrice de la pile à un instant quelconque; $V_s =$ la valeur presque stationnaire de la force électromotrice, et $P = V_s - V$. Les résultats obtenus donnèrent une relation satisfaisante de cette espèce. Des expériences furent aussi effectuées avec une pile étalon Weston. — P. V.

621.355. — Sur la fonction du sulfate de baryum dans les accumulateurs au plomb; O. Scarpa. *Elettrotecnica*, 25 septembre 1918, t. XXII, p. 371-372, 1000 mots.

STATIONS ET RÉSEAUX

621.311.21(73). — La nouvelle usine hydro-électrique de la Montana Power Co (Etats-Unis); W.-A. Scott. *Electrical Review*, Chicago, 28 septembre 1918, t. LXXIII, p. 487-490, 2 500 mots, 2 fig. — La nouvelle usine, située à Holter, est parmi les plus grandes des 12 usines hydro-électriques de la compagnie; elle a une puissance de 48 000 kv-a qu'on espère être utilisés complètement dans un an, principalement pour les industries minières et métallurgiques et pour des chemins de fer électriques. Les quatre groupes sont chacun de 13 500 ch, tournant à 150 t : min, sous une chute de 29 m; ce sont des turbines Francis, à axe vertical. L'article décrit complètement toute la station; il se continuera dans un prochain numéro. — P. V.

621.311.22(73). — Nouvelle turbine de l'usine de Commonwealth; Johnson. *Electrician*, 4 octobre 1918, t. LXXXI, p. 475-477, 2 500 mots. 2 fig., 11 octobre 1918, t, LXXXI, p. 490, 1 500 mots. — Description d'une unité de 30 000 kw pouvant éventuellement en fournir 37 000.

621 311(73). — La nouvelle station centrale de 100 000 kw de Cincinnati. *Electrical Review*, Chicago, 21 septembre 1918, t. LXXIII, p. 439-441, 1 400 mots, 5 fig. — C'est le second article de la monographie de cette importante usine (voir

Digitized by Google

Digitized by Google

Electrical Review, Chicago, 14 septembre 1918, p. 397-400). Le précédent avait décrit les salles de chauffe; celui-ci traite de la salle des machines et de l'appareillage électrique. L'usine est équipée avec deux turbines Curtis de 25 000 kw, alternateurs triphasés, 13 200 v, 60 p : sec. — P. V.

621.311(47). — La production de l'électricité à Archangel. *Electrical Review*, Londres, 27 septembre 1918, t. LXXXIII, p. 293-295, 3 500 mots, 2 fig. — Cet article, tiré de *Elektrichestvo* fait un rapide historique de l'état des trois usines électriques de la ville et décrit la nouvelle usine municipale créée pour remplacer les précédentes ; elle a été prévue pour une puissance de 1 500 kw, 3 300 v, 50 p : sec ; rappelons en passant qu'en 1914 la population s'élevait à 45 000 habitants. La salle des chaudières contient deux chaudières « Harbe » de 225 m² de surface de chauffe chacune, pourvues d'économiseurs Green de 168 m² de surface de chauffe, et de surchauffeurs Sulzer de 93 m² de surface de chauffe. Chaque chaudière peut fournir 9000 kg de vapeur par heure. L'alimentation des chaudières est effectuée par une pompe à commande électrique et par une turbo-pompe de 30 et 40 ch respectivement. Les eaux d'alimentation sont empruntées à la rivière Dwina et purifiées dans un appareil Zeifert. La partie électrique comporte trois turbo-générateurs triphasés, du type à impulsion, tournant à 3000 t : min, de 500 kw chacun ; leur consommation garantie est de 7,3 kg de vapeur par kilowatt-heure à pleine charge, avec facteur de puissance égal à un, la vapeur étant surchauffée à 300° et travaillant à la pression de 12 kg : cm² et un vide de 93 pour 100. L'article donne une foule d'autres détails sur le réseau de distribution tant souterrain qu'aérien, les tableaux, etc. L'une des figures représente le plan de la ville ; l'autre le type de pylône adopté, étant donné l'état marécageux du terrain. — P. V.

621.316.23. — Les sous-stations extérieures; J.-T. Bronson. *General Electric Review*, septembre 1918, t. XXI, p. 640-651, 2 500 mots, 22 fig. — La pratique de ce genre de sous-stations en plein air a permis une plus grande extension des réseaux de distribution dans des contrées où les prix d'établissement des bâtiments et les dépenses d'entretien et de salaires de personnel eussent été prohibitifs. — Dans son article l'auteur expose ce que doit comporter une sous-station extérieure et il décrit des types divers avec leur équipement; son travail se termine par des courbes montrant les prix comparés par kilowatt de sous-stations extérieures de diverse importance. De nombreux schémas de connexion et de construction illustrent l'article. — P. V.

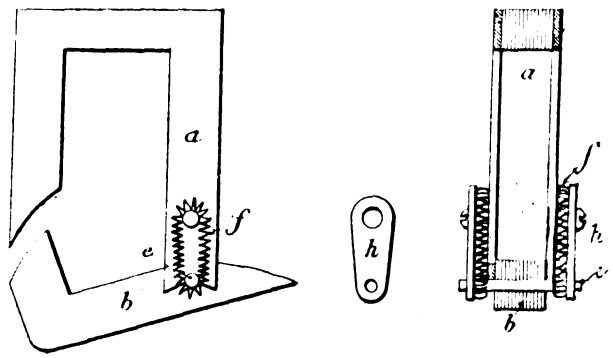
621.316.23. — Les sous-stations extérieures et la guerre; E.-B. Meyer. *Electrical World*, 21 septembre 1918, t. LXXII, p. 537-541, 3 600 mots, 9 fig. — L'article est une nouvelle contribution à l'étude de l'équipement des sous-stations à l'air libre; il s'illustre de plusieurs schémas de montage et de disposition de l'appareillage et de photographies très intéressantes. — P. V.

621.316.24. — La plus grande sous-station transportable existante ; B.-H. Lytle. *Electric Railway Journal*, 15 sept. 1918, t. LII, p. 467-468, 1 500 mots, 6 fig. — La possession d'une sous-station transportable permet de secourir immédiatement une sous-station défaillante ou tout au moins d'aider une sous-station pendant une période de surcharge momentanée. Celle décrite dans l'article appartient à la compagnie américaine The Long Island Railroad ; elle est équipée avec une commutatrice de 1 500 kw, 650 v en courant continu, 25 périodes. La tension des lignes est de 11 000 v ; les transformateurs sont monophasés, isolés à l'huile. La difficulté consistait à réunir cet important matériel sur une plate-forme de wagon de 11,50 m de longueur et 3 m de largeur. L'article décrit en détail la disposition adoptée; il s'accompagne de photographies et d'un schéma de cette disposition dans le wagon. — P. V.

621.317.8. — La tarification de l'énergie d'après les conditions de la charge ; Augusto Pugliese. *Elettrotecnica*, 15 août 1918, t. XXII, p. 314-315, 1100 mots, 1 fig.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

538.332. — Articulation à charnière entre un électro-aimant à courant alternatif et son armature; Société anonyme Brown, Boveri et Cie, résidant en Suisse. *Brevet français n° 483 831*, demandé le 14 décembre 1916, délivré le 18 mai 1917, publié le 14 août 1917, 450 mots, 2 fig. — Dans les électro-aimants à courant alternatif qui sont munis d'une armature pouvant osciller au moyen d'une sorte de charnière, il suffit du léger jeu laissé à l'axe d'oscillation de l'armature dans ses logements ou résultant de l'usure



538.332. — Dispositif destiné à supprimer le bourdonnement des électro-aimants à charnière excités par courant alternatif.

pour provoquer un bourdonnement de l'électro-aimant. La présente invention a pour but d'éviter ce bourdonnement. A cet effet, l'inventeur fait appuyer l'axe d'oscillation e de l'armature b contre sa portée sur le corps fixe a de l'électro-aimant au moyen d'un organe élastique tendu tel qu'un ressort à boudin f enroulé en anneau continu comme le montre la figure. Un dispositif de sûreté, formé de deux plaquettes h fixées d'une part au corps fixe de l'électro-aimant, et d'autre part à l'armature, empêcherait cette dernière de tomber si l'un des ressorts venait à se rompre.

621.313.22. — Sur les oscillations pendulaires propres des machines synchrones ; Cesare della Salda. *Elettrotecnica*, 5 septembre 1918, t. XXII, p. 342-344, 3 400 mots.

621.313.23. — Sur la marche des moteurs synchrones polyphasés à vitesse moitié de celle du synchronisme : Alberto Dina. *Elettrotecnica*, 5 août 1918, t. XXII, p. 307, 1000 mots.

621.313.1. — Dispositif électrique et mécanique de moteurs à courant continu ; G. Paratore. *Brevet français n° 486 394*, demandé le 7 août 1917, délivré le 8 janvier 1918, publié le 28 mars 1918, 720 mots, 1 fig. — L'invention vise une disposition spéciale permettant l'application de deux moteurs de puissances différentes à la commande d'un même arbre. — J. C.

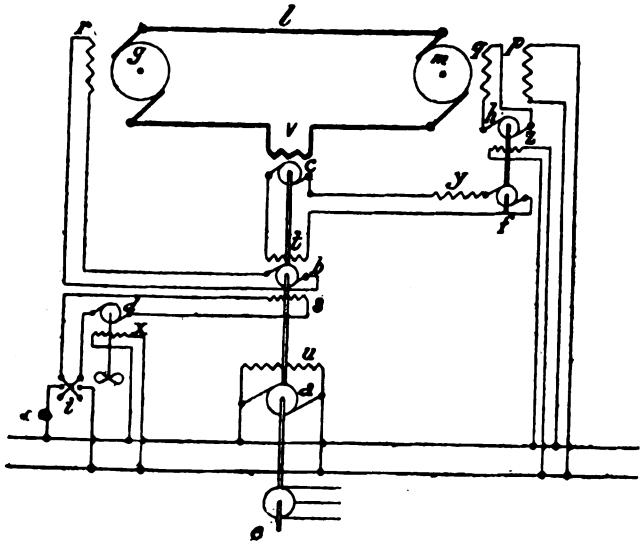
621.313.1 : 621.67. — Le choix d'un moteur à courant continu pour l'entraînement des pompes centrifuges ; C.-P. Royce. *Electrical Review*, Chicago, 21 septembre 1918, t. LXXIII, p. 462, 150 mots. — On préconise souvent l'emploi de moteurs shunt pour ce genre de service à cause du faible couple au démarrage nécessité; le couple exigé par cette sorte de pompes au démarrage est si faible que les caractéristiques de démarrage du moteur sont d'importance relativement mince. On a constaté, cependant, que la régulation de la vitesse et autres caractéristiques de fonctionnement du moteur compound s'adaptent mieux à ce genre de service ; mais comme les moteurs compound commerciaux ont un

Digitized by Google

Digitized by Google

enroulement série d'une importance égale à 20 pour 100 du champ total, avec une chute de vitesse entre la marche à vide et la pleine charge s'étendant de 15 à 20 pour 100, il conviendrait, pour la commande des pompes centrifuges, d'atteindre une régulation de vitesse plus serrée. On peut recommander un enroulement série de 10 pour 100 seulement. — P. V.

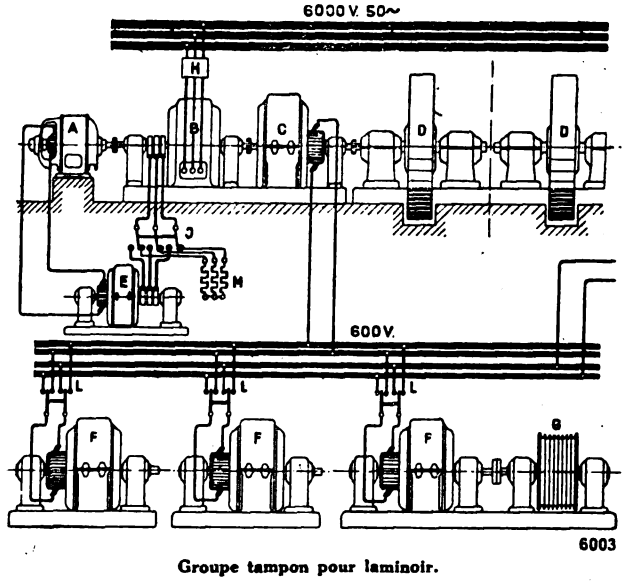
621.346 : 621.944. — Perfectionnements aux machines électriques pour laminoirs à renversement de marche; Société anonyme Brown-Boveri et Cie. *Addition n° 20 509 au brevet français n° 485 314*, pris le 26 avril 1917, demandée le 7 juin 1917, délivrée le 22 janvier 1918, publiée le 8 mai 1918, 300 mots, 1 fig. — Le schéma de principe modifiant celui du brevet principal est représenté par la figure 1. Il diffère de ce dernier en ce que l'enroulement d'excitation t antagoniste pour la machine b, au lieu d'être monté en parallèle avec l'induit de la machine c, est connecté en série dans le circuit y f alimenté par cette



621.346 : 621.944. — Schéma des connexions pour laminoirs à renversement de marche.

machine. L'effet démagnétisant produit par l'enroulement t est encore, avec cette disposition, sensiblement proportionnel au courant principal traversant l'enroulement inducteur v de la machine C. Sur la ligne d'arbres du groupe auxiliaire f h, on a ajouté un frein disposé à la manière de ceux qu'on emploie avec les moteurs de levage des ponts roulants. On provoque ainsi l'arrêt de ce groupe quand le courant traversant le moteur f est nul ou voisin de zéro; on cale de plus un volant sur la ligne d'arbres du groupe f h de manière à obtenir le moment d'inertie le plus favorable. — E. P.

621.346 : 621.944. — Le tamponnage au moyen de volants (commande des laminoirs). *Revue B. B. C.*, novembre 1916, t. II, p. 178, 800 mots, 1 fig. — Description des commandes électriques de trois trains de laminoirs aux usines de la « Sociedad material para ferrocarriles y construcciones de Barcelona ». On a adopté le système de tamponnage en série. Les conditions à remplir sont les suivantes : la puissance prise au réseau ne doit pas s'écarter de plus de 10 pour 100 de la puissance moyenne d'une période de laminage, le cos φ doit rester égal à 1. Pour les réaliser, on a construit deux groupes convertisseurs à volant comportant chacun (fig. 1) un moteur auxiliaire A, un moteur principal B et une génératrice C transformant le courant triphasé du réseau en courant continu. Les trains de laminoirs sont actionnés par des moteurs compound alimentés en couplage Léonard. Deux des trois trains au plus fonctionnent simultanément. Pour pouvoir régler séparément deux moteurs de laminoirs alimentés en couplage Léonard on a disposé les convertisseurs en deux groupes identiques; ce dispositif augmente la sécurité de service et



Groupe tampon pour laminoir.

A Moteur auxiliaire
B Moteur principal
C Génératrice à courant continu
D Volant
E Commutatrice
F Moteur d'actionnement du laminoir
G Poulie à gorge
H Tableau de distribution
I Commutateur pour le rotor
L Commutateur pour le moteur
M Résistance de démarrage

permet une vitesse de 1 000 t : min pour les groupes convertisseurs. Chaque moteur asynchrone du groupe convertisseur est muni d'un dispositif de réglage sans pertes par commutatrice, qui améliore le rendement total de l'installation et permet d'obtenir une compensation parfaite du facteur de puissance.

621.883. — Le rivetage pneumatique. *Electrician*, 23 août 1918, t. LXXXI, p. 357, 400 mots.

621.349 : 666.94. — Système de commande de moteurs de fabriques de ciment; William-H. Easton. *Electrical Review*, Chicago, 28 septembre 1918, t. LXXIII, p. 490-491, 1 600 mots, 3 fig. — L'article décrit, en particulier, le système de commande d'un groupe de 11 moteurs, neuf de 150 ch, 2 200 v à cage d'écureuil et deux de 250 ch, 2 200 v, cage d'écureuil, axe vertical. Le contrôle possède les caractères suivants : tous les moteurs sont commandés d'un seul point; autant qu'il est possible, l'appareillage de démarrage est employé par tous les moteurs en commun; ce qui réduit le prix de premier établissement; n'importe quel moteur peut être coupé de la sous-station à l'usine; la machinerie et le personnel sont protégés de la façon la plus complète. Trois photographies illustrent l'article. — P. V.

621:346 : 674.05. — Machine abatteuse-billonneuse électrique pour le sciage et l'abatage des bois; M. Jean-Marie Pioche (France). *Addition n° 20 513 au brevet français n° 469.995*, demandée le 15 juin 1917, délivrée le 22 janvier 1918, publiée le 8 mai 1918, 800 mots, 4 fig. — Cette machine, représentée schématiquement par la figure 1 comporte un outil (scie circulaire) actionné par un moteur électrique au moyen de la poulie 21, d'un arbre 17, d'un carter 30 contenant les engrenages coniques nécessaires pour transmettre le mouvement à l'arbre logé dans le man-

Digitized by Google

Digitized by Google

chon 31 et aux engrenages contenus dans le carter 32 (fig. 2). L'ensemble du carter 30 et du manchon 31 peut tourner dans un plan vertical autour de l'arbre 17 et se déplacer transversalement par rapport à lui. Le déplacement transversal peut s'effectuer au moyen d'un arbre fileté 52 et d'un écrou rendu solidaire de la partie mobile, le déplacement dans le plan vertical se fait au moyen d'une crémaillère en demi-cercle actionnée par un pignon 58 calé sur l'arbre 56; le pignon peut se déplacer longitudinalement sur cet arbre

Fig. 1

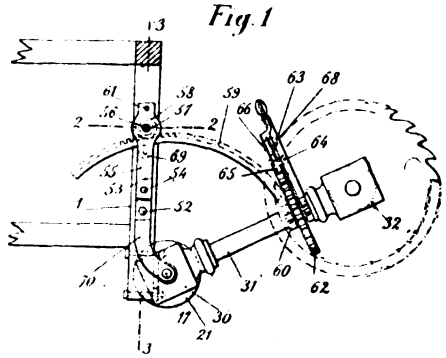
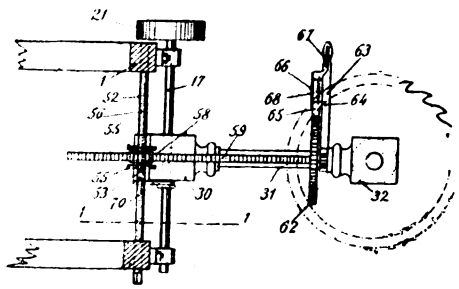


Fig. 2



621 346 : 674.05.— Machine abatteuse-billonneuse pour le sciage et l'abatage des bois.

au moyen d'une rainure pratiquée dans l'arbre et d'une languette portée par le pignon. L'outil peut être orienté au moyen d'un dispositif simple. Une roue dentée 62 est calée sur le manchon 31. La boîte du carter 32 peut tourner librement autour de l'axe de ce manchon, elle n'est plus serrée sur ce dernier par la fixation dans une position quelconque (brevet principal), mais peut être calée sur la roue dentée par l'intermédiaire d'un levier 63 auquel est articulé en 64 un chien 65 portant une denture qui vient en prise avec celle de la roue 62. — E. P.

621.344. — Le transporteur électrique portatif système Jones. *Electrician*, 20 septembre 1918, t. LXXXI, p. 436-437, 1 000 mots, 6 fig.

621.344. — Une grue électrique de 431 t. *American Machinist*, 21 septembre 1918; *Electrical Review*, Londres, 27 septembre 1918, t. LXXXIII, p. 302, 400 mots. — Description complète de cet engin, le plus grand actuellement existant, construit dans les ateliers de la Alliance Co, de Alliance, Ohio (Etats-Unis). Le crochet principal peut élever 336 t, les deux autres 90 et 5 t. Deux moteurs de 220 ch servent à la manutention de la charge du grand crochet; l'appareil complet est porté par 32 roues; il se déplace à l'aide de deux moteurs de 50 ch, transmettant leur puissance à huit roues motrices. — P. V.

621.344. — Grue électrique montée sur camion. *Electrician*, 20 septembre 1918, t. LXXXI, p. 441, 200 mots, 1 fig.

621.345. — L'électricité dans l'exploitation des mines de houille; Frank HUSKINSON. *Electrical Review*, Chicago 28 septembre 1918, t. LXXIII, p. 494-495, 1 550 mots. — C'est le dernier d'une série d'articles traitant des applications de l'électricité tant au jour qu'au fond. Il traite principalement de la signalisation par cloches, lampes et relais et de l'emploi du téléphone. Tous ces articles envisagent les questions d'un point de vue essentiellement pratique. — P. V.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33 + 627.1 (45). — La traction électrique et l'équipement des forces hydrauliques en Italie. *Elettrotecnica*, 15 juillet 1918, t. XXII, p. 270-277, 7800 mots, 2 fig.

621.33 + 627.1 (45). — La traction hydro-électrique en Italie. Emilio BELLONI. *Elettrotecnica*, 5 septembre 1918, t. XXII, p. 344-346, 2 300 mots.

621.33 (82). — La traction électrique sur le Central Argentine Railway. *The Tramway and Railway World*, 17 octobre 1918, t. XLIV, p. 217-222, 2000 mots, 6 fig. — Cette importante Compagnie qui dessert tout le nord de l'Argentine entre Tuouman, Cordoba et Rio Quarto à l'ouest, et Santa-Fé, Rosario et Buenos-Aires doit électrifier complètement 160 km de lignes de banlieue dont une trentaine de kilomètres déjà exploités électriquement entre Buenos-Aires et Tigre sur la rivière Las Conchas en passant par Victoria. Le projet complet comporte une centrale de 15000 kw, 92 km de câbles à haute tension, quatre sous-stations et l'équipement électrique de 160 km de voie simple. La puissance est produite sous forme de courant triphasé à 20000 v, 25 p : sec; les sous-stations le transforment en courant continu à 800 v alimentant les moteurs de traction au moyen d'un troisième rail. Tout le matériel est de construction anglaise. L'article décrit en détail la centrale (salle des chaudières, manutention du charbon et des cendres, salle des machines); il aura une suite que nous signalerons en temps opportun. — P. V.

621.333. — Moteur de tramway ventilé; DICK, KERR et Cie. *Electrician*, 6 septembre 1918, t. LXXXI, p. 403-404, 900 mots, 1 fig.

621.311.74. — Interrupteurs à coupure rapide des chemins de fer électriques de Chicago, Milwaukee and Saint-Paul; C.-H. HILL. *General Electric Review*, septembre 1918, t. XXI, p. 623-626, 3000 mots, 5 fig. — Ces appareils, de caractéristiques inaccoutumées, fonctionnent avec une vitesse telle qu'ils arrêtent l'afflux de courant produit par un court-circuit avant qu'aucun dommage puisse atteindre les machines génératrices, leur vitesse de fonctionnement étant de l'ordre de quelques millièmes de seconde. Beaucoup de compagnies de traction avaient adopté la pratique d'étendre les feeders à quelque distance des sous-stations avant de les brancher aux fils de trolley dans le but d'insérer ainsi une certaine résistance entre la sous-station et le point de branchement; il était évident que, si on pouvait créer un procédé pour protéger les génératrices contre les courts-circuits, son emploi permettrait de brancher les feeders directement au trolley à la sortie de la sous-station; d'où économie de feeders et annulation des pertes dans ces mêmes feeders. Les investigations du Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Ry le conduisirent à montrer qu'un tel appareil de protection devait fonctionner en un temps plus court que celui nécessité par une lame du collecteur pour passer d'une ligne de balais à l'autre, c'est-à-dire moindre qu'une demi-période de la génératrice considérée. Dans chaque sous-station, les interrupteurs à coupure rapide sont connectés dans le circuit de retour négatif, entre la terre et la

Digitized by Google

Digitized by Google

barre négative; ils sont solidaires des coupe-circuits ordinaires et verrouillés avec ces derniers, de telle manière qu'ils doivent toujours être fermés avant ceux-ci. La compagnie dont il s'agit en a en service depuis presque deux ans pour la protection de quatorze sous-stations à 3 000 v, côté continu. L'article en donne une description complète, illustrée de photographies, d'un schéma et d'un oscillogramme montrant comment opère l'appareil. — P. V,

621.333. — Application rationnelle des principes de l'art de l'ingénieur dans le choix des moteurs de traction; C.-W. Squier. *Electric Railway Journal*, 21 septembre 1918, t. LII, p. 505-508, 4000 mots, 14 fig., 2 tab. — L'auteur, partant de la considération d'un certain nombre de courbes relatives à des types de moteurs particuliers, détermine quels sont ceux qui conviennent à un service donné. — P. V.

621.335. — Modification au rhéostat liquide des locomotives électriques; Andrea Caminati. *Rivista tecnica ferr. italiane*, 15 août 1918, t. XIV, p. 83-85, 1800 mots.

625.144. — Le sous-sol et sa relation importante avec la construction des voies; R.-C. Cram. *Electric Railway Journal*, 21 septembre 1918, t. LII, p. 495-498, 4000 mots, 11 fig., 2 tab. — L'auteur analyse le développement de la pose des voies depuis le début de la traction électrique; il estime, d'ailleurs, que la voie moderne date de l'électrification des voies ferrées. Il explique pourquoi le sous-sol et un drainage important sont les facteurs principaux de la construction des voies. — P. V.

629.113. — Quelques effets probables de la guerre sur l'industrie de l'automobile. *The Tramway and Railway World*, 17 octobre 1918, t. XLIV, p. 255-256, 3000 mots. — C'est la reproduction du discours d'ouverture de la dernière session de l'Institution of Automobile Engineers, prononcé par M. A. Remington, président. A retenir les deux parties importantes concernant la normalisation et les laboratoires de recherche; à propos de ceux-ci, en particulier, il suggère quelques problèmes importants qui méritent d'être étudiés aussitôt la guerre finie. — P. V.

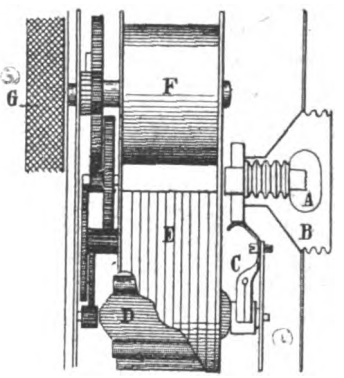
ÉCLAIRAGE

621.326. — La lumière solaire artificielle dans les diverses industries; M. Luckiesh. *Electrical World*, 28 septembre 1918, t. LXXII, p. 596-598, 3200 mots. — La lumière artificielle ordinaire est de qualité très différente de la lumière solaire; c'est ce qui empêche certaines industries de fonctionner à plein rendement par le travail de nuit; ces temps derniers on a mis sur le marché des lampes dont la lumière a les différents aspects de la lumière solaire selon les contrées où elles doivent être employées. L'auteur passe en revue les différentes industries qui pourraient employer avantageusement ces sortes de lampes. — P. V.

621.324 : 621.7. — Les nouveaux ateliers de fabrication de matériel d'éclairage de la Benjamin Electric C°. *Electrician*, 27 septembre 1918, t. LXXXI, p. 456-457, 1 200 mots, 3 fig.

622.49. — Perfectionnements aux lampes de sureté électriques; Société anonyme d'éclairage et d'applications électriques. *Brevet français 486 435*, demandé le 11 août 1917, délivré le 11 janvier 1918, publié le 3 avril 1918, 850 mots.

621.326. — Lampe électrique de poche à magnéto; Auguste-Anatole Léon (France). *Brevet français n° 484 848*, demandé le 20 mars 1917, délivré le 21 août 1917, publié le 13 novembre 1917, 400 mots, 3 fig. — Cette lampe de poche est essentiellement caractérisée en ce que le courant susceptible de porter à l'incandescence le filament de la lampe est produit par une magnéto dont l'induit est actionné par un ressort, en spirale ou autre, que l'opérateur bande au moment d'utiliser la lampe. La figure 1 représente une élévation longitudinale de cette lampe de poche à magnéto. A est une lampe à incandescence montée à l'intérieur d'un réflecteur B; le courant de la magnéto est amené à la lampe A par le balai C, frottant sur le collecteur de l'induit D. Cet induit tourne à l'intérieur d'un inducteur E en lames d'acier; à l'aide du bouton moleté G et d'un mécanisme de transmis-



621.326. — Lampe de poche à magnéto.

sion de mouvement par engrenage; il est possible de faire tourner le barillet du ressort en spirale F de façon à bander ledit ressort; lorsque le barillet est ensuite abandonné à lui-même, il transmet, par l'intermédiaire de roues dentées et de pignons, le mouvement de rotation à l'induit D de la magnéto. Le remontage du ressort est rendu possible grâce à la présence d'une roue à rochet. — E. P.

621.32 + 667.6. — Perfectionnements dans l'éclairage des fabriques de couleurs et vernis; F.-H. Bernhard. *Electrical Review*, Chicago, 28 septembre 1918, t. LXXIII, p. 481-486, 10000 mots, 6 fig. — C'est le septième article d'une série de douze sur les perfectionnements possibles de l'éclairage dans diverses industries. La question est de toute première importance dans les fabriques de couleurs et de vernis; l'auteur l'expose avec une rare compétence des besoins spéciaux à ces industries et il suggère les améliorations possibles et économiques. — P.-V.

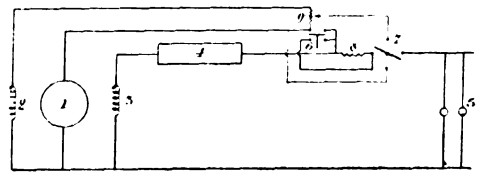
621 328.21. — Méthodes simples de résolution des problèmes d éclairage par phares; H.-E. Butler. *General Electric Review*, septembre 1918, t. XXI, p. 633-639, 800 mots, 5 fig. — Ce système d'éclairage, qui commence à se répandre aux Etats-Unis pour l'éclairage intensif des travaux de nuit dans les chantiers de constructions navales, gares, entrepôts, etc. et pour les illuminations de terrains de sports, fêtes, embrasements, etc. est considéré comme étant d'une technique encore peu accessible aux ingénieurs, cette technique étant encore du domaine du laboratoire. Aussi l'auteur de cet article s'est-il proposé d'établir des principes simples et des méthodes plus faciles de calculs des emplacements à donner aux projecteurs, des intensités lumineuses à adopter et des types de lampes à choisir pour des superficies données ou pour les diverses applications que l'on peut avoir à faire de ce système d'éclairage. — P.-V.

621.32 : 625.233. — Perfectionnement apporté à l'éclairage élec ue des véhicules; Emile Bouteille. *Brevet français n° 484856*, demandé le 21 mars 1917, délivré le 21 août 1917, publié le 20 novembre 1917, 1650 mots, 2 fig. — Il s'agit d'un équipement d'éclairage par dynamo à vitesse variable et batterie d'accumulateurs dont la charge se fait à intensité limitée, tandis que le débit total de la dynamo varie suivant la demande du circuit d'utilisation au moyen d'un enroulement anticompound traversé seulement

Digitized by Google

Digitized by Google

par le courant de la batterie. Dans la figure; l'interrupteur principal 7 comporte des contacts supplémentaires qui, à l'extinction, court-circuitent la résistance 9, de sorte que la charge de la batterie 4 peut se faire à un débit plus élevé que pendant la période d'éclairage. Cette résistance sert d'ailleurs aussi au réglage du débit pendant l'allumage. Le courant de charge pendant l'allumage tend à rester constant; par suite, le courant total fourni par la dynamo s'aug-



621.32 : 625.233. — Combinaison d'une dynamo et d'une batterie d'accumulateurs destinées à l'éclairage des véhicules.

mente de la valeur du courant absorbé par les lampes, dont la tension aux bornes est réduite par la résistance 8. En cas d'arrêt de la dynamo, cette résistance est shuntée par le conjoncteur-disjoncteur 6 et la tension aux bornes des lampes est celle de la batterie. A la mise en marche, l'enroulement série 3, traversé par le courant de décharge, ajoute son effet à celui de l'enroulement shunt 2, de sorte que la dynamo s'amorce très vite. Le même phénomène se produit à l'arrêt. — J. C.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.431.42. — Sur le fonctionnement des magnétos d'allumage des moteurs à explosion; Emilio Biffi. *Elettrotecnica*, 5 août 1918, t. XXII, p. 302-306, 3 500 mots, 9 fig; 25 août 1918, t. XXII, p. 326-332, 15 fig.

621.312.1 + 629.113. — Perfectionnements aux machines dynamo-électriques: Albert-Henry Midgley et Société dite C.-A. Vandervell and Company Limited (Angleterre). *Brevet français n° 486152*, demandé le 17 juillet 1917, délivré le 18 décembre 1917, publié le 14 mars 1918, 900 mots, 4 fig. — L'objet principal de l'invention consiste à réaliser une machine dynamo-électrique perfectionnée susceptible d'être utilisée avec les moteurs à combustion interne, de fonctionner comme dynamo d'éclairage ou moteur de démarrage et d'être employée comme dynamo d'allumage en offrant tous les avantages de l'allumage par magnéto sans recourir à une bobine d'allumage séparée et sans employer d'aimants permanents. Pour obtenir ces résultats, on monte un induit de magnéto de construction appropriée au centre d'un induit de dynamo, de telle manière que le flux du champ magnétique puisse traverser les deux induits. L'induit de la dynamo est creux, il est monté sur l'arbre par l'intermédiaire d'une douille constituée de préférence par une matière non magnétique; au centre de cette douille est fixé un induit de magnéto; le collecteur et les balais de la dynamo sont disposés à une extrémité, tandis que le rupteur, la bague collectrice et le distributeur de la magnéto sont placés à l'autre extrémité de la machine combinée. Les deux induits sont disposés de telle sorte que le flux magnétique maximum passant à travers l'un d'eux présente un retard de 90° par rapport au flux maximum passant à travers l'autre induit. L'induit de la dynamo peut être relié à une batterie d'accumulateurs par l'intermédiaire d'un conjoncteur-disjoncteur automatique, les bobinages de champ étant reliés à cette batterie par un interrupteur distinct, de telle sorte que la machine puisse être arrêtée par l'interruption du circuit de champ, ce qui a pour effet de rendre inactif l'induit de la magnéto. La machine dynamo électrique combinée peut également être munie de pôles intermédiaires ou de pôles régulateurs. — E.-P.

621.365.51. — Nouvelle considération sur le facteur de puissance des fours électriques à arc; O. Scarpo. *Elettrotecnica*, 25 septembre 1918, t. XXII, p. 372, 900 mots.

621.365.51. — Perfectionnements aux fours électriques à arc: E. Thovez. *Elettrotecnica*, 25 septembre 1918, t. XXII, p. 272-273, 200 mots.

621.392. — La soudure électrique. *General Electric Review*, septembre 1918, t. XXI, p. 653-658. — C'est une très longue bibliographie des articles et ouvrages parus sur cette question pendant les années 1914 à 1918 inclus et traitant aussi bien de la théorie, que des applications, des procédés, des machines, etc. Le service de documentation de la « R. G. E » a entrepris la traduction de cette importante bibliographie dans l'espoir qu'elle pourra être utile aux abonnés de la « R. G. E. » qui ont à s'occuper de la question. — P.-V.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

621.37.037.2. — Contribution à l'étude du remplacement du platine dans les appareils à électrolyse; P. Nicolardot et Boudet. Communication à la Société chimique de France le 12 juillet 1918, résumée dans la *Revue générale des Sciences*, 15-30 septembre 1918, t. XXIX, p. 526. — Le prix de plus en plus élevé du platine a incité les auteurs à réduire le plus possible son emploi dans les laboratoires. Les alliages d'or, la silice ou le quartz fondus peuvent être substitués dans bien des cas au platine; mais, en électrolyse, il est difficile de trouver un alliage ou un métal aussi peu attaquable que l'est le platine pour la confection des électrodes et en particulier des anodes. Dans le cas des cathodes, la solution est relativement simple. Toutefois les alliages inattaquables aux acides comme le tantiron, l'or et l'aluminium (qui résiste assez bien à l'acide nitrique) ne conviennent pas. Le cuivre a été proposé, il peut rendre des services; mais s'il est avantageux de l'employer pour le dosage du zinc, il est ennuyeux pour les dosages de cuivre d'avoir une cathode qui change de poids et qui se sulfure facilement. En tout cas, il est impossible de songer à l'une des solutions précitées pour la construction des anodes. La solution qui jusqu'ici a paru la meilleure à MM. Nicolardot et Boudet consiste à utiliser pour cathode un alliage d'or suffisamment résistant au point de vue mécanique et inattaquable par l'acide nitrique. Le même alliage peut servir pour la confection de l'anode à la condition de le protéger contre l'oxydation anodique par un dépôt léger de platine. Ce dépôt de platine résiste quand l'alliage sous-jacent n'est pas attaquable; il ne suffit pas à lui seul pour protéger l'alliage contre l'attaque par l'acide nitrique si l'alliage employé ne résiste pas à l'action de cet acide.

APPLICATIONS DIVERSES

621.316.63(45). — Installation de distribution d'énergie électrique pour usages agricoles dans la province de Messine; Mauro Romagnoli. *Elettrotecnica*, 15 août 1918, t. XXII, p. 315-317, 1 000 mots, 4 fig.

621.311(44). — Les installations électriques des forces américaines en France; R.-K. Tomlin. *Electrical World*, 21 septembre 1918, t. LXXII, p. 532-536, 5 500 mots, 8 fig. — Cet article traite des installations effectuées par les Américains en France, avec la collaboration du Ministère de l'Armement. On y voit que, à l'heure actuelle, la puissance électrique utilisée par l'armée américaine s'élève à 50 000 kw et que le gouvernement français est maintenant convaincu de la nécessité de construire activement de grandes stations hydro-électriques dont on achèvera les bâtiments après la guerre. Référence est faite aux isolateurs en verre construits en France pour des tensions de 35 000 v; l'auteur en fait le plus grand éloge. — P. V.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. Le Gérant : J.-B. Nouet

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.1. — Sur l'attraction newtonienne entre deux électrons en mouvement de révolution; G.-A. Schott. *Physical Review*, juillet 1918, 2e série, t. XII, p. 23-38, 7 500 mots. — L'auteur formule les conclusions suivantes : 1° l'attraction résiduelle que Crehore a trouvé exister entre deux électrons décrivant des orbites circulaires avec des vitesses uniformes, mais des périodes incommensurables, provient d'une méthode erronée pour le calcul de la moyenne ; 2° quand on emploie une méthode correcte pour le calcul de la moyenne cette attraction résiduelle fait place à une légère répulsion résiduelle, en contradiction avec la loi d'action et de réaction, mais qui ne parait pas susceptible d'être jamais décelée par l'expérience ; 3° l'argument tiré par Crehore de l'écart entre l'ordre de grandeur de son attraction résiduelle et de l'attraction newtonienne contre la légitimité des équations fondamentales de la théorie électronique tombe donc ; il fait place à un argument beaucoup moins fort basé sur le fait que la répulsion résiduelle viole théoriquement la loi d'action et de réaction. — A. B.

537.1. — Calcul de la constante newtonienne de la gravitation en fonction des propriétés des électrons ; Albert C. Crehore. *Physical Review*, juillet 1918, 2e série, t. XII, p. 13-22, 4 500 mots. — L'auteur indique pour la constante newtonienne k l'expression suivante :

$$k = \frac{p^4}{3K}\,\frac{m_0}{m^2_H}\,\frac{\pi^4 e^{10}}{c^4 h^4},$$

p désignant le nombre d'électrons dans l'atome d'hydrogène, K la constante diélectrique du milieu, m_0 la masse de l'électron pour de faibles vitesses, m_H la masse de l'atome d'hydrogène, e la charge de l'électron, c la vitesse de la lumière, h la constante de Planck. — L'accord numérique de la formule précédente avec la valeur astronomique de la constante newtonienne, $666{,}07.10^{-10}$ tombe dans la limite des erreurs possibles dans la détermination des cinq constantes physiques envisagées. En fait, en prenant les valeurs de la masse m_H de l'atome d'hydrogène et de la constante de Planck h obtenues par Millikan, la masse m_0 de l'électron négatif pour de faibles vitesses déduite de la valeur obtenue par Bucherer pour $\frac{e}{m_0}$, et de la valeur e de Millikan, on obtient pour k *exactement* la valeur astronomique en adoptant une valeur e de la charge électronique approximativement égale à $4{,}750.10^{-10}$ U. E. S. valeur inférieure de 1,5 pour 100 à la valeur de Millikan qui est $4{,}774.10^{-10}$. Dans la formule cette valeur de e est élevée à la dixième puissance. Pour obtenir la valeur voulue de la constante newtonienne il faut également prendre égal à deux le coefficient p qui représente le nombre des électrons contenus dans l'atome d'hydrogène. En le prenant égal à 1 comme dans les théories habituelles, la constante newtonienne obtenue est 16 fois trop faible. — A. B.

537.28. — Effet d'un champ électrique sur les raies du spectre de l'hélium; Toshio Takamine et Noboru Kokubu. *Memoirs of the College of Science Kyoto Imperial University*, avril 1918, t. III, n° 3, 5 planches. — Continuation d'un travail déjà signalé ; la méthode spectroscopique employée est toujours celle de Lo Surdo, c'est-à-dire spectrographe pointé sur la gaine cathodique du tube à vide. En plus des neuf raies indiquées antérieurement, les auteurs en ont observé onze nouvelles en travaillant avec des champs compris entre 3 000 et 70 000 v : cm. Les raies sont affectées de trois manières différentes par un champ électrique : 1° décomposition symétrique ; 2° décomposition dyssymétrique ; 3° déplacement latéral soit vers le violet, soit vers le rouge.

537.52. — Le renversement des raies du spectre d'une étincelle éclatant sous l'eau ; Toshikazu Mashimo. *Memoirs of the College of Science Kyoto Imperial University*, avril 1918, t. III, n° 3, p. 73-79, 1 fig. — La méthode la plus simple pour étudier ce phénomène est celle indiquée par Henri en 1913 et adoptée par l'auteur pour le présent travail. On réunit les deux bornes d'une bobine de 70 cm d'étincelle respectivement aux armatures internes de deux bouteilles de Leyde dont les armatures externes sont reliées à un éclateur constitué par le métal avec lequel on désire expérimenter. Cet éclateur est plongé à une profondeur de 2 à 3 cm dans de l'eau distillée. En dérivation sur les armatures internes, on dispose un autre éclateur. La lumière émanant de l'étincelle est reçue directement sur la fente d'un spectrographe à prisme de quartz. En opérant avec des électrodes d'aluminium, de zinc et de cadmium, l'auteur a constaté que les raies dues au métal de l'électrode apparaissent confondues avec le spectre continu, mais que certaines sont toujours renversées, tandis que d'autres ne le sont jamais ; il a remarqué aussi, d'accord avec E.-P. Lewis, que le tube à hydrogène donne un spectre encore plus réfrangible que le spectre d'étincelle de l'aluminium.

541.8. — Endosmose électrique. *Chimie et Industrie*, octobre 1918, t. I, p. 145 D, 300 mots. Note sur un article de T.-R. Briggs, H.-S. Bennett et H.-L. Pierson. *J. Phys. Chem.* (Ithaca), avril 1918, t. XXII, n° 4, p. 256-272. — Les auteurs décrivent un nouveau dispositif pour l'étude de l'endosmose électrique. Ils établissent : 1° que la vitesse de l'endosmose est proportionnelle au potentiel appliqué, toutes les autres conditions demeurant invariables ; 2° que cette vitesse croit avec la température ; elle n'est pas exactement proportionnelle à la fluidité du liquide et elle augmente avec la température un peu moins vite que la fluidité. Les résultats expérimentaux confirment, pour un liquide et un diaphragme donnés, la relation

$$V_e = \varkappa\,\frac{ED}{\eta},$$

V_e désignant le volume de liquide transporté dans l'unité

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

de temps, E le potentiel appliqué, D la constante diélectrique du liquide, η sa viscosité et $\varkappa$ un coefficient qui dépend de la température. Les résultats obtenus confirment ceux de Perrin. L'endosmose électrique a été étudiée pour des solutions de certains sels de cuivre. L'acétate, le nitrate ou le chlorure de cuivre vont vers l'anode, ce qui montre que l'ion Cu est plus absorbé que les ions acétate, nitrate de chlore; l'inverse se produit pour le sulfate de cuivre, ce qui montre que l'ion sulfate est plus fortement absorbé que l'ion Cu, sous les concentrations ordinaires. Les expériences d'endosmose électrique établissent une relation entre l'électrisation par contact et la teinture.

541.13. — Calcul de la position du minimum de conductibilité dans la neutralisation. *Chimie et industrie*, octobre 1918, t. I, p. 146 D, 100 mots. Note sur un article de W.-D. Treadwell. *Helvetica Chim. Acta*, 1er juillet 1918, t. I, n° 2, p. 97-110. — La courbe des conductibilités d'un mélange acide-base passe par un minimum ou un point anguleux au voisinage plus ou moins immédiat du point de neutralisation (voir en particulier à ce sujet, Duboux, Thèse, Lausanne 1908). L'auteur s'est proposé de calculer les positions de ce minimum dans le cas d'un acide fort ou faible neutralisant une base forte, moyennant quelques hypothèses simples. Ses résultats s'accordent avec les déterminations de Duboux et de Thiel et Roemer.

537.531 + 538.12. — Influence d'un champ magnétique sur les rayons cathodiques; Louis T. More et Lowell M. Alexander. *Physical Review*, juillet 1918, 2e série, t. XII, p. 1-12, 5 500 mots, 9 fig. — Un champ magnétique intense produit sur la décharge cathodique d'un tube Geissler des variations très nettes. On admettait généralement que l'action du champ magnétique consistait à transformer en hélices les trajectoires des particules négatives. Mais le professeur Righi, après une longue série d'expériences dans lesquelles il a étudié les actions secondaires produites par le rayon cathodique aimanté, a proposé une hypothèse nouvelle. Il suppose que le champ magnétique crée et rend stable un courant de doublets électriquement neutres, dont chacun consiste en un électron tournant dans la même direction autour d'un gros ion gazeux positif, et que le champ magnétique exerce ensuite sur les doublets une force directrice qui les entraîne vers des régions de potentiel magnétique plus faible. — Les expériences de More et Rieman (*Phil. Mag.*, t. XXIV, p. 307) et de More et Mauchly (*Phil. Mag.*, t. XXVI, p. 252) conduisent, d'autre part, à rejeter l'existence de tels doublets. Dans le second travail, en particulier, les auteurs, au moyen d'une cathode de Wenhelt, ont établi que tous les effets secondaires sur lesquels Righi fait reposer sa théorie peuvent être reproduits en l'absence de tout champ magnétique. Le « rayon magnétique » ne différerait du cône non magnétique issu de la cathode à chaux incandescente qu'en ce qu'il se courbe dans la direction même ou en sens inverse du pôle d'un aimant au lieu de se courber à angle droit. Cet effet ne devrait nécessiter aucune théorie nouvelle, car un flux de particules chargées négativement se mouvant en hélices s'incurve vers le pôle d'un aimant auxiliaire ou en sens inverse suivant que les particules font ou non partie d'un doublet. — Ces conclusions ayant été à leur tour critiquées par Righi (*Phys. Zeitschr.*, t. XV, p. 529 et 558), les auteurs répondent aux critiques de Righi. — A. B.

538.56. — Sur la génération des oscillations électromagnétiques directement produite par les courants alternatifs triphasés industriels. *Elettricista*, t. XXVII, 1er septembre 1918, p. 129-130, 1 200 mots.

535.41. — Sur les franges d'interférence développées par le frottement et l'électricité dans certains liquides anisotropes; F. Grandjean. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 30 septembre 1918, t. CLXVII, p. 494-496, 1 100 mots.

531.32. — Les mouvements vibratoires des systèmes couplés démontrés quantitativement par des expériences simples. *R. G. E.*, 22 juin 1918, t. III, p. 894-904, 7 000 mots, 2 tab. Analyse d'un article de Edwin H. Barton et miss H.-M. Browning, publié dans *Philosophical Magazine*, octobre 1917, t. XXXIV, p. 246-266, 3 fig, 3 planches.

535.215. — Photolyse et électrolyse. *Chimie et Industrie*, octobre 1918, t. I, p. 146 D, 100 mots. Note sur un article de Emil Baur. *Helvetica Chim. Acta*, 1er juillet 1918, t. I, n° 2, p. 186-201. — Cet intéressant mémoire donne de l'action chimique de la lumière l'explication suivante. L'expérience ayant montré que les sels d'uranyle possèdent à la fois des propriétés oxydantes et réductrices quand ils sont exposés à la lumière, on peut supposer que l'ion U^6 est décomposé en deux autres par la lumière, qui produirait ainsi une polarisation électrique au sein de la molécule et par suite une différence de potentiel, calculable si l'on admet la théorie des quanta, et proportionnelle à la fréquence ν. Il s'ensuit que les décompositions par la lumière ou photolyses ne sont autres que des électrolyses d'une nature spéciale. Il est impossible de résumer ici les exemples que donne l'auteur de l'interprétation simple d'un certain nombre de faits photochimiques connus à l'aide de cette hypothèse, qui paraît pouvoir se montrer assez féconde pour expliquer tous les faits principaux de la photochimie.

621.314.3.00.12. — La loi du rendement maximum. *R. G. E.*, 6 avril 1918, t. III, p. 507-508, 1 500 mots. Analyse d'un article de Fr. Kade, publié dans *E. T. Z.*, 16 août 1917, t. XXXVIII, p. 413-414, 900 mots.

MESURES ET ESSAIS

535.24. — Hémisphère intégrant; F.-A. Benford. *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, 30 août 1918, t. XIII, p. 323-351, 16 000 mots, 7 fig., 1 tab. — On a des raisons théoriques de croire qu'un hémisphère à surface interne diffusante blanche peut être utilisé dans de nombreux cas pour des mesures photométriques. L'auteur s'est proposé d'examiner la théorie de l'hémisphère et de la comparer avec celle de la sphère intégrante, actuellement d'un emploi si répandu, et d'effectuer quelques essais sur les qualités relatives des deux instruments. — Comme on le sait, la sphère intégrante ne donne pas des résultats comparables quand la lampe étudiée a des dimensions relativement importantes par rapport à la sphère; ainsi on ne peut avoir aucune confiance dans les mesures photométriques effectuées sur un réflecteur métallique de 20 cm au moyen d'une sphère de 1 m. Un grand nombre de sources utilisées dans l'industrie ayant des dimensions supérieures à celle-ci, il est nécessaire d'utiliser une sphère de 2 m pour les comparer, et, même avec ces instruments, on a de nombreuses chances de commettre des erreurs d'intégration. — La théorie indique qu'un hémisphère de 1 m muni de l'écran compensateur décrit antérieurement par l'auteur (*Trans. I. E. S.*, t. IX, 1916, p. 997) possède un avantage appréciable au point de vue de la précision sur la sphère de 2 m, munie d'un dispositif à 3 écrans, et qu'il présente en outre la possibilité de permettre la comparaison photométrique des sources utilisées pour la projection (projecteurs, etc). — La théorie mathématique montre que les deux intégrateurs sont comparables et les données expérimentales rassemblées à la fin du mémoire ne semblent pas en désaccord avec cette conclusion. — A. B.

533.5. — Production et mesure des vides élevés; J.-E. Shrader et R.-G. Sherwood. *Physical Review*, juillet 1918, t. XII, p. 70-80, 4 500 mots, 7 fig. — Pendant ces dernières années on a de plus en plus reconnu l'importance de savoir produire des vides très élevés. Cela est surtout vrai pour l'étude de l'émission thermo-ionique par les corps incandescents, de l'effet photo-électrique et autres phé-

Digitized by Google

Digitized by Google

nomènes analogues. Afin de produire et de mesurer les meilleurs vides, les auteurs ont étudié les divers modèles de pompes et de jauges. — La pompe à diffusion proposée par Gaede et perfectionnée par Langmuir semble supérieure aux autres moyens pour l'obtention des vides élevés. Antérieurement à l'apparition de ce modèle, la pompe moléculaire Gaede était probablement le meilleur moyen dont nous disposions pour produire un vide élevé; Gaede a enregistré une pression de 2×10^{-7} cm de mercure. Des vides très élevés peuvent être obtenus en utilisant le pouvoir absorbant exceptionnel pour les gaz du charbon de coco immergé dans l'air liquide : l'oxygène, l'azote, la vapeur d'eau, etc.. sont fortement absorbés, l'hydrogène un peu moins, l'hélium et le néon encore moins. Il est nécessaire de chauffer le charbon à 500 ou 600° en éliminant par une pompe les gaz émis jusqu'à ce qu'un bon vide soit réalisé, avant d'appliquer l'air liquide. Par cette méthode, Angerer a obtenu une pression de 8.10^{-7} mm de mercure. — Pour mesurer des pressions de l'ordre précédent, la jauge de Mc Leod n'est pas utilisable. Une jauge de ce modèle même pour la mesure de pressions ne dépassant pas 1×10^{-5} mm de mercure doit être d'une dimension incommode et en outre, à cette pression, les gaz émis par la jauge, qu'il est difficile de soumettre à un traitement calorifique, ont une importance considérable. Le modèle de jauge à fil proposé par Pirani et perfectionné par Hale, peut être soumis à l'action de la chaleur; mais il n'a pas encore permis d'enregistrer des variations de pression inférieures à 2×10^{-5} mm de mercure. La jauge moléculaire de Dushman permet théoriquement de mesurer des pressions plus faibles, mais la difficulté du fonctionnement et le fait qu'elle comprend des masses relativement grandes de métal, ne semble pas indiquer qu'on puisse attendre beaucoup de ce modèle. Knudsen a proposé un modèle de jauge qui, perfectionné par lui dans la suite, semble remplir les conditions nécessaires d'une jauge précise et sensible, indépendante de la nature des vapeurs ou des gaz présents. Tout récemment, Buckley a décrit une jauge à ionisation dans laquelle le gaz résiduel est ionisé par les électrons qu'émet un filament incandescent sous l'influence d'un potentiel accélérateur de 200 v. L'ionisation ainsi produite est mesurée par une troisième électrode reliée à un galvanomètre sensible. Le rapport du courant ionique au courant thermo-ionique est proportionnel, pour un gaz quelconque, à la pression. Cependant, il résulte de recherches effectuées par un des auteurs que cette jauge ne paraît pas très satisfaisante, tant au point de vue de la constance des lectures qu'à celui de la sensibilité pour des pressions très faibles. En outre, la jauge n'est pas indépendante de la nature des vapeurs et des gaz présents et doit être calibrée pour des gaz connus. Il est évident que l'audion ou le pliotron peuvent être utilisés de la même manière qu'une jauge à ionisation. — Dans leur mémoire, les auteurs ont choisi la pompe à diffusion et la jauge moléculaire Knudsen pour la production et la mesure des vides élevés. En étudiant le fonctionnement de ces instruments ils se sont efforcés de l'améliorer par certaines modifications. — A. B.

621.314.3:536.5 — Un indicateur de température pour les enroulements de transformateurs; Montsinger et Childs. *Electrician*, 27 septembre 1918, t. LXXXI, p. 450-451, 1 300 mots, 2 fig.

621.187.5. — Les compteurs calorimétriques ou compteurs de chaleur; R. Joessel. *Génie civil*, 3 et 6 juillet 1918, t. LXXIII, p. 12 et 28, 5 300 mots, 3 fig. — L'auteur expose l'utilité des compteurs de chaleur d'abord dans les installations de chauffage central et ensuite dans les chaufferies. Il étudie ensuite les appareils de mesure calorimétrique des fluides tant en France qu'à l'étranger et décrit le fonctionnement du compteur A. Guillemin de la Compagnie des Forges d'Audincourt.

621.313.25. — Un nouveau procédé pour la mesure du glissement; G. Hilpert. *Electrician*, 20 septembre 1918, t. LXXXI, p. 437, 300 mots. — La méthode consiste à utiliser un fréquencemètre en liaison électrique avec un disque monté sur l'arbre du moteur dont on veut évaluer le glissement.

681.144. — La construction des abaques; B. Eason. *Electrician*, 16 août 1918, t. LXXXI, p. 339-341, 2 200 mots, 6 fig.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.165. — Une nouvelle théorie de la turbine à vapeur; H.-M. Martin. *Engineering*, 16 août 1918, t. CVI, p. 161-162, 4 000 mots, 1 fig. — Les tableaux donnés par l'auteur dans ses précédents articles ont été calculés en admettant l'hypothèse que la vapeur saturée était continuellement en équilibre thermique pendant toute la durée de la détente. On sait depuis longtemps que cette hypothèse n'est pas exacte, mais les opinions ont différé longtemps sur la cause de cette inexactitude; l'opinion la plus généralement admise est que, aussitôt que la vapeur sursaturée commence à se condenser, l'équilibre thermique se rétablit instantanément et est maintenu pendant tout le reste de la détente. L'auteur entreprend de montrer que, dans cette théorie, il est impossible de trouver une base rationnelle pour la détermination des corrections admises. Il rappelle un certain nombre d'expériences de Stodola et autres et en discute les résultats; il cite à l'appui de ses conclusions une expérience de Callendar faite au moyen du cylindre d'une machine à vapeur ordinaire; il rappelle également les expériences d'Aitken dont la théorie a été faite par Lord Kelvin. — L'auteur montre comment une goutte d'eau peut être en équilibre avec le milieu qui l'environne et établit les équations de cet équilibre en utilisant la formule de Lord Rayleigh qui donne la tension superficielle de la gouttelette d'eau en fonction de la température. Il discute ensuite les résultats de ce calcul et donne de nombreux tableaux utilisables pour les applications, mais il montre que les résultats obtenus ne permettent pas de conclure à une augmentation de rendement comparable à celle que l'on observe en pratique, cette augmentation calculée étant dans un cas donné égale à 8 pour 100 alors que celle observée atteint 16 pour 100. — E. B.

621.165. — Une nouvelle théorie de la turbine à vapeur; H.-M. Martin. *Engineering*, 23 août 1918, t. CVI, p. 189-191, 4 400 mots, 2 fig., 1 tab. — L'auteur a montré dans l'article précédent que l'équilibre thermique ne peut pas se rétablir instantanément pendant la condensation de la vapeur; il cite à l'appui de sa théorie un certain nombre d'expériences de Wilson; il donne une courbe du rendement « indiqué » des turbines à réaction résumant les résultats de nombreux essais au laboratoire et sur place. — On sait, en thermodynamique, que, par une addition convenable de chaleur, la détente d'un gaz peut être effectuée suivant une loi quelconque; il est donc possible, en utilisant un facteur de réchauffage convenable de détendre la vapeur sans condensation de la même manière que la vapeur saturée se détendant dans les conditions d'équilibre thermique, le travail fourni étant d'ailleurs le même dans les deux cas. L'auteur traite le cas de la vapeur sèche se détendant suivant la loi simple $pV^{1,135} =$ constante et se reporte pour les résultats aux tableaux et courbes publiés dans ses précédents articles. Il calcule ensuite le facteur de réchauffage correspondant dans ces conditions aux turbines dont le rendement « hydraulique » varie de 0,5 à 0,8 et cela pour différentes températures de surchauffe; à l'aide de ces valeurs il détermine les consommations relatives des turbines actionnées par de la vapeur non surchauffée et avec deux degrés de surchauffe pour les mêmes valeurs des « rendements hydrauliques »; les nombres ainsi calculés se rapprochent de ceux résultant de l'observation directe; cependant une nouvelle correction est encore nécessaire, la valeur convenable du facteur de réchauffage étant contenue

Digitized by Google

Digitized by Google

entre les deux valeurs extrêmes calculées précédemment par l'auteur. — E. B.

621.165. — Une nouvelle théorie de la turbine à vapeur; H.-M. Martin. *Engineering*, 6 septembre 1918, t. CVI, p. 245-246, 2400 mots, 1 fig. — On sait depuis longtemps que les corrections relatives au vide sont inexactes si on se base sur la théorie ordinaire. Suivant cette théorie, une réduction de pression au condenseur de une livre à une demi-livre réduit la consommation de 11 pour 100; les essais au contraire montrent que cette réduction est seulement de 5 à 6 pour 100. En réalité, cette différence est moindre que les chiffres ne paraissent l'indiquer, car dans le calcul on n'a pas tenu compte que la réduction de pression au condenseur correspondait en réalité à une chute thermodynamique plus grande; il résulte de ce dernier fait que le rapport entre la vitesse des aubes et celle de la vapeur n'est plus le même et que par suite le rendement hydraulique de la turbine est diminué. — L'auteur fait remarquer, en outre, que cette modification affecte surtout la dernière roue de la turbine et il calcule le nouveau rendement de l'appareil en tenant compte de ce fait; il montre que cette différence de rendement est de l'ordre de celle observée. — L'auteur précise, en outre, le calcul d'un certain nombre de coefficients utilisés dans les articles précédents, et résume ainsi son travail : la détente de la vapeur humide dans un ajutage ne s'effectue pas dans les conditions d'équilibre thermique, et ceci est mis en évidence par l'examen des phénomènes à l'échappement, les températures relevées ne correspondant en aucune façon aux pressions de la vapeur observées au même moment. En réalité, la différence de température est faible, mais la théorie cinétique des gaz a montré que les lectures sur un thermomètre plongé dans de la vapeur en cours de condensation correspondraient plutôt à la pression qu'à la température de cette vapeur, de sorte que la différence peut être en réalité assez grande; l'auteur a donné un certain nombre d'explications de ces phénomènes ainsi que des formules permettant d'amener la théorie en accord avec l'expérience.
E. B.

621.187. — Les conditions de bon fonctionnement des chaufferies; Condamine. *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*, 3e fascicule, 1917; *Génie civil*, 17 août 1918, t. LXXIII, p. 136, 500 mots. — Pour assurer une bonne conduite du feu l'expérience a montré que l'épaisseur de la couche de combustible sur la grille doit être de 18 à 22 cm. La meilleure position du registre est plus délicate à déterminer et dépend de la position de la chaudière par rapport à la cheminée d'évacuation. Une teneur trop forte en oxyde de carbone dans les gaz brûlés prouve que les tubes ou les bouilleurs sont trop rapprochés du foyer ou que leur section est trop faible. Les changements doivent avoir lieu toutes les cinq à sept minutes et demie. Il importe aussi de déterminer la limite rationnelle des périodes de chauffe, c'est-à-dire du temps qui s'écoule entre deux décrassages consécutifs. La période de chauffe peut se diviser en trois parties. La première période est celle de la mise en route, la proportion de CO^2 formée est inférieure à 13 pour 100, la température des fumées augmente à la sortie. Cette période peut varier de une heure à un quart d'heure. La deuxième période est celle du régime normal; elle est caractérisée par une proportion de CO^2 supérieure à 13 pour 100 avec proportion de CO inférieure à 5 pour 100. La troisième période est celle de fin de combustion, elle est caractérisée par une quantité de CO dépassant 0,5 pour 100. L'auteur propose les mesures suivantes pour améliorer la combustion : 1° fixation d'une consigne ou tableau de service indiquant nettement les conditions de la chauffe; 2° pour les batteries de chaudières, l'institution d'un chef de chaufferie chargé de donner le signal des chargements, d'alimenter les chaudières et de surveiller toutes les opérations; 3° l'installation de taquets arrêtoirs des registres; 4° celle de déprimomètres signalant toutes les inattentions des chauffeurs et permettant de remédier aux anomalies constatées dans la marche de la chaudière. Enfin, intéresser le chef de chaufferie et les chauffeurs à l'économie de combustible.

621.312.1 + 629.113. — Perfectionnements aux machines dynamo-électriques; Société dite M.-L. Magneto syndicate (Angleterre). *Brevet français n° 484 288*, demandé le 19 janv. 1917, délivré le 26 juin 1917, publié le 18 septembre 1917, 800 mots, 3 fig. — La machine dynamo-électrique dont il s'agit permet de produire du courant basse tension pour éclairage et mise en marche de tout véhicule actionné par des moteurs à combustion interne, en même temps que du courant haute tension pour l'allumage. Le schéma général est donné par la figure 1. Le bobinage inducteur ordinaire

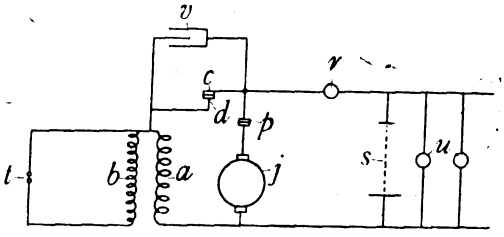


Fig. 3

621.312.1 + 629.113. — Dynamo pour automobiles; schéma des connexions.

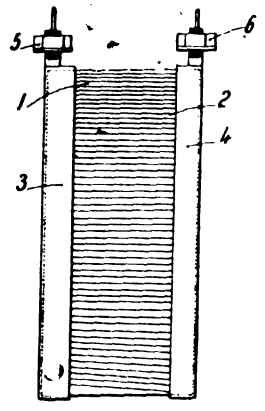
a d'un générateur à basse tension est entouré par un autre enroulement b qui sert comme secondaire d'un système d'allumage à haute tension. Un mécanisme analogue à celui qu'on emploie généralement sur les magnétos sert à interrompre l'enroulement inducteur; sur la figure il est représenté par un contact fixe c et un contact mobile d. Un dispositif approprié de mise en circuit et hors circuit est disposé en p pour empêcher la décharge de la batterie s sur l'armature j; r est un interrupteur permettant d'isoler la batterie de la dynamo, v est un condensateur placé en dérivation sur le rupteur, t représente les plots entre lesquels jaillit l'étincelle; les lampes sont indiquées en m. Pour éviter une influence excessive sur la production des étincelles de la force magnétomotrice de l'armature j en opposition avec celle de l'enroulement inducteur, on dispose un aimant de dérivation ou de dispersion entre chaque côté de la pièce du pôle et le côté adjacent de la culasse. Cette disposition assure un flux suffisant sous toutes conditions dans le noyau de l'enroulement d'induction pour permettre une production effective d'étincelles lorsque l'enroulement est interrompu. Le flux dû à la force magnétomotrice en opposition produite par l'armature peut alors aider à la production de l'étincelle en ce qu'il augmente la variation du flux dans le noyau lorsque l'enroulement est interrompu. Si le générateur doit servir comme moteur pour la mise en marche du véhicule, on emploie toute disposition appropriée pour convertir temporairement le générateur en un moteur à excitation série. Pour l'allumage dans des moteurs multicylindriques, on peut combiner un distributeur avec le système à haute tension du générateur. — L. P.

621.314.2. — Transformateur réducteur de courant; Pierre Danthine (France). *Brevet français n° 485 117*, demandé le 17 avril 1917, délivré le 18 septembre 1917, publié le 13 décembre 1917, 800 mots, 4 fig. — A l'aide de cet appareil on peut utiliser le courant alternatif ou continu d'un réseau d'éclairage, par exemple, pour actionner des appareils ne nécessitant qu'une tension beaucoup plus faible, tels que sonneries électriques, tableaux avec voyants, téléphones, appareils médicaux, etc. La figure 1 représente un des éléments constituant l'appareil. Il est formé d'une feuille de mica 1 sur laquelle on a enroulé un certain nombre de spires de fil résistant 2. Chaque côté de la

Digitized by Google

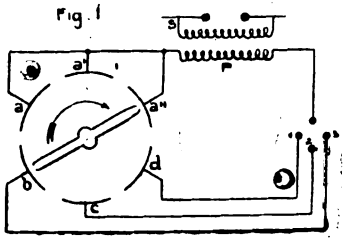
Digitized by Google

feuille de mica 1 est garni d'armatures 3 et 4 munies de lames 5 et 6 portant les prises de courant. Le fil résistant sera, de préférence, en argentan préalablement rougi, puis trempé pendant deux heures environ dans un bain de mercure maintenu à 25 degrés. Les fils ainsi préparés ont une très grande résistance calorique, leur permettant de supporter des courants de grande intensité. On peut coupler plusieurs de ces éléments en série ou en série-parallèle suivant les tensions qu'on a à sa disposition et les intensités exigées par les appareils d'utilisation à basse tension. Dans le cas de courants alternatifs, les résistances placées avant et après les appareils devront être égales. — E. P.



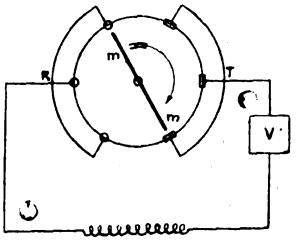
621.314.2. — Transformateur réducteur de courant.

621.314.5. — Dispositif pour obtenir, avec des forces électromotrices triphasées ou polyphasées de basse tension et, avec une seule bobine d'induction, des courants de très haute tension non alternatifs; Emilio Balzarini (Italie). *Brevet français n° 484 800*, demandé le 13 janvier 1917, délivré le 16 août 1917, publié le 6 novembre 1917, 800 mots, 3 fig. — Cette transformation s'opère au moyen d'un interrupteur rotatif à jet de mercure actionné par un petit moteur synchrone à 6 pôles, dans le cas de courants triphasés. Cet interrupteur porte six plaques métalliques (fig. 1),



621.314.5. — Interrupteur rotatif à jet de mercure.

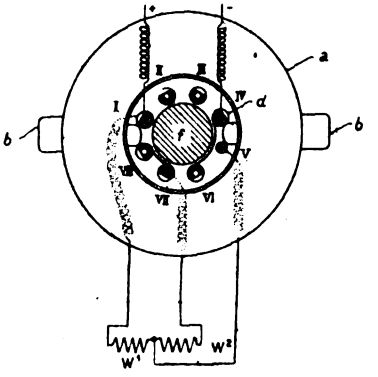
disposées suivant un cylindre. Ces plaques sont léchées par le jet diamétral tournant de mercure aspiré d'après les méthodes habituelles du fond du récipient; les trois plaques a, a', a'' sont reliées entre elles et connectées à une extrémité du primaire de la bobine d'induction, l'autre extrémité de ce primaire étant réunie au point neutre de la ligne. Les plaques b, c, d sont par contre connectées aux trois phases 1, 2, 3 de la ligne. On voit donc que le courant qui traverse le primaire toujours dans le même sens est interrompu brusquement six fois par tour; il se produira par conséquent dans le secondaire de la bobine d'induction également six fois par tour une tension induite de grande valeur et toujours de même sens au moment de la rupture. Pour éliminer l'influence des ondes de fermeture, on peut avoir recours soit à l'artifice ordinaire des soupapes, soit mieux encore au sélecteur spécial représenté schématiquement par la figure 2. Ce sélecteur, actionné par le même moteur synchrone que l'interrupteur, comprend six arcs métalliques ou six petites boules, disposés sur un cercle. Sur l'arbre, une petite lame horizontale, dirigée suivant un diamètre, met périodiquement en contact pendant la rotation, à travers une étincelle, deux arcs quelconques diamétralement opposés. Avec les connexions réalisées dans la figure 2 où V représente, par exemple, un tube pour rayons X, la connexion entre le tube et la bobine sera supprimée dans l'intervalle entre une rupture et la suivante,



621.314.5. — Sélecteur éliminant l'influence des ondes de fermeture.

c'est-à-dire dans la période nuisible de l'onde de fermeture. — E. P.

621.311.73. — Commutateur électrique tournant; Arton Albert Buck (Suisse). *Brevet français n° 486369*, demandé le 6 août 1917, délivré le 4 janvier 1918, publié le 28 mars 1918, 900 mots, 6 fig. — Ce commutateur électrique permet par la simple rotation de deux douilles diamétralement opposées fixées sur un anneau et prenant place l'une après l'autre entre deux contre-contacts voisins placés sur un cylindre fixe, de combiner les connexions entre deux résistances W_1 et W_2 de manière à permettre la coupure totale du circuit des résistances, le fonctionnement des deux résis-



621.311.73. — Commutateur électrique tournant.

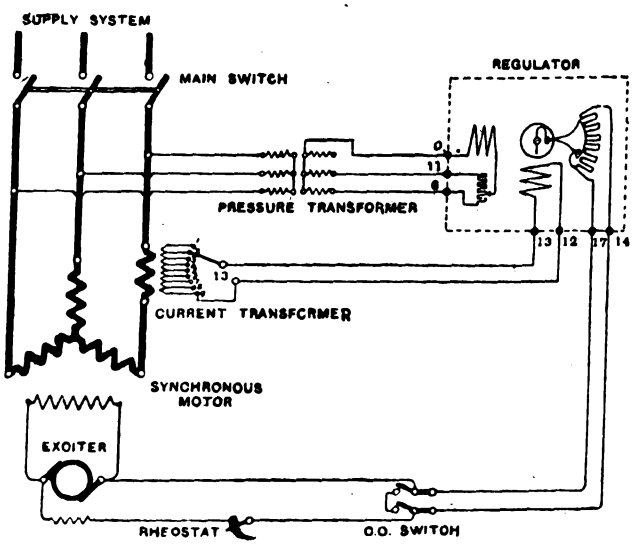
tances en série, la mise en circuit d'une seule des deux résistances à l'exclusion de l'autre, la mise en parallèle des deux résistances. Ce commutateur tournant trouve son application dans les divers appareils de chauffage électrique par résistance. La figure 1 représente schématiquement un mode d'exécution de ce commutateur : a est l'anneau sur lequel se trouvent fixées les deux douilles diamétrales b; f est le corps de contact sur lequel peut tourner l'anneau a; I, II, III, IV, V, VI, VII et VIII désignent les huit contre-contacts fixes. Les résistances W_1 et W_2 sont connectées aux contre-contacts I, V, VII. Un ressort placé dans un logement pratiqué à l'intérieur d'une des douilles de contact oppose de la résistance à la rotation involontaire de l'anneau. — E. P.

621.311.9. — Réglage automatique du facteur de puissance. *Electrical Review*, 19 juillet 1918, t. LXXXIII, p. 54, 2 fig. — On connaît trois méthodes principales pour améliorer le facteur de puissance d'une installation à courant alternatif : 1° l'application d'avanceurs de phase du type à commutateur sur les moteurs à induction; 2° l'emploi de condensateurs statiques; 3° l'emploi de moteurs synchrones et de commutatrices surexcités. Chacune de ces méthodes

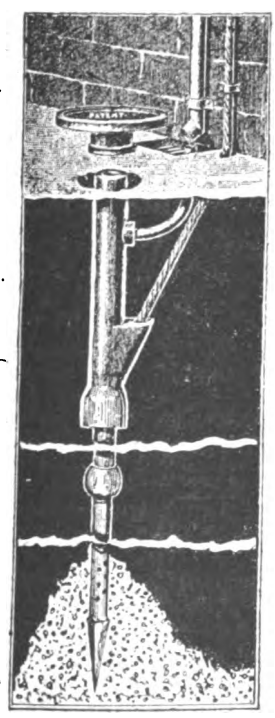
Digitized by Google

Digitized by Google

présente des avantages et des inconvénients. La troisième cependant est la seule qui se prête commodément à la commande automatique. — L'article décrit un intéressant exemple de cette méthode aux Houillères Ledston Luck de la Micklefield Coal and Lime Co et donne le schéma général des connexions pour le réglage du facteur de puissance (fig. 1). — Il importe de noter que le principe appliqué ne se limite pas au cas des moteurs synchrones isolés, mais est applicable à toute machinerie synchrone et en particulier aux stations génératrices. Par exemple, dans le cas d'un certain nombre de stations génératrices fonctionnant en parallèle, tous les générateurs installés sur une ou plusieurs d'entre elles pourront être munis de dispositifs pour le réglage automatique du facteur de puissance, le réglage de la tension du système tout entier étant confié à une ou plusieurs des autres stations alimentant le même système. De cette manière on simplifie et on améliore le réglage de la tension de systèmes importants interconnectés, la commande automatique du facteur de puissance du système constituant un grand avantage. — A. B.



621.311.9. — Schéma de réglage du facteur de puissance.



537.43. — Modèle de prise de terre tubulaire.

537.43. — Prises de terre tubulaires pour paratonnerres ; Killingworth Hedges. *Electrical Review*, 3 mai 1918, t. LXXXII, p. 411-412, 1000 mots, 3 fig. — Les prises de terre constituées par des plaques présentent un certain nombre d'inconvénients. Leur efficacité décroit à mesure que le sol se dessèche : le contact de la plaque et du sol peut alors devenir imparfait et la résistance augmente de telle façon que la prise de terre est en réalité isolée. Une prise de terre tubulaire (fig. 1) avec sa pointe enfoncée dans le sol ne voit pas son efficacité décroître avec les changements qui se produisent dans le sol au voisinage des édifices neufs par suite du drainage : sa résistance demeure constante. Son prix de revient est en outre faible. — A. B.

STATIONS ET RÉSEAUX

621.316.26. — Les sous-stations automatiques ; Walter C. Slade. *Electric Railway Journal*, 12 octobre 1918, t. LII, p. 651-654, 4 350 mots, 0 fig. — L'auteur, ingénieur à The Rhode Island Cy a eu l'occasion d'étudier à fond la question des sous-stations automatiques ; il estime que, de plus en plus, et surtout pour les réseaux de traction à courant continu, il conviendra d'économiser le cuivre en réduisant la longueur et l'importance des feeders ; et cela ne pourra être réalisé que par la multiplication des sous-stations. Pour être économiques, celles-ci ne devront pas exiger de personnel nombreux ; la sous-station automatique s'imposera donc d'elle-même de plus en plus, et cela, dans tous les genres d'exploitation industrielle. — Il discute ensuite les avantages respectifs de la commande à distance et du fonctionnement automatique et il cite des exemples vécus d'application de ces deux systèmes ; il parle aussi des sous-stations transportables de secours et donne l'exemple de la Rhode Island Cy, dont il décrira quelques sous-stations dans un prochain article. — Il compare ensuite les équipements automatiques de la General Electric Co (voir *P. A. I. E. E.*, septembre 1915 et *Electric Railway Journal*, 18 septembre 1915) et de la Compagnie Westinghouse. Enfin il expose les raisons qui le rendent partisan de la création intensive de sous-stations automatiques ; moins d'accidents car l'élément humain est complètement éliminé ; l'équipement de protection automatique limite et localise les défauts mieux que ne le ferait le personnel, etc. En un mot, article intéressant, plein d'aperçus originaux vécus par son auteur. — P. V.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33 : 625.3 (494). — Chemin de fer électrique de Loèche-les-Bains (Suisse). *Revue B. B. C.*, août 1915, t. II, p. 114-116, 2600 mots, 2 fig. — Cette ligne est en partie à adhérence et en partie à crémaillère. La caisse des automotrices est montée sur deux bogies à deux essieux. Les moteurs sont alimentés par du courant continu à 1600 V, ils sont toujours montés en série. La puissance horaire de chaque moteur est de 170 ch. Dans sa marche sur crémaillère on couple en série les inducteurs des deux moteurs ; pour la marche à adhérence, on les couple en parallèle. L'article donne quelques indications sur les freins mécaniques et électriques des voitures, sur le groupe convertisseur d'éclairage, sur le groupe compresseur alimentant les commandes pneumatiques et sur le chauffage des trains.

625.523 (494). — Le funiculaire Sierre-Montana-Vermala. *Revue B. B. C.*, novembre 1915, t. II, p. 155-157, 1500 mots, 2 fig. — Cette ligne est divisée en deux tronçons de 2836 m et 1389 m. Le premier tronçon possède le plus long câble de tous les funiculaires suisses. L'article décrit les voitures, les stations motrices et leurs moteurs triphasés à bagues.

625.13 (44). — Le tunnel de Puymorens ; P. Baillette. *L'Ingénieur-constructeur*, août à octobre 1918, t. XVII, p. 147-150, 800 mots, 4 fig. — Le tunnel de Puymorens, d'une longueur de 5 330 m entre le plan des tympans, sur la ligne d'Ax-les-Thermes à la frontière espagnole, relie les vallées de l'Ariège et du Sègre de Carol à 1 450 m d'altitude en moyenne. Les travaux ont été difficiles à exécuter dans un endroit dénué de ressources et de moyens de communication ; c'est un service de camions automobiles qui transportait le matériel. Une importante chute d'eau obtenue par le barrage d'un lac fournit pendant la plus grande partie de l'année l'énergie nécessaire au fonctionnement des locomotives électriques, des perforatrices, et alimente pour ses besoins le

Digitized by Google

Digitized by Google

chantier sud, par une ligne aérienne de 12 km de longueur. Dans les parties maçonnées du tunnel on s'est servi de moellons artificiels en béton comprimé sur place, les broyeurs et bétonniers fonctionnaient électriquement. Le tunnel à voie unique est en alignement droit et se compose d'une rampe de 34 mm : m sur 3586 m de long partant de la tête nord, à la cote 1 455,20 ; d'un palier de 100 m de long ; d'une pente de 3 mm : m sur 1 644 m de long, aboutissant à la tête sud à la cote 1 562,20. Les galeries d'avancement se sont rencontrées le 24 décembre 1914 avec des écarts insignifiants en plan et en profil.

625.621.5. — Les aiguillages automatiques ; R.-C. CRAM. *Electric Railway Journal*, 19 octobre 1918, t. LII, p. 686-693, 5 600 mots, 14 fig., 1 tab. — Cet important article débute par un historique de la question en ce qui concerne les tramways et il cite tous les types qui ont été proposés, y compris ceux utilisés lors de la traction des tramways par cheval. L'auteur envisage ensuite la nature du problème à réaliser et décrit quelques types; il passe ensuite à l'analyse des troubles de fonctionnement et envisage le cas des terminus et autres points très compliqués où un poste de manœuvre s'impose; il décrit à ce propos l'équipement d'un tel poste, il traite ensuite des dispositifs automatiques de protection aux passages à niveau où les tramways doivent croiser des lignes de chemins de fer. Il termine par l'étude des moyens de prévention des défauts de fonctionnement des aiguillages automatiques du fait des conditions climatériques (gelées, pluies, etc). Il déclare enfin que ces appareils automatiques ont besoin d'une constante surveillance de la part du personnel d'entretien des compagnies. Les figures représentent des types divers ainsi que des schémas de pose. — P. V.

621 334. — Les emplois divers des trucks électriques pendant la guerre. *Electrical Record*, août 1918, p. 57-67, 4 000 mots, 42 fig. — Cet article est une véritable mise au point de la question de l'emploi des trucks à accumulateurs. Il débute par un tableau de spécifications de trucks et de tracteurs issus de 15 maisons de constructions, chaque maison possédant plusieurs types. Pour chaque type, on donne la charge transportable ; la vitesse à vide et en charge; le poids avec la batterie; la longueur totale ; les dimensions de la plate-forme, le nombre d'essieux directeurs ; le mode d'action des freins; le type de bandages des roues avec leurs dimensions; le rayon de la courbe minimum qu'on peut effectuer ; le type de paliers; la transmission (engrenages, chaîne, vis sans fin, etc) ; l'origine des moteurs, leur puissance ; le type de contrôleur; l'origine des batteries, le nombre d'éléments, le régime de charge ; les dispositifs automatiques. — Vient ensuite la description d'un certain nombre de ces trucks, avec photographies à l'appui, montrant les détails de construction, la disposition des plates-formes et du siège de l'opérateur, la grue électrique portée par certains types de trucks, la plate-forme mobile de certains autres, etc. — Enfin, de nombreuses autres photographies représentent trucks et tracteurs dans les services les plus variés. — P. V.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654.25. — Valeur de la conductivité de l'eau de mer pour des courants de fréquence radiotélégraphique ; Balth van der POL. *Philosophical Magazine*, juillet 1918, 6e série, t. XXXV, p. 88-94, 2 fig. — Quand des ondes hertziennes passent au-dessus de la terre, elles subissent une diminution d amplitude à mesure qu'elles s'éloignent de la station émettrice, par suite de leur absorption par les matières qui constituent la croûte terrestre. Cette diminution est due principalement à la conductivité des substances en question. Au-dessus de la mer, au contraire, et pour un même poste émetteur, les amplitudes restent toujours plus grandes que si l'on supposait la sphère terrestre constituée par des corps infiniment bons conducteurs. Comme le plus grand trafic par télégraphie sans fil se fait par-dessus les océans, il y a donc un grand intérêt à connaître la conductivité de l'eau de mer pour les courants de haute fréquence. L'auteur décrit et discute une méthode qui lui a donné les résultats suivants. Si l'on représente par σ_∞ la conductivité relative à des courants de basse fréquence, par σ_x celle relative à la fréquence correspondant à une longueur d'onde de x mètres, on trouve que

$$\sigma_x = \sigma_{3400} = 1{,}001\ \sigma_\infty$$
$$\sigma_{1870} = 0{,}999\ \sigma_\infty$$
$$\sigma_{1070} = 1{,}002\ \sigma_\infty$$
$$\sigma_{600} = 1{,}003\ \sigma_\infty$$
$$\sigma_{275} = 1{,}005\ \sigma_\infty .$$

Ces valeurs montrent que la conductivité de l'eau de mer, pour toutes les fréquences utilisées en télégraphie sans fil, est égale à celle mesurée en courant continu, avec une approximation d'environ 1/2 pour 100 ; soit 0,0377 mho par centimètre cube ou $3{,}77 \times 10^{11}$ U. E. M. Comme la conductivité varie beaucoup avec la température et la nature de l'échantillon, on peut admettre qu'elle est comprise entre 1 et 5×10^{-11} et c'est dans cet intervalle que l'on devra choisir la valeur numérique qui devra servir de base à une théorie de la propagation des ondes hertziennes sur la mer.

654.25. — Sur les courbes caractéristiques et les conditions de stabilité des régimes ; J. BÉTHENOD. *R. G. E.*, 13 juillet 1918, t. IV, p. 35, 500 mots, 1 fig. — Comme complément à des publications antérieures faites dans « La Lumière électrique », l'auteur étudie l'amorçage spontané d'un phénomène oscillatoire dans le cas d'un montage particulier des circuits.

DIVERS

62 (017). — Nomenclature; A.-P. TROTTER. *Electrical Review*, Londres, 22 mars 1918, t. LXXXII, p. 268-270, 2 200 mots. — Ce n'est pas seulement en France qu'on éprouve le besoin de restreindre l'emploi de néologismes plus ou moins heureux. L'auteur de l'article, président du « Nomenclature Committee » nommé en 1909 pour enregistrer les termes utilisés, choisir entre ceux qui sont employés dans le même sens, etc., expose quelques réflexions intéressantes. Il préfère le terme de *continuous current* à celui de *direct current*, qui est venu des Etats-Unis pour désigner le courant continu, et le mot de *pressure* à celui de *voltage* ou de *tension* pour désigner la tension. Il signale un certain nombre d'expressions différentes utilisées en Angleterre et aux Etats-Unis.

Expression anglaise.	*Expression américaine.*
Carcase (of a dynamo).	Body (of a dynamo).
Choking Coil.	Reactance Coil *ou* Kicking Coil.
Period.	Cycle.
Earth.	Ground.
Feeder Box.	Junction Box.

A. B.

62 (017). — Sur la terminologie technique. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 209, 900 mots. — Note sur une proposition de M. Cauchie, rédacteur des Postes et Télégraphes, de remplacer l'expression « circuit fantôme » par « circuit quadrifilaire ».

Digitized by Google

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

621.31 : 38. — Le commerce des appareils électriques après la guerre. *Electrical Review*, Londres, 5 juillet 1918, t. LXXXIII, p. 21-22, 2 000 mots. — Suite d'un rapport sur cette importante question.

338 (44.7). — L'évolution industrielle de la région pyrénéenne ; Auguste PAWLOSKI. *La Nature*, 29 juin 1918, n° 2 335, p. 401-405, 3 600 mots, 6 fig. — L'auteur passe en revue les industries des Pyrénées avant la guerre et les progrès accomplis dans cette région depuis deux ans. De grandes usines se sont installées, utilisant la force hydro-électrique, l'électrochimie occupe la première place. Des aménagements de grandes chutes sont en construction pour obtenir une production plus intense d'énergie électrique.

621.316 : 382. — Exportation de l'énergie électrique de la Suisse. *E. T. Z.*, 6 juin 1918, t. XXXIX, n° 23, p. 230, 100 mots. — Le conseil fédéral suisse vient de rendre une ordonnance entrant en vigueur le 15 mai 1918 suivant laquelle toute exportation d'énergie électrique est subordonnée à son approbation, et peut être suspendue immédiatement sans indemnité ; de plus, une redevance de 0,20 fr par kilowatt exporté, doit être versée chaque année au bureau des forces hydrauliques du ministère de l'Intérieur. — J. C.

621.31. — Sur la production et la distribution de l'énergie électrique après la guerre ; C. CLERICI. *Elettrotecnica*, 25 septembre 1918, t. XXII, p. 373, 300 mots.

621.31 (42). — Le développement des industries électriques en Angleterre après la guerre. *Electrician*, 1er septembre 1918, t. LXXXI, p. 421, 1 300 mots.

621.31 (47). — L'industrie électrique en Russie ; Allan MONKHOUSE. *Electrical Review*, Londres, 20 septembre 1918, t. LXXXIII, p. 269-271, 3 200 mots. — A l'heure actuelle l'industrie russe est en complète léthargie; néanmoins, il peut être intéressant de passer en revue ce qu'était l'industrie électrique dans ce pays avant que la guerre civile et l'anarchie n'aient fermé toutes les usines. C'est ce qu'a entrepris l'auteur de l'article; il estime que la reprise de l'activité industrielle n'est qu'une question de temps, et qu'une fois l'ordre rétabli les possibilités de l'industrie électrique, dans cette contrée si riche en ressources naturelles, seront énormes. Il passe en revue le rôle joué par les principales firmes électriques de construction de matériel divers.

P. V.

621.31 (73). — La production de l'énergie électrique en Amérique ; Ch.-Pr. STEINMETZ. *Electtrotecnica*, 25 septembre 1918, t. XXII, p. 375-377, 3 000 mots, 5 fig., 3 tab.

662.66 : 338.97. — Le service d'économie de combustible à la Compagnie des forges et aciéries de la Marine et d'Homécourt ; Théodore LAURENT. *Revue de Métallurgie*, mars-avril 1918, n° 2, p. 117-126, 6 600 mots.

368.032. — Expérience sur une organisation d'assurances coopératives ; Charles MORRISON. *Electrical World*, 25 mai 1918, t. LXXI, p. 1 082-1 083, 2 300 mots, 1 fig. — Plus de cent compagnies de gaz et d'électricité de l'Etat de New-York se sont réunies en vue de former une association coopérative d'assurances. L'article montre comment l'expérience a consacré l'excellent résultat d'une organisation de ce genre.

621.31. — L'avenir des industries électriques après la guerre. *R. G. E.*, 14 septembre 1918, t. IV, p. 218, 250 mots.

331.87. — Les résultats de l'organisation scientifique du travail ; THOMPSON et DE FRÉMINVILLE. *Bulletin des Ingénieurs civils de France*, n° 6, séance du 28 juin 1918. Communication faite aux ingénieurs, p. 83-100, 6 800 mots.

381.27. — La carte d'identité des voyageurs de commerce. *R. G. E.*, 24 août 1918, t. IV, p. 178, 150 mots.

387.1. — La réorganisation de nos ports de commerce ; Paul DE ROUSIERS. *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale*, juillet-août 1918, t. CXXX, p. 22-40, 8 600 mots 3 tab. — Après avoir examiné le rôle des ports français pendant la guerre, l'auteur étudie comment doit être opérée la réorganisation intérieure de nos ports, puis leur réorganisation extérieure (liaison avec les arrière-pays). En terminant, il insiste sur l'intérêt général que présente cette réorganisation, tout Français, qu'il soit industriel, commerçant ou agriculteur, ou simplement consommateur, étant intéressé à l'amélioration de nos ports.

387.5. — La marine de commerce ; E. BERTIN. *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale*, juillet-août 1918, t. CXXX, p. 40-67, 15 600 mots, 3 fig., 6 tab. — Après une étude approfondie de la question, l'auteur conclut que nos chantiers de construction peuvent jouer un rôle important après la guerre si chacun d'eux consent à se spécialiser dans un type. Le reproche que l'on fait aux chantiers français de ne pas produire à assez bon marché n'est pas absolument fondé, car des exemples indiquent que des gouvernements et des armateurs étrangers ont trouvé avantage à s'adresser chez nous. D'autre part, ce n'est pas parce que notre industrie métallurgique est moins importante que dans d'autres pays qu'il nous faut renoncer aux constructions maritimes : l'industrie navale est, en effet, florissante en Italie et au Japon où la métallurgie du fer fait défaut; d'ailleurs ne sommes-nous pas en droit d'espérer que cette métallurgie prendra bientôt un essor considérable ?

FINANCES

332.76. — Les chèques postaux. *R. G. E.*, 24 août 1918, t. IV, p. 283-285, 2 800 mots. Analyse d'une étude de M. TAFFIN publiée dans les *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1918, p. 259-269.

657.37 (065).2. — Société d'éclairage et de force par l'électricité à Paris. Assemblée générale ordinaire du 24 juin 1918. *R. G. E.*, 7 septembre 1918, t. IV, p. 358, 400 mots.

657.37 (065).2. — Société hydro-électrique des Basses-Pyrénées. *R. G. E.*, 31 août 1918, t. IV, p. 324, 300 mots. Assemblée générale ordinaire du 22 juin 1918.

657.37 (065).2. — Société nantaise d'éclairage et de force par l'électricité. Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1918. *R. G. E.*, 7 septembre 1918, t. IV, p. 358, 500 mots.

657.37 (065).2. — Compagnie des Tramways de Paris et du Département de la Seine. Assemblée générale ordinaire du 18 juin 1918. *R. G. E.*, 28 septembre 1918, t. IV, p. 477-478, 600 mots.

657.37 (065).2. — Compagnie des Omnibus et Tramways de Lyon. Assemblée générale ordinaire du 27 avril 1918. *R. G. E.*, 28 septembre 1918, t. IV, p. 478, 1 000 mots.

657.37 (065)2. — Compagnie Continentale Edison. Assemblée générale ordinaire du 26 juin 1918. *R. G. E.*, 5 octobre 1918, t. IV, p. 515-516, 500 mots.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J.-B. NOUET.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.311.9. — Régulateurs électriques; Société anonyme Westinghouse. *Brevet français n° 486 217*, demandé le 18 juillet 1917, délivré le 22 décembre 1917, publié le 19 mars 1918, 2 200 mots, 1 fig. — Le dispositif préconisé s'applique particulièrement aux systèmes compensateurs chargés de régler automat quement la tension des réseaux alternatifs en des points donnés. Chacun des 2 électro-aimants du régulateur comporte 2 circuits ; l'un d'eux est en série avec l'enroulement correspondant de l'autre électro, les 2 autres circuits sont alimentés séparément par l'intermédiaire de transformateurs de tension. — J. C.

621.312.031.3. — Régulateur de champ pour générateurs électriques ; David Heimann. Addition n° 20 476 au *Brevet français n° 461 993*, demandée le 19 avril 1917, délivrée le 10 décembre 1917, publiée le 8 mars 1918, 1 000 mots, 4 fig.

621.312 2.00.12. — L'effet des courts-circuits prolongés et la répartition du flux dans les alternateurs à pôles saillants ; N.-S. Diamant. *Proceedings of the A. I. E. E.*, mai 1918, t. xxxvii, p. 435-496, 16 000 mots, 37 fig., 15 tab. — L'auteur montre qu'avec les distributions de champ inducteur qu'on rencontre ordinairement en pratique, l'onde de flux résultant en cas de court-circuit prolongé sera extrêmement déformée, pour la simple raison qu'avec les très faibles tensions obtenues en pareil cas, l'onde fondamentale de la courbe d'induction du champ est tellement réduite par la réaction d'induit que les harmoniques supérieurs prennent un rôle très prédominant et dépassent de plusieurs centaines pour 100 l'onde fondamentale du court-circuit prolongé. Comme corollaire, on trouve que la courbe d'induction en charge ne doit pas différer beaucoup de la courbe du champ à vide, puisque l'onde fondamentale restera assez grande pour continuer à jouer son rôle. L'effet de magnétisation transversale de la réaction d'induit est, naturellement, de rendre la courbe d'induction dyssymétrique par rapport à l'axe qui passe par le centre du pôle. L'auteur étudie les oscillations magnétiques non seulement au moyen de bobines d'exploration statoriques à pas entier, mais aussi au moyen de bobines rotoriques et statoriques à pas fractionnaire. Il appelle l'attention sur les faits suivants, pour lesquels il fournit des explications et des preuves théoriques : 1° les rides qu'on voit à la crête des courbes de force électromotrice des bobines d'exploration statoriques sont dues moins aux pulsations de flux que (a) au balancement pendulaire du flux en travers du pôle et (b) au fait que les conducteurs coupent une courbe d'induction dont la partie supérieure est formée d'indentations rectangulaires ; 2° les oscillations les plus importantes auxquelles donne naissance la réaction d'induit ont une fréquence égale à 4 fois et 6 fois celle de la machine pour les alternateurs diphasés et triphasés respectivement ; 3° un rotor excentrique donne lieu à des pulsations une fois par tour, en charge ou à vide, mais n'en donne aucune en cas de court-circuit prolongé ; 4° les forces électromotrices et les flux décelés par les bobines d'exploration placées au sommet d'une dent sont beaucoup plus grandes que les forces électromotrices et les flux relatifs aux bobines placées au sommet d'une languette d'encoche ; 5° l'espacement des rides des forces électromotrices à vide est inégal, contrairement à la théorie ; 6° les forces électromotrices et les flux pour la bobine d'exploration placée au fond d'une encoche sont plus grands que les forces électromotrices et les flux pour la bobine placée au haut de l'encoche ; 7° les forces électromotrices dues aux harmoniques 3 des bobines d'exploration du stator croissent en même temps que l'excitation. — P. L.

621.315.15. — Perfectionnements aux dispositifs protecteurs des circuits de distribution; Compagnie française Thomson-Houston. *Brevet français n° 485 938*, demandé le 30 octobre 1916, délivré le 1er décembre 1917, publié le 20 février 1918, 1 400 mots, 2 fig. — Cette invention consiste à faire intervenir une matière radio-active dans le fonctionnement des parafoudres à vide. On sait, en effet, que les parafoudres à vide ne se déchargent pas toujours immédiatement ; il s'écoule un temps indéterminé et variable entre l'application de la surtension à l'éclateur et la décharge. Dans la théorie de l'ionisation par choc, la présence d'un ion au voisinage de l'éclateur suffit à amorcer la décharge par ionisation progressive. La matière radio-active introduite dans le tube du parafoudre a justement pour but de fournir les ions nécessaires à l'amorçage et à la propagation instantanée de la décharge. On emploie à cet effet une petite quantité d'une solution de chlorure de radium. — J. C.

621.315.15. — Les parafoudres à oxyde métallique. *Engineering*, 6 septembre 1918, t. cvi, p. 262-263, 2 200 mots. — Le parafoudre est un appareil qui a pour but de dériver à la terre le courant résultant d'une augmentation brusque et considérable de la tension. Lorsque les circuits électriques ne comportaient que des lignes télégraphiques et à courants faibles, le type de parafoudre à intervalle d'air donnait de bons résultats, mais pour les circuits de transport de force, ce type ne répondait bientôt plus au but à atteindre et il devint nécessaire de chercher un appareil plus efficace ; le parafoudre à cornes vint combler la lacune ; l'arc formé par la décharge est poussé vers le haut du parafoudre par réaction dynamique, et lorsque sa longueur est suffisante, il se coupe ; bien que cette interruption automatique de l'arc ne demande qu'une fraction de seconde, la durée est encore trop grande et il a été nécessaire de munir l'appareil de dispositifs de soufflage. — Pour les circuits à courant alternatif dont la capacité électrostatique est faible, on a créé le parafoudre à rouleaux ; l'arc doit alors franchir un grand nombre d'intervalles d'air dont la somme est plus grande que l'intervalle unique du parafoudre à cornes pour une même

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité.* — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

tension. Le métal des cylindres paraît jouer un certain rôle mais peu de communications ont été faites sur ce sujet. L'accroissement de la tension ainsi que l'augmentation de la capacité des circuits ont amené l'emploi du parafoudre électrolytique qui a l'avantage de couper l'arc en une petite fraction de la durée de l'onde. Cet appareil consiste en un certain nombre de cônes d'aluminium empilés et séparés par un électrolyte ; sous l'action du courant, une couche d'oxyde se forme sur le métal ; cette couche d'oxyde peut supporter 250 à 350 v ; au delà de cette tension, l'action cesse pour se reproduire si la tension baisse au-dessous de cette limite. Un nouveau type d'appareil qui paraît avoir été proposé par M.-F. Creighton et A. Longee en 1918 est constitué par des plaques de peroxyde de plomb supportées par des anneaux de porcelaine séparés par des plaques d'acier peint ou couverts d'une couche d'oxyde isolant. L'article donne quelques détails de construction et aussi quelques résultats des essais entrepris sur cet appareil par Steinmetz, Peek, Rushmore et Dubois, Wut et d'autres. — E. B.

621.315.1. — Appareil automatique pour débarrasser de la neige les lignes électriques ; Virginio Césari. *Brevet français n° 485.980*, demandé le 27 juin 1917, délivré le 4 décembre 1917, publié le 26 février 1918, 200 mots, 7 fig. — Cet appareil permet à la tige supportant la ligne électrique de glisser axialement sous l'action du poids de la neige, contrebalancé par des ressorts : un certain poids de neige provoque le déclanchement de marteaux latéraux qui secouent le fil et font tomber la neige. Les ressort ramènent le fil à sa position normale. — J. C.

621.315.2. — Effets des mouvements du sol sur les canalisations des distributions d'énergie. *Electrical Review*, Londres, 16 août 1918, t. LXXXIII, p. 148-149, 700 mots. — Des accidents s'étant produits en Angleterre par suite d'affaissements du sol, l'article en question montre quels en ont été les effets sur les câbles souterrains.

621.315.22. — Armatures pour câbles unipolaires pour courants alternatifs : M.-A. Roselli. *Brevet français n° 478 752*, demandé le 19 mai 1914, délivré le 9 octobre 1915, publié le 7 janvier 1916, 500 mots, 2 fig. — Il s'agit d'une armature en feuillard enroulée en spirale avec interposition de rubans spirale en matière isolante. — J. C.

621.316.24. — Convertisseur de phases ; Société anonyme Westinghouse. *Brevet français n° 485.986*, demandé le 28 juin 1917, délivré le 4 décembre 1917, publie le 26 février 1918, 3 000 mots, 12 fig. — Dans les convertisseurs de phase mono-triphasés un accroissement de charge provoque une baisse de la tension secondaire, d'où déséquilibrage de la distribution triphasée et mauvais fonctionnement du réseau. L'invention remédie à cet inconvénient en alimentant le rotor par une tension auxiliaire. Comme les courants dans le rotor ont une fréquence double de celle du courant primaire, la tension auxiliaire compensatrice doit avoir aussi une fréquence double. On utilise pour cela soit une machine série à collecteur, soit une excitatrice d'induction tournant à la même vitesse que le convertisseur et dont le stator est alimenté par du courant alternatif pris aux bornes du convertisseur, le champ tournant ainsi créé tournant en sens inverse du rotor : de cette façon, le rotor produit des courants de fréquence double qu'on utilise pour le compoundage du convertisseur. — J. C.

621.316.4. — Systèmes de distribution ; Société anonyme Westinghouse. *Brevet français n° 486 259*, demandé le 13 mars 1917, délivré le 24 décembre 1917, publié le 20 mars 1918 ; 4 300 mots, 11 fig. — Ensemble de perfectionnements aux systèmes de distribution dans lesquels les courants polyphasés sont obtenus à l'aide d'une source monophasée débitant sur un carré monocyclique ou pont, comportant des condensateurs et des résistances inductives alternativement reliés en série ; l'alimentation monophasée se fait aux sommets diagonaux du carré et les courants biphasés sont recueillis aux quatre sommets. L'invention préconise divers moyens de maintenir l'égalité des tensions sous des régimes de charge différents. — J. C.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.1.031.1. — La chute de vitesse des moteurs à courant continu excités en dérivation. *Revue B. B. C.*, octobre et novembre 1916, p. 151-153 et p. 168-170, 4 200 mots, 7 fig. — L'article étudie tout d'abord les différentes causes dont dépend la caractéristique vitesse-courant des moteurs à courant continu excités en dérivation et expose l'importance de la forme de la courbe pour la stabilité du moteur ; il montre qu'un moteur à caractéristique ascendante est toujours moins stable qu'un moteur à caractéristique descendante et que son fonctionnement peut même devenir instable quand le couple résistant augmente avec la vitesse. L'auteur indique ensuite deux méthodes employées pour augmenter ou provoquer cette chute de vitesse : l'une consiste dans le compoundage des pôles principaux, l'autre le compoundage des pôles auxiliaires ; cette dernière méthode est très économique, mais ne peut être appliquée qu'aux moteurs marchant dans un sens.

621.313.25. — Le contrôle des moteurs d'induction ; C.-E. Clewell. *Electrical World*, 7 septembre 1918, t. LXXII, p. 438-441, 3 100 mots, 12 fig. — Dans cet article, l'auteur décrit les dispositifs divers de démarrage des moteurs d'induction ; il étudie d'abord le montage avec résistances intercalées dans deux phases du stator ; ensuite, l'emploi d'auto-transformateurs ; plusieurs schémas de montage illustrent ces deux méthodes. Il passe ensuite à la description de démarreurs complètement automatiques à commande par simple bouton-poussoir ; des photographies représentent quelques types de ces appareils ; une autre représente un auto-transformateur pour le démarrage d'un moteur de 900 ch. — P. V.

621.344 : 624.884. — L'équipement électrique du pont de Keadby (Angleterrre). *Electrical Review*, Londres, 18 octobre 1918, t. LXXXIII, p. 367-368, 2 000 mots, 4 fig. — Description assez complète du pont et de son équipement électrique ; l'une des portées peut être relevée comme un pont-levis, découvrant dans la rivière Trent, au-dessus de laquelle le pont est établi, une largeur de 46 m pour le passage des bateaux. La portée mobile est actionnée par deux moteurs à courant continu de 115 ch, 220 v, 380 t : min, ayant une capacité de surcharge de 100 pour 100 et à excitation compound. L'article décrit en détai leur mode d'action ainsi que leur équipement de commaulde. — P. V.

ECLAIRAGE

535.24 + 535.7. — L'art de l'éclairage ; H.-M. Levylier. *Revista del Centro Estudiantes de Ingenieria*, juin, juillet et août 1918, p. 72-97, 288-312 et 378-397, 32 fig. — L'ensemble de ces trois articles forme une étude assez complète de l'optique physiologique et de la photométrie. Le premier contient, après une introduction, un exposé des propriétés des radiations lumineuses et de leurs effets sur l'œil. Le second article est consacré aux grandeurs et unités photométriques et aux lois physiques de l'éclairage ; il en est fait quelques applications au calcul du flux dans divers cas particuliers. Dans son dernier article, l'auteur expose les lois physiologiques de l'éclairage : loi logarithmique de la sensation ou loi de Fechner, l'effet physiologique des couleurs, l'analyse et la synthèse des couleurs. Il termine par la description des appareils photométriques et le rappel de leurs principes : photomètre de Bunsen, de Lummer-Brodhun, de Blondel-Broca, de Sharp-Melar, illuminomètre de Macketh.

Digitized by Google

Digitized by Google

613.586.1. — L'art de l'éclairage; sa pratique et ses possibilités dans les intérieurs; Luckiesh. *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, 30 août 1918, t. XIII, p. 354, 600 mots. — La variété de direction, l'intensité, la répartition et un choix judicieux de la couleur de la lumière, constituent des facteurs importants pour l'éclairement des intérieurs. L'auteur préconise comme une nécessité, si l'on veut réaliser un éclairage artistique, la coopération cordiale de l'architecte, de l'entrepreneur et des ingénieurs éclairagistes. — A. B.

613.586.1. — Sur les proportions préférables dans la combinaison d'un éclairage général et d'un éclairage localisé; F.-C. Caldwell et W.-M. Holmes. *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, 30 août 1918, t. XIII, p. 303-322, 11 200 mots, 4 fig. 5 tab. — Quand les conditions justifient l'emploi combiné d'un éclairage localisé et d'un éclairage général, il devient intéressant d'observer une proportion équitable entre les deux éclairements. Si on réalise en un point déterminé d'une pièce une forte intensité par l'emploi unique de l'éclairage général, il est difficile d'éviter l'éblouissement par la ou les sources de lumière, surtout dans un local de faibles dimensions. D'un autre côté, en essayant d'obtenir un tel éclairement, uniquement par une source localisée, on s'expose à des contrastes peu harmonieux. Dans tout cas particulier il doit y avoir une combinaison de deux formes d'éclairement qui donne, dans son ensemble, la plus grande satisfaction. — Les conditions des essais effectués par les auteurs sont les suivantes : l'expérience était réalisée dans une petite chambre de 4,6 × 4,6 m munie d'un plafond blanc situé à 2,7 m de haut. Les murs étaient, dans une série d'expériences, recouverts d'un calicot noir dépourvu de lustre, et dans l'autre, de papier clair. L'éclairement général était obtenu au moyen de lampes contenues dans des caisses disposées sur chaque côté de la pièce; chacune de ces quatre caisses contenait 5 lampes de 15 à 100 w pouvant, grâce à des réflecteurs, éclairer le plafond, dont elles étaient distantes de 1,20 m. L'éclairage localisé sur une table de travail était obtenu au moyen d'une lampe portative entourée d'un abat-jour de forme parallélipipédique en papier blanc; — un livre était déposé sur la table. — On a fait varier les proportions entre l'éclairage général et l'éclairage localisé et on a recueilli les impressions d'une centaine d'observateurs. On peut les résumer de la manière suivante : 1° avec un plafond blanc et des parois sombres et pour des éclairements sur la table de travail compris entre 2 et 6 bougies-mètres, on préfère généralement 40 pour 100 d'éclairage localisé et 60 pour 100 d'éclairage général; 2° dans l'intervalle précédent, le rapport n'est matériellement pas affecté par la valeur de l'éclairement sur la table de travail; 3° ce rapport est approximativement le même pour les hommes et les femmes; 4° il ne change guère quand on remplace la tenture sombre du mur par un papier clair; 5° pour les proportions ci-dessus d'éclairage direct et d'éclairage indirect, le rapport de l'éclairement du plafond à celui de la table de travail était compris entre 2,5 et 3. — A. B.

621.326.4. — Application de filaments à structure cristalline aux lampes à incandescence; F. Schroter. *Electrician*, 16 août 1918, p. 337, 1 300 mots. — Cet article examine la question très importante de la meilleure structure que doit avoir un filament de lampe à incandescence et il indique un procédé ayant pour but d'obtenir un filament métallique à cristaux dont les grands axes seraient orientés dans la direction du fil.

621.325. — Sur un dispositif spécial d'arc refroidi pour la projection; Virgilio Bellini. *Elettrotecnica*, 25 juillet 1918, t. XXII, p. 286-287, 1 000 mots, 1 fig.

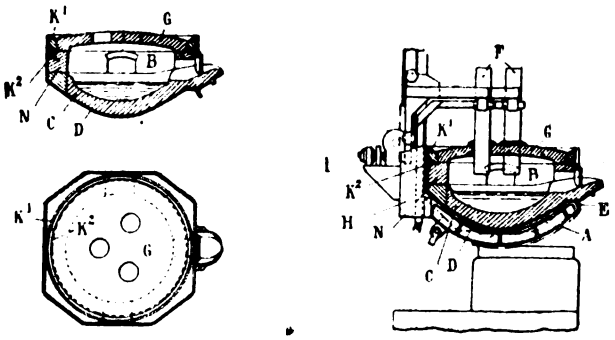
APPLICATIONS THERMIQUES

621.364.5. — Une cuisine électrique moderne dans une station centrale. *Electrician*, 23 août 1918, t. LXXXI, p. 357, 800 mots.

536.521 + 666.13. — Le contrôle de la température des fours de fusion du verre; C. N. Fenner. *Physical Review*, février 1918, p. 141-143; *Science Abstracts*, section A, mai 1918, p. 234, 200 mots. — Les verreries de Rochester de la Bausch et Lomb Optical Co avaient, depuis quelque temps, été équipées avec des éléments thermiques Platine-Platine-Rhodium introduits dans les parois des fours et aboutissant à un appareil à lecture double convenablement situé pour la lecture par les ouvriers, mais la régulation de température ne fut pas trouvée satisfaisante. On a alors installé des pyromètres optiques basés sur le principe des instruments Holborn-Kurlbaum et Morse; des essais soigneux en ont montré la haute efficacité. Certaines difficultés dans la fabrication du verre ont pratiquement disparu depuis l'introduction de ces pyromètres optiques, au moyen desquels on peut opérer un contrôle serré et maintenir une température dans d'étroites limites, ce qui est absolument nécessaire dans certains cas. — P. V.

621.365. — Les établissements sidérurgiques Catani de Rome. *Ingegneria Italiana*, 21 février 1918; *Génie civil*, 24 août 1918, t. CLXXIII, p. 159, 500 mots. — Ces établissements ont commencé à fonctionner en 1916 avec un seul four électrique Catani de 100 kw, un marteau électropneumatique, des machines-outils et appareils accessoires. Un autre four électrique Catani de 500 kw a été mis en route en novembre 1917. Dans le four Catani, on suspend les électrodes par une très petite partie de leur section supérieure et on assure de bons contacts sur les côtés au moyen de barres de cuivre de large section entre lesquelles glissent verticalement les charbons. Les barres de cuivre sont creuses et à l'intérieur on établit une circulation d'eau de refroidissement. Dans le four triphasé du dernier modèle, les groupes de barres sont au nombre de trois, isolés entre eux et prenant contact séparément, d'une part avec une des trois électrodes glissant verticalement dans la cuve du four, d'autre part avec les branchements d'amenée de courant, dont le bon contact est assuré par un dispositif spécial.

621.365. — Perfectionnements dans les fours électriques; Société Electrométallurgique française. *Brevet français n° 486 644*, demandé le 31 août 1917, délivré le 31 janvier 1918, publié le 23 avril 1918, 600 mots, 6 fig. — L'invention se rapporte plus particulièrement aux moyens



621.365. — Dispositif de four à sole amovible pour les inspections et les réparations.

d'obvier à la perte de temps résultant du chargement ou de la réparation de la sole. — Dans certains fours les électrodes sont montées sur une potence fixée sur un chariot indépendant du four; il suffit alors d'éloigner le chariot du four pour exécuter les réparations. Dans d'autres au contraire la sole est fixée rigidement dans les conditions de travail normales à un contre-châssis portant les électrodes et non disposé pour se rapprocher ou s'éloigner du four, et on éprouve une perte de temps considérable quand des réparations sont nécessaires; c'est à ce dernier type de

Digitized by Google

Digitized by Google

fours que se rapporte l'invention. — Les figures 1, 1ª, 1ᵇ, montrent son application à un four. A est le berceau du four; B un corps comprenant la sole avec une garniture réfractaire C et une enveloppe D, de préférence en tôle d'acier; l'enveloppe D est fixée au berceau A par des boulons passant dans un rebord E; le couvercle ou culasse G et les parois latérales N sont fixés au châssis d'arrière H par des boulons passant dans des équerres K^1 et K^2. Quand les électrodes ont été élevées au-dessus du couvercle et que l'on a retiré les boulons en E, K^1 et K^2, les diverses pièces G, O, N, C du corps peuvent être enlevées pour l'inspection, ou les réparations, par un dispositif approprié tel qu'une grue roulante. Si l'on dispose d'un corps entier de réserve, on économise encore le temps perdu pour le chargement en faisant celui-ci dans le corps de réserve pendant que le four est en service avec un autre corps; on substitue facilement le corps de réserve à l'autre quand l'opération est terminée; dans une installation comprenant plusieurs fours semblables on pourra n'avoir qu'un corps de réserve pour plusieurs fours.

621.365. — Fours électriques pour le traitement thermique des métaux; Baily. *Iron Age*, 9 mai 1918; *Génie civil*, 29 juin 1918, t. LXXII, p. 486, 300 mots. — Résumé d'une communication faite par M. Baily le 27 avril à la Section de Cleveland de l'Association of Iron and Steel Electrical Engineers. L'auteur dit que la pratique a consacré définitivement deux types de fours électriques sidérurgiques: le four à arc pour la production des hautes températures, pour la fusion de l'acier et les fours à résistance qui permettent d'obtenir et de régler avec une grande précision les températures nécessaires au traitement thermique des métaux sous ses différentes formes. M. Baily décrit les divers fours et passe en revue les modèles servant au traitement des arbres à manivelle, des billettes destinées à la fabrication des obus, des feuillards et rubans d'acier, etc.

621.392. — La soudure par l'arc électrique; R.-E. Kinhead. *Engineering*, 16 août 1918, t. CVI, p. 185-186, 4000 mots. — L'article est le résumé d'une conférence faite le 11 décembre 1917 devant la « Cleveland Engineering Society »; l'auteur distingue entre deux principaux procédés de soudure, l'un qui exige l'emploi de la chaleur et de la compression combinées et l'autre qui utilise seulement la chaleur; le premier est la forge proprement dite, tandis que le second constitue ce que l'on a appelé la soudure autogène. La soudure à la forge existe depuis que l'homme a su fabriquer le fer, elle repose sur le fait que, si deux morceaux de fer sont chauffés à une température telle qu'ils deviennent plastiques, ils peuvent être réunis ensemble et forgés, ils forment alors une masse unique et homogène. — L'art de la forge dépend de trois choses principales: les surfaces destinées à être réunies doivent être propres, de manière que les molécules de fer puissent venir en contact intime; la température du métal doit être telle que la cohésion des molécules de fer puisse être convenable, sans cependant être assez haute pour porter préjudice aux qualités physiques du métal; la pression mécanique doit être appliquée de telle manière que les molécules du métal entrent en contact intime. Le procédé dit de soudure autogène réalise ces conditions par addition de métal fondu sans emploi de la pression mécanique; le procédé de soudure électrique à arc emploie les deux moyens. Il y a deux sortes de procédés: l'un à arc au charbon, l'autre à arc avec électrode métallique. Le second procédé a toutes les préférences de l'auteur; la température de l'arc est extrêmement élevée en son centre, l'électrode métallique est toujours placée au pôle négatif; la raison de ce choix est que la plus grande quantité de chaleur est libérée au pôle positif et, comme le métal de la pièce à souder a plus de masse que l'électrode, il est avantageux de lui fournir la plus grande quantité de chaleur possible. Le choix du métal de l'électrode n'est pas indifférent; le métal de la soudure diffère peu du métal de la pièce, mais est, en général, dépourvu d'élasticité. — E. B.

621.392. — La soudure électrique; R.-E. Kinhead. *Engineering*, 23 août 1918, t. CVI, p. 213-215, 3000 mots, 3 tab. — L'application de ce système de soudure dans les ateliers de la ligne de Rock Island a donné des résultats très intéressants qui ont fait l'objet d'une étude spéciale ayant pour but de rechercher si la dépense de 40000 dollars était justifiée; en un mot, il s'agissait de déterminer si le système donnait des résultats économiques ou non. — L'auteur montre en un tableau très étendu que les frais de réparation de nombreuses pièces de locomotives sont inférieurs à ceux occasionnés par les anciens procédés de soudure au gaz; le procédé de soudure électrique amène une économie notable de chaleur et aussi de frais de main-d'œuvre, ce dernier facteur paraissant prendre de plus en plus d'importance. L'application du procédé dans les ateliers a eu pour résultat de rendre le travail de chaque ouvrier plus efficace, elle a augmenté le rendement dans des proportions notables, le même effort de travail augmentant la production. — L'emploi de la soudure a permis de réduire les dépenses d'environ 136000 dollars; cette économie s'augmente encore du fait que les locomotives pouvaient demeurer en service pendant un temps plus long correspondant à un gain total annuel de 1400 locomotives-jours qui auraient nécessité l'achat de quatre locomotives. — L'auteur complète cette étude économique de l'emploi du procédé de soudure électrique et revient ensuite aux perfectionnements de détails qui ont permis d'étendre l'emploi du procédé à des applications qui auraient paru impossibles il y a seulement un an. La soudure électrique est actuellement utilisée dans l'atelier des chaudières où elle remplace à peu près complètement le rivetage; les joints soudés sont en effet plus rapidement exécutés que les joints rivés et leur solidité est plus grande; un homme utilisant l'arc à souder fait autant de travail que quatre hommes occupés au rivetage; la dépense d'énergie électrique ne dépasse pas celle nécessaire pour actionner un marteau pneumatique. — E. B.

621.392. — Application de la soudure électrique à la construction des navires. *Engineering*, 23 août 1918, t. CVI, p. 197-199, 3000 mots. — Cette application est tout à fait récente et date, pour ainsi dire, de la guerre; elle s'est particulièrement développée en ces deux dernières années; il a été nécessaire d'assurer la sécurité et la régularité de ce procédé de soudure et d'assister les ouvriers par la recommandation de différents moyens et l'usage d'un sévère contrôle; en outre, il fut nécessaire d'assurer la fabrication uniforme des électrodes utilisées; l'opération a été rendue plus facile au moyen de procédés de réglage perfectionnés et par le choix de dimensions d'électrodes en rapport avec l'épaisseur de la pièce à souder. — Des recherches ont été entreprises pour trouver les moyens convenables pour éviter de brûler le métal et d'empêcher son oxydation; la composition de l'électrode doit varier avec celle du métal à souder et la recherche de la meilleure composition a demandé des études nombreuses et délicates; l'auteur s'étend quelque peu sur ce sujet. Il donne ensuite la description d'un certain nombre d'expériences ayant pour but la recherche: *a*. de la détermination du module d'élasticité et de la limite d'élasticité; *b*. de la tension de rupture et de l'allongement maximum; *c*. application de forces alternatives: 1° sur des pièces mobiles; 2° sur des pièces fixes; *d*. essais de: 1° pliage à froid; 2° chocs sur les pièces soudées. — Tous ces essais ont été effectués sur des pièces soudées aussi grandes que possible, particulièrement pour la recherche des coefficients d'élasticité. L'avantage de l'emploi de pièces de grandes dimensions résidait principalement dans l'obtention d'une valeur moyenne plus exacte. Les expériences étaient complétées par un examen microscopique et une analyse chimique des pièces soudées essayées. — L'auteur donne en détail les résultats de ces essais et examens et propose l'établissement d'un règlement pour l'application de ce système de soudure. — E. B.

621.392:621.187.2. — La réparation des chaudières et autres appareils par la soudure électrique; S. Kennedy.

Digitized by Google

Digitized by Google

Electrical Review, Londres, 23 août 1918, t. LXXXIII, p. 176, 1 300 mots. — Résumé d'une communication faite sur ce sujet à l'Institute of Marine Engineers.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

661.95. — Méthodes électrolytiques pour la préparation du peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée). *Revue générale des Sciences*, 15-30 août 1918, t. XXIX, p. 450. D'après un article de *Journ. of the Society of Chem. Ind.*, 15 juillet 1918, t. XXXVII, p. 257. — Deux nouvelles méthodes, reposant sur l'emploi de l'électrolyse, sont entrées récemment dans la pratique pour la fabrication du peroxyde d'hydrogène. La première repose sur l'emploi de l'acide persulfurique $H^2S^2O^8$ ou des persulfates. La seconde se base sur une observation de Traube d'après laquelle l'hydrogène produit à la cathode par l'électrolyse des acides dilués est facilement oxydé en H^2O^2 par l'oxygène gazeux.

669.537. — La métallurgie électrothermique du zinc; Jean ESCARD. *Génie civil*, 17, 24 et 31 août 1918, t. LXXIII, p. 124, 141 et 168, 16 000 mots. — L'auteur rappelle d'abord les procédés employés ordinairement pour la préparation du zinc par l'industrie métallurgique, puis il montre les avantages des procédés thermo-électriques; il examine ensuite les principaux de ces procédés en faisant la description des divers fours utilisés.

669.187. — La nouvelle aciérie électrique de Toronto (Canada). *Génie civil*, 29 juin 1918, t. LXXII, p. 479, 1 600 mots, 3 fig. — Notre confrère donne, d'après l'*Iron Age* du 25 avril 1918, une description détaillée de cette nouvelle aciérie. Elle possède 10 fours Héroult d'une capacité de 6 tonnes chacun. L'énergie électrique est fournie par une ligne triphasée à 25 p : sec et 13 200 v; le courant primaire alimente des transformateurs de 1 500 kv-A donnant 100 v au secondaire. Chaque four possède son transformateur et est muni de trois électrodes de 0,43 m de diamètre et d'un régulateur Thury placé dans la chambre des transformateurs. En arrière de chaque four, au niveau du plancher de chargement, se trouve le tableau de distribution portant les appareils de manœuvre pour le contrôle du four ainsi que les commandes des treuils pour le relèvement ou l'abaissement des électrodes. Au-dessous du contrôle se trouvent des appareils auxiliaires : une batterie d'accumulateurs de 60 éléments, des groupes moteurs-générateurs de 250 et 300 kw à courant continu, un compresseur d'air d'une capacité de 7 m³, enfin un atelier de réparations. L'approvisionnement des scraps a une capacité de 12 000 tonnes et est desservi par deux ponts roulants de 10 tonnes d'une portée de 22,85 m; ces ponts sont munis d'électro-aimants de levage de 1,40 m de diamètre. L'article donne un grand nombre de détails sur l'aménagement de l'usine.

MÉDECINE ET HYGIÈNE

621.386. — La création des plans en radiographie stéréoscopique; Henri BÉCLÈRE. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 7 octobre 1918, t. CLXVII, p. 533-534, 200 mots. — Le procédé employé par l'auteur pour rendre le relief est le suivant. Le segment de membre, légèrement enduit de vaseline ou de lanoline, est massé avec un sel opaque aux rayons X, tel que le sous-nitrate de bismuth ou le carbonate. La poudre pénètre dans les moindres méandres de la peau. Sur le cliché radiographique tous ces détails apparaissent très nettement. En stéréoscopie l'effet est saisissant. La peau avec sa structure rendue parfaitement visible montre tous ses contours et tous ses plis. Le squelette apparaît dans ses rapports exacts avec les téguments. La peau, sur les clichés, donne l'impression d'une fine enveloppe de baudruche qui ne trouble en rien la netteté des détails du squelette. L'application du procédé à l'étude du matelassage des moignons en vue de l'appareillage donne de précieux résultats. Les rapports du squelette et de la peau sont ainsi très faciles à étudier. Dans le cas d'esquilles, il devient très simple de les situer, ce qui permet de prévenir des accidents, grâce aux indications chirurgicales fournies.

621.386. — La radiographie anthropométrique du pouce (superposition des empreintes digitales, du squelette et de l'ongle); Henri BÉCLÈRE. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 30 septembre 1918, t. CLXVII, p. 499-500, 600 mots.

APPLICATIONS DIVERSES

654.9+629.123. — Méthode pour éviter les collisions en mer; J. JOLY. Communication à la *Royal Society* de Londres du 15-30 septembre 1918, t. XXIX, p. 528, résumée dans la *Revue générale des Sciences*, 15-30 septembre 1918, t. XXIX, p. 528. — La méthode proposée par l'auteur nécessite la détermination de la distance des deux navires à intervalles réguliers au moyen de signaux synchronisés, de préférence radiotélégraphiques et sous-marins. Le principe qui est à la base est que des navires qui s'avancent de façon à entrer en collision s'approchent l'un de l'autre avec une vitesse constante, c'est-à-dire que la vitesse relative est constante. S'ils marchent de façon à s'éviter, la vitesse relative n'est pas constante, car elle diminue jusqu'à zéro lorsque les navires sont le plus rapprochés pour changer de signe ensuite. Le mémoire donne des tables et des courbes montrant les variations de la vitesse relative pour différentes distances de passage. Si l'on admet qu'on peut, par l'emploi de signaux synchronisés, distinguer $\frac{1}{4}$ de mille marin, la méthode est certainement utilisable pour des navires qui passent à $\frac{1}{2}$ mille. Les avantages de la méthode sont qu'elle ne nécessite aucune intercommunication spéciale de navire à navire (autre que le signal synchronisé réglé supposé émis par tous les vaisseaux naviguant par brouillard et mauvais temps) et que la distance séparant les navires reste constamment en observation.

654.7. — Quelques notes sur les systèmes publics d'avertissement d'incendie; W. STUBBINGS. *Electrical Review*, Londres, 23 août 1918, p. 173-174, 1 800 mots. — Considérations sur les systèmes généralement employés et leurs causes de non-fonctionnement.

DIVERS

62 (072) (42). — Recherches scientifiques et industrielles. *Engineering*, 6 septembre 1918, t. CVI, p. 261-262, 2 000 mots. — En 1885, le gouvernement égyptien consacrait une somme d'un milllion de livres pour les recherches industrielles; en 1915, malgré les difficultés dues à la guerre, il consacrait une somme égale pour les recherches scientifiques. L'article expose succintement la manière dont la Royal Society entreprit d'utiliser cette somme au mieux des intérêts scientifiques et industriels; il signale que l'une des recherches qui ont donné les meilleurs résultats industriels est celle qui a trait à la fabrication des poteries; ces dernières étaient fournies avant la guerre par l'industrie allemande; les travaux des Drs Mellor et B. Moore ont permis de mener à bien cette fabrication. La plus grosse somme allouée pendant l'année, 40 000 livres, fut consacrée aux recherches relatives à la fabrication des instruments scientifiques, spécialement dans le domaine de l'optique. Les recherches relatives aux combustibles furent également subventionnées ainsi que celles ayant trait à l'amélioration des machines à glace, des méthodes de conservation des matières alimentaires; les matières calorifuges ont également fait l'objet de recherches très poussées du National Physical Laboratory. L'article fait en outre mention

Digitized by Google

Digitized by Google

de nombreuses autres méthodes en cours et qu'il est impossible de décrire plus complètement. — E. B.

53 + 62 (063) (42). — Un comité anglais de recherches scientifiques et industrielles. *Electrician*, 6 septembre 1918, t. LXXXI, p. 400-402, 2000 mots; 13 septembre 1918, p. 414-415, 1500 mots.

MATIÈRES PREMIÈRES

338.97. — La constitution de stocks de matières premières en Suisse. *R. G. E.*, 6 juillet 1918, t. IV, p. 2 B, 300 mots.

669.14.02. — Sur l'hétérogénéité de l'acier; H. Le Chatelier et B. Bogitch. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CLXVII, p. 472-477, 500 mots, 6 fig. — Quand on attaque un acier poli par des réactifs chimiques appropriés, on observe sur sa surface des plages diversement colorées et inégalement creusées, qui accusent une hétérogénéité profonde du métal. L'ensemble de ces procédés d'examen dont les résultats sont visibles à l'œil nu, porte le nom de macrographie. L'hétérogénéité macrographique résulte de la juxtaposition de plages de 1 mm environ. La structure en est indélébile et dans un même échantillon elle est invariable, quels que soient les traitements subis par le métal. L'origine de l'hétérogénéité est attribuée en bloc aux impuretés de l'acier, mais MM. H. Le Chatelier et B. Bogitch sont arrivés à démontrer définitivement que l'hétérogénéité macrographique des aciers est due à l'oxygène resté en solution solide dans le métal. Ils ont observé les faits suivants : 1° Le fer électrolytique fondu dans l'hydrogène, soit seul, soit avec une addition de sulfure ou de phosphure de fer, donne toujours une masse macrographiquement homogène. La présence du soufre et du phosphore est insuffisante pour provoquer l'apparition d'une structure macrographique. 2° Tout échantillon donnant avec le réactif de Stead des figures macrographiques nettes, cesse de le faire après chauffage dans l'hydrogène. Si la température est restée inférieure à celle de la fusion du métal, la surface seule est modifiée, l'hétérogénéite subsiste dans la profondeur. 3° En opérant la fusion dans un tube de silice ouvert à l'air, ou en ajoutant un peu d'oxyde de fer à un échantillon de structure homogène, on fait dans tous les cas apparaître l'hétérogénéité habituelle des aciers industriels, cela se produit en particulier avec le fer électrolytique seul qui est cependant complètement exempt de phosphore. Ce qui précède semble établir d'une façon certaine le rôle de l'oxygène. 4° En étudiant des échantillons prélevés successivement au four Martin à diverses périodes de l'opération, on constate qu'avant l'addition finale de manganèse, le métal, encore complètement oxydé, se cuivre très peu ou pas du tout avec le réactif de Stead; après l'addition finale, le métal, partiellement désoxygéné, donne une structure macrographique très nette. Le cuivre se dépose sur les arêtes centrales des cristallites, les premières formées et les plus pures. Le remplissage, solidifié en dernier, reste brillant. De ces observations, les auteurs concluent à la présence d'oxygène en solution solide dans le fer, mais la répartition n'est pas homogène. Cette existence de l'oxygène en solution solide dans le fer peut donner l'explication d'un fait depuis longtemps signalé par M. Mahler. La résistance électrique des aciers marchands peut se calculer très exactement en partant de leur composition chimique et attribuant une résistivité déterminée à chacun des éléments étrangers au fer. Cette règle est en défaut pour les échantillons de métal prélevés avant l'addition finale de manganèse. La résistance mesurée ne concorde pas avec celle que donne la formule. Cette différence résulte sans doute de la présence de l'oxygène dont les analyses ne tiennent pas compte.

669.711. — Les mines de bauxite et la production de l'aluminium. *Engineering*, 16 août 1918, t. CVI, p. 163-165, 6000 mots, 2 fig. — Depuis le commencement de la guerre le manque de cuivre a amené une augmentation considérable de l'emploi de l'aluminium; la production de ce métal a augmenté d'une façon notable et un certain nombre d'usines pour sa fabrication ont été créées; dans ces conditions un examen des dépôts de bauxite existant à l'heure présente offre un certain intérêt. — L'auteur passe en revue les principaux dépôts de bauxite existant en Hongrie et qui alimentent les usines de production de l'aluminium dans les empires centraux. Il signale également les dépôts dans les Abruzzes en Italie et ceux du Sud de la France; il donne en un tableau les compositions chimiques de ces minerais et passe en revue les divers procédés d'extraction proposés primitivement, tels que ceux de H.-C. Orsted et de Wöhler, en 1827, qui donnaient le métal sous la forme d'une poussière grise; en 1845 Liebig arrivait à produire le métal en globules, et c'est seulement Sainte-Claire-Deville qui arrivait à produire l'aluminium industriellement; l'usine de Salindres qui utilisait son procédé pouvait en produire 2 t et demie par an en 1880; la production en 1913 dépassait 76000 t. Le prix de l'aluminium diminuait dans le même temps et variait de 2000 fr le kilogramme en 1854 à 15 fr en 1913. L'industrie de l'aluminium ne devenait réellement rémunératrice que par l'emploi de l'électricité et des procédés électrolytiques de Héroult en Europe et de Hall en Amérique. — L'auteur donne une description sommaire des procédés de fabrication utilisés à Salindres et dans d'autres usines et qui ont pour but de transformer le minerai brut en oxyde d'alumine et qui sont dus en grande partie à Bayer. Le procédé de Badin et Serpek permet la fabrication de l'ammoniaque en même temps que celle de l'aluminium, mais il est encore dans la période d'expérimentation et les résultats économiques annoncés demandent à être vérifiés. — E. B.

669.711. — Les dépôts de bauxite et la production de l'aluminium. *Engineering*, 23 août 1918, t. CVI, p. 191-193, 3000 mots, 18 fig. — L'auteur complète la description des procédés de fabrication entreprise dans son premier article. — Le choix des électrodes utilisées pour les fours à aluminium est très délicat et demande la plus grande attention; le poids d'électrode consommé étant approximativement égal à celui d'aluminium produit, le prix de revient du métal s'en trouve très fortement affecté; ces électrodes doivent être de matière pure, la proportion de cendres ne doit pas dépasser 1 pour 100; le soin à apporter à la fabrication de ces électrodes est tel que seules les usines les utilisant peuvent l'entreprendre; les meilleures paraissent être celles au graphite Acheson, mais, par suite du prix élevé de cette matière, on utilise de préférence le coke de pétrole; les dimensions des électrodes varient entre 20 et 40 cm de côté du carré, elles supportent un courant de 8000 à 20000 A. L'auteur donne une description complète des procédés de fabrication de ces électrodes. En ce qui concerne la fabrication proprement dite de l'aluminium, on a recours aux fours électrolytiques qui exigent du courant continu sous une tension de 6 à 8 V; la construction de génératrices puissantes pour ces tensions offre des difficultés à peu près insurmontables, aussi un certain nombre de fours, 30 à 40, sont-ils montés en série; le réglage est opéré à l'aide de résistances, la tension pouvant varier de 0 au maximum. — L'emplacement des fabriques d'aluminium dépend de la situation des usines hydrauliques pouvant fournir la puissance et de certaines conditions de transport; si l'énergie doit être transportée à quelque distance, des transformations de la forme de cette énergie sont nécessaires. L'auteur cite l'exemple de l'usine de Chippis utilisant les chutes de la Navisance et du Rhône dont l'énergie est transportée à 17 km et qui utilise près de 100000 ch; il donne ensuite quelques détails sur la construction et la conduite des fours des systèmes Héroult, Lambert, Hall et Rousseau qui permettent d'obtenir l'aluminium à 98 et même 99 pour 100 de pureté. — E. B.

669.711. — Les dépôts de bauxite et la production d'aluminium. *Engineering*, 30 août 1918, t. CVI, p. 218-220,

Digitized by Google

Digitized by Google

2600 mots. — L'auteur juge inutile de mentionner les différents emplois de l'aluminium, mais il attire l'attention sur le fait que l'utilisation de ce métal a augmenté dans d'énormes proportions depuis le début de la guerre par suite de la rareté et de l'augmentation de prix du cuivre, spécialement en Allemagne. — Le poids spécifique de l'aluminium est très faible, 2,7 contre 8,9 pour le cuivre; cette qualité est jointe à celle d'une conductibilité électrique tout à fait satisfaisante, 34 contre 57 pour le cuivre, le coefficient d'élasticité étant à peu près moitié de celui du cuivre; ces différentes qualités ont conduit à l'emploi de l'aluminium pour les canalisations électriques, le poids d'aluminium étant moitié de celui du cuivre donnant la même conductibilité. L'auteur signale quelques particularités chimiques de l'aluminium et examine l'action chimique de différents corps simples sur ce métal. — L'aluminium brûle en développant 7140 calories; cette propriété a été utilisée pour la soudure, la réduction d'oxydes métalliques pour la production de chrome et de manganèse purs, etc.. — En ce qui concerne l'énergie électrique pour la production de l'aluminium, la loi de Faraday montre que 2969 A-h sont nécessaires pour la production de 1 kg de métal et, suivant la loi de Thomson, une tension de 2,8 v est nécessaire; en pratique la tension varie entre 6 v et 8,5 v et il faut consommer entre 25 et 35 kw-h par kilogramme de métal; les frais de fabrication de 1 kg d'aluminium avant la guerre montaient à environ 1,35 fr. — La production annuelle mondiale atteignait avant la guerre 68000 t, sur lesquelles les Etats-Unis entraient pour la proportion de 33 pour 100 et la France pour 26,5 pour 100; les pays qui exportaient le plus de métal étaient la France et la Suisse; l'Allemagne, au contraire, avait importé 16000 t en 1912 et 12500 t en 1913. Depuis le commencement de la guerre de nombreuses usines se sont créées, et on peut sans exagération estimer la production annuelle à 150000 t environ; l'auteur signale en terminant un certain nombre d'usines nouvelles en Norvège, en Allemagne et en Hongrie. — E. B.

546.66 — 1 : 545. — Analyse des alliages d'aluminium. *Chimie et Industrie*, octobre 1918, t. 1, p. 163D, 400 mots. Discussion de l'article de B. Collett et W. Regan. — Pour le dosage du manganèse, on dissout 1 g d'alliage dans 25-30 cm³ d'acide nitrique (d = 1,20) avec une goutte d'acide fluorhydrique. On oxyde alors avec le bismuthate; on clarifie, refroidit, oxyde à froid et filtre à travers de l'amiante comme de coutume. Pour doser le nickel, on dissout l'alliage dans HCl avec une goutte ou deux d'acide nitrique afin de laisser le résidu de cuivre dans la solution. On dilue, puis ajoute 10 g d'acide tartrique et une quantité convenable de solution de diméthylglyoxime. On rend la solution ammoniacale et, après repos, on filtre, on sèche et on pèse comme d'ordinaire. Pour le *cuivre*, la méthode de M. Grisley par le cyanure de potassium donne de bons résultats, mais on préfère maintenant la méthode par l'iodure qui est plus rapide et la fin de la réaction est plus facile à saisir.

546.66 — 1 : 545. — Analyse des alliages d'aluminium. *Chimie et Industrie*, octobre 1918, t. 1, p. 163D, 200 mots. Note sur un article de B. Collett et W. Regan. *J. Soc. Chem. Industr.*, mars 1918, t. XXXVII, n° 6, p. 91-95. — S'étant débarrassé pratiquement de tout l'aluminium par dissolution dans une lessive de soude, il peut se présenter trois cas : *Cas I.* L'alliage contient 10 à 15 pour 100 de Cu et au moins 1 pour 100 de Mn. On dose alors le cuivre et le manganèse. — Cuivre. Dissolution nitrique. Précipiter le cuivre en liqueur acétique par KI et titrer l'iode libéré à l'hyposulfite. — Manganèse. Dissolution nitrique. Mn est transformé par du bismuthate ou du persulfate d'ammonium en permanganate que l'on titre par une liqueur d'arsénite de soude. — *Cas II.* L'alliage contient 10 à 20 pour 100 de zinc, jusqu'à 5 pour 100 de Cu et un peu de Fe, Ni, Mn et Mg. — Silicium et cuivre. Pas de dissolution sodique préalable. Attaque de 2 g par l'acide nitrique. Reprise par l'acide sulfurique; on pèse Si O^2, d'où Si. Précipiter le filtrat par l'hyposulfite. Le sulfure de Cu obtenu, calciné au moufle, donne l'oxyde qu'on pèse. Cuivre. Peut aussi être dosé après attaque sodique. Dissolution du résidu dans l'eau régale, reprise à l'acide sulfurique, précipitation par H^2S, dissolution nitrique et titrage comme dans le premier groupe. — Fer. Après avoir chassé H^2S, préciter Fe et Al à l'ammoniaque. Titrer le fer au permanganate. — Magnésium. Précipiter en phosphate ammoniacomagnésien. — Manganèse. Comme dans le premier groupe. — Nickel. A la diméthyglyoxime. — Zinc. Méthode Withey (*J. Soc. Chem. Industr.* 1916, p. 472). — *Cas III.* Alliages contenant jusqu'à 5 pour 100 de Cu et l'un au moins des métaux suivants en quantités ne dépassant pas 2 pour 100 : Fe, Ni, Zn, Mg. On opère comme dans le deuxième groupe, sauf pour le zinc. Précipitation en sulfure de la solution sodique. Reprise par l'acide chlorhydrique et précipitation en phosphate ammoniacal. Peser en pyrophosphate. Cas des alliages riches en cuivre et nickel. Silicium et fer sont dosés comme dans le 2e groupe. Cuivre comme dans le premier. Nickel par la méthode au cyanure.

669.3. — Le cuivre. *Circular of the Bureau of Standards*, 25 juin 1918, n° 73, p. 1-103, 25 fig. — Il paraît que le Bureau of Standards est assiégé de demandes de renseignements concernant les propriétés, les statistiques, etc., des métaux et de leurs alliages. Ces demandes émanent d'ingénieurs, d'usiniers, de consommateurs de toutes sortes, voire même des Laboratoires des Universités. Il est difficile de trouver condensées, dans un même ouvrage, toutes les données capables de satisfaire des desiderata aussi variés. Aussi le Bureau of Standards a-t-il entrepris la tâche formidable de publier, pour chaque métal et chaque alliage, une monographie qui contiendra les résultats les plus précis obtenus par les physiciens du Bureau of Standards ou d'autres autorités dignes de foi. Ces résultats sont le plus souvent publiés sous forme de tableaux ou de courbes; celles-ci sont alors tracées à une assez grande échelle pour que l'interpolation se fasse avec une approximation suffisante. On a commencé par la monographie du cuivre parce que, d'une part, beaucoup de renseignements sur son sujet émanent du Bureau of Standards et que, d'autre part, c'est le mieux étudié de tous les métaux. La publication de quelques titres indiquera le plan de l'ouvrage. — I. Cuivre commercial (sources, métallurgie, raffinage, espèces commerciales, leurs applications). — II. Métallographie du cuivre. — III. Propriétés chimiques. — IV. Propriétés physiques (électriques, magnétiques, thermiques, mécaniques, etc.). — V. Propriétés physiques aux hautes et basses températures. — VI. Technique (fusion, désoxydation, usinage, soudure, durcissement, électrodéposition). — VII et VIII. Effet de la chaleur et des impuretés sur les propriétés physiques du cuivre. — IX. Maladies du cuivre. — Trois appendices contiennent les définitions de termes physiques, les spécifications standards du cuivre et des index bibliographiques.

669.342. — Influence de la différence de dilatation des constituants α et β du laiton entre 0° et 600° C sur les propriétés mécaniques de cet alliage; P.-D. Merica et L.-W. Schad. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, 9 mai 1918, n° 321, p. 571-590, 15 figures et planches. — La rupture, sans cause apparente de certains laitons usinés a conduit les auteurs à rechercher si ces accidents ne seraient pas dus à des efforts internes développés par l'inégale dilatation des constituants α et β qui entrent dans la composition de cet alliage. Pour les laitons α la proportion de zinc va de 0 à 37 pour 100; pour les laitons β, elle va de 37 à 70 pour 100. Le métal Muntz est un alliage de Cu et Zn exempt de toute trace d'impureté; sa composition normale correspond à 60 pour 100 de Cu et 40 pour 100 de Zn. Le laiton naval contient en plus environ 1,2 pour 100 d'étain avec une réduction correspondante du zinc. — En opérant sur des échantillons préparés avec du cuivre électrolytique et du zinc Horschead, les auteurs ont effectivement

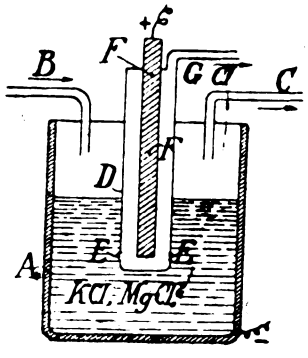
Digitized by Google

Digitized by Google

constaté une différence entre les coefficients de dilatation des laitons α et β ; ils ont aussi vérifié que certains traitements thermiques altéraient profondément les propriétés mécaniques du métal Muntz et du laiton naval. Cette étude offre une analogie avec celle de M. Portevin sur les efforts internes développés dans les métaux et les alliages par l'effet d'un refroidissement rapide. (*R. G. E.*, 2 novembre 1918, t. IV, p. 652.)

669:546.82. — La métallurgie du titanium ; R.-J. Anderson. *Franklin Inst. J.*, octobre, novembre et décembre 1917. — Cet article contient une longue bibliographie. — P. V.

669.723. — L'industrie du magnésium. *Génie civil*, 10 août 1918, t. LXXIII, p. 114. *Metallurgical and Chemical Engineering*, 15 mars 1918. — Avant la guerre la presque totalité du magnésium consommé dans le monde venait d'Allemagne. Les Alliés et surtout les Etats-Unis ont, depuis le début des hostilités, entrepris cette fabrication En 1917, les Etats-Unis ont produit 60 000 kg de magnésium. Les procédés de fabrication ont été tenus secrets comme en Allemagne; voici cependant ce qu'on savait sur les procédés employés avant la guerre en Allemagne. On électrolysait le chlorure double de potassium et de magnésium fondu, obtenu par purification et déshydratation de la carnallite $KCl\,MgCl^2.6H^2O$ extraite des gisements de Stassfürt On faisait l'électrolyse dans l'appareil de Graetzel (fig. 1) qui



669.723. — Appareil de Graetzel.

se compose d'un récipient A en fonte, servant de cathode, fermé hermétiquement et chauffé extérieurement. Le couvercle est traversé par deux tubes B et C et un vase poreux D en porcelaine. Un gaz inerte ou réducteur (gaz d'éclairage, hydrogène), destiné à empêcher l'oxydation du magnésium dégagé, entre par le tube B et sort par le tube C. Le vase poreux est pourvu à sa partie inférieure d'orifices E permettant la circulation du sel fondu, il renferme l'anode F en graphite ou charbon de cornue et porte à sa partie supérieure un tube G par lequel s'échappe le chlore dégagé. Plusieurs appareils semblables sont montés en série et chauffés par un même foyer. La tension aux bornes serait de 7 à 8 v et la densité de courant de 10 a par décimètre carré. Quand l'opération se fait à une température très peu supérieure au point de fusion du magnésium, celui-ci se rassemble en boules au fond du récipient ; si la température est plus élevée, le métal fond et se rassemble à la partie supérieure de l'appareil ; une fois l'électrolyse terminée, on fond le métal de nouveau sous une couche de carnallite déshydratée, on obtient ainsi un métal à 99,7 à 99,8 pour 100 de pureté. On peut encore le purifier par distillation dans un gaz inerte. Au lieu d'employer de la carnallite naturelle dont la purification est coûteuse, on employait un mélange de magnésie et de sel marin additionné d'un peu de fluorine qui jouait le rôle de fondant. La Chemische Fabrik Electron Griesheim employait le procédé de Rathenau et Sutter qui n'est pas connu, mais qui permettrait d'obtenir directement certains alliages de magnésium. L'auteur donne ensuite quelques applications du magnésium et cite entre autres que le métal qui compose la carcasse des Zeppelins et des avions allemands est formé de : $Al^2 = 93$ pour 100, $Cu = 4$ à 5 pour 100 ; $Mn = 1$ pour 100 ; $Mg = 2$ à 3 pour 100. Ce métal de densité inférieure à 2 est peu attaquable par l'humidité, d'une dureté et d'une ténacité assez élevées, et prend une légère trempe par écrouissage. Le magnésium ajouté en faibles quantités dans le cuivre, le bronze et le laiton leur donne un grain plus fin et améliore leurs propriétés mécaniques et électriques ; les alliages magnésium-nickel et magnésium-silicium conviennent pour les aciers spéciaux ou à outils.

669.231. — La « stellite » comme substitut du platine. *La Technique moderne* mai 1918, t. X, p. 233, 200 mots; d'après *Journal of Industrial and Engineering Chemisty*, octobre 1917. — Les alliages « stellite » peuvent être classés en deux catégories : ceux qui sont malléables au rouge et ceux qui peuvent être amenés à la forme désirée que par moulage. Les premiers sont formés presque entièrement de cobalt et de chrome, la proportion de chrome variant de 10 à 50 pour 100.

COMBUSTIBLES

621.182.3. — Les économies de charbon dans les stations centrales. *Electrical Review*, Londres, 30 août 1918, t. LXXXIII, p. 199-200, 1 500 mots. — Dans cet article on examine sommairement les moyens de tirer le meilleur parti des combustibles médiocres dans les stations centrales.

621.182.3. — Note sur la détermination de la fusibilité des cendres de charbon ; Riccardo de Benedetti. *Rivista tecn. ferr. italiane*, 15 août 1918, t. XIV, p. 80-82, 1 500 mots

662.731. — Appareil, système Galaine et Houlbert pour la distillation des tourbes. *Génie civil*, 13 juillet 1918, t. LXXII, p. 34, 850 mots, 2 fig. — Notre confrère décrit un appareil de distillation de la houille dû à MM. Galaine, Lenormand et Houlbert et présenté par ses auteurs à l'Académie des Sciences (*Comptes rendus*, t. CLXV, 1917, p. 133). Cet appareil est basé sur le principe des torréfacteurs de matières organiques ; il permet d'obtenir en un temps très court la carbonisation régulière de la tourbe à une température aussi basse que possible. Il peut être également employé à la distillation et à la carbonisation du bois, des lignites, des déchets de scieries et des ordures ménagères.

662.769. — Nouveau mélange combustible le gaz Pleno. *La Technique moderne* mai 1918, t. X, 228, 500 mots, d'après *The Times Engineering supplement*, 22 février 1918 et *Brevet anglais n° 111 495* 23 janvier 1918. — L'idée originale de l'invention, préconisée par M. George Helps, est d'ajouter à un mélange de gaz d'éclairage et de gaz pauvre un autre gaz, combustible ou non, de manière à réduire le pouvoir calorifique à 3 000 cal : m^3; un tel mélange présente l'avantage de donner avec un brûleur à basse pression une flamme sans cône, ce qui permet d'amener l'objet à chauffer en étroit contact avec sa flamme, en fait jusqu'à 4 mm.

621.187.15. — Le traitement des huiles par l'appareil centrifuge Spratt. *Engineer*, 21 juin 1918. *Génie civil*, 24 août 1918, t. LXXIII, p. 155, 1 fig. — L'article décrit un appareil centrifuge destiné à remplacer les filtres à huile dans l'industrie. Cet appareil permet d'épurer rapidement l'huile industrielle, ce qui évite d'avoir en cours d'épuration des volumes considérables d'huiles usagées.

621.436. — Emploi de l'huile de goudron dans les moteurs. *Electrical Review*, 9 août 1918, t. LXXXIII, p. 142-143, 700 mots, 1 fig. — Examen des conditions de fonctionnement des moteurs avec différents combustibles moyens à employer pour utiliser l'huile de goudron.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.1. — Fréquence électronique et nombre atomique; Paul-D. Foote. *Physical Review*, août 1918, 2e série, t. XII, p. 115-121, 2 200 mots, 5 tab. — Dans des recherches récentes Allen s'est proposé de montrer qu'il existe entre la fréquence atomique ν et le nombre atomique N de Moseley une relation de la forme $N\nu = n\nu_0$, n étant un entier ou dans quelques cas un entier augmenté d'une fraction simple telle que $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{4}$ et ν_0 une fréquence constante fondamentale. Une relation analogue existerait pour les fréquences électroniques. Ainsi l'équation d'Einstein fournit pour les potentiels d'ionisation $eV = h\nu$ qu'on peut écrire, en tenant compte de la relation précédente, $eV = \frac{h\nu_0}{N}$. Comme on a, d'ailleurs, $h\nu_0 = eV_0$, V_0 désignant le potentiel fondamental qui correspond à la fréquence, on obtient finalement : $NV = nV_0$. — D'après l'auteur ces relations empiriques ne sont pas vérifiées d'une manière précise par les récentes données expérimentales. — A. B.

537.531. — Quelques propriétés des métaux sous l'action des rayons α; A.-G. Mc Gougan. *Physical Review*, août 1918, 2e série, t. XII, p. 122-129, 3 000 mots, 4 fig. — Lorsque des rayons α frappent une lame de métal isolée, disposée dans un vide poussé, le métal s'électrise positivement. Cette électrisation est due, d'une part, à la charge positive transportée sur le métal par les particules α, d'autre part à la charge négative éliminée par les électrons émis. On donne habituellement le nom de rayons δ aux électrons émis. Les vitesses des électrons constituant les rayons δ varient dans de très grandes limites, depuis des vitesses très faibles jusqu'à des vitesses si élevées qu'un potentiel retardateur de 1 700 v ne suffit pas à les annuler. Le nombre des électrons émis varie avec la vitesse des rayons α incidents d'une manière analogue à l'ionisation des gaz : quand la vitesse des rayons α diminue, le nombre des électrons δ émis augmente jusqu'à un certain maximum, puis décroît rapidement et tombe à zéro. — On a étudié la manière dont se comportent les différents métaux sous l'influence du bombardement par les rayons α et on a fait la constatation plutôt surprenante que tous les métaux étudiés donnent des courbes d'ionisation pratiquement identiques. La charge réelle prise par un métal varie avec sa nature, mais la forme de toutes les courbes obtenues reste la même. — On a observé également, au cours de ces expériences, qu'au moment où l'on vient de réaliser un vide élevé le courant total des rayons δ est considérablement plus grand qu'après que le vide a été maintenu un certain temps ; on a noté une réduction progressive atteignant 30 pour 100 deux jours après l'application d'air liquide. — La façon analogue dont se comportent les différents métaux et la réduction progressive du courant d'ionisation conduisent à l'hypothèse que les rayons δ ne sont pas dus à une ionisation métallique, mais plutôt à une couche de gaz fixée dans la surface du métal ; on pourrait raisonnablement admettre que cette couche est la même pour tous les métaux après exposition à l'air, et qu'elle est réduite par un vide prolongé. — On a essayé d'enlever cette couche résiduelle de gaz par chauffage prolongé d'une lame de platine dans le vide élevé obtenu avec une pompe Gaede. Le résultat a été une diminution du courant d'environ 30 pour 100, mais la forme de la courbe d'ionisation n'a pas changé (Bunstead et Mc. Gougan, *Am. Journ. Sc*, octobre 1912, t. XXXIV). Une expérience analogue de Campbell (*Phil. Mag.*, août 1914, t. XXVIII, p. 286) indique qu'après un échauffement très prolongé, l'effet disparaît entièrement et qu'on peut rétablir le métal dans son état primitif simplement en l'exposant de nouveau à l'air. Dans des expériences plus récentes, Pound (*Phil. Mag.*, octobre 1915, t. XXX, p. 491) a trouvé que, pour une surface de métal distillé dans un vide prolongé, la propriété signalée disparaît entièrement. — L'auteur s'est proposé d'élucider ce point particulier : 1° en raclant la surface du métal maintenu dans un vide élevé de manière que le métal présente toujours une surface fraîche à l'incidence des rayons α ; 2° en renouvelant une surface de mercure qu'on fait déborder. — Voici les résultats obtenus : 1. Le courant constitué par les rayons δ qu'émet un métal sous l'influence d'un bombardement par les rayons α dans un vide élevé diminue quand on racle la surface avec une lame d'acier en même temps qu'on maintient le vide. La réduction obtenue dans ces expériences varie de 6 pour 100 pour le platine à 37 pour 100 pour le plomb. 2. La réduction réalisée dans l'émission des rayons δ n'est pas permanente ; l'émission augmente peu après que la surface du métal a été raclée et reprend sa valeur primitive au bout d'un jour environ. 3. L'émission des rayons δ par une surface de mercure ne varie pas quand on fait déborder la surface. L'émission du mercure est pratiquement la même que celle des autres métaux, toutes les courbes ont la même forme. 4. Les résultats expérimentaux obtenus semblent indiquer que l'émission des rayons δ est due à une couche gazeuse localisée à la surface. Dans le cas du mercure, il paraît plus vraisemblable que cette couche est formée de molécules gazeuses contenues à l'intérieur du liquide. L'expérience réalisée en raclant la surface d'un métal ne fournit aucun critère pour décider si la couche sur les solides est alimentée par une accumulation de gaz venus de l'intérieur ou par un dépôt lent du gaz résiduel de la chambre. La réduction et la réapparition consécutive des rayons δ montrent que la couche est en partie enlevée et peut se renouveler. L'origine interne semble d'accord avec les résultats de Pound sur des surfaces distillées dans le vide. La réduction de l'activité d'un métal par échauffement prolongé dans une atmosphère de faible pression montre que, dans ces conditions, la couche superficielle perd des molécules de gaz vers l'extérieur et que ces molécules ne sont pas remplacées par le gaz résiduel. — A. B.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

537.311. — Conductibilité électrique de fils suspendus verticalement ; S.-R. Williams. *Physical Review*, septembre 1918, 2e série, t. XII, p. 243-250, 2 300 mots, 7 fig. — Shelford Bidwell (*Phil. Mag.*, 1887, t. XXIII, p. 499) a montré que les résistances électriques de fils de fer et de cuivre suspendus verticalement varient légèrement suivant le sens du courant qui les traverse. Il a trouvé que la résistance d'un fil de cuivre est légèrement plus grande quand le courant circule vers le haut que lorsqu'il est dirigé vers le bas. Au contraire, un fil de fer temporairement tendu possède une résistance plus grande pour un courant dirigé vers le bas que pour un courant allant vers le haut. — L'auteur confirme le travail de Bidwell tant au point de vue du caractère du phénomène observé que de son explication. — A. B.

537.311 + 537.32. — Conductibilités et pouvoirs thermo-électriques des alliages de bismuth et d'étain ; A.-E. Caswell et Cecil-A. Mc Kay. *Physical Review*, septembre 1918, 2e série, t. XII, p. 226-230, 1 150 mots, 1 fig., 3 tab. — Les auteurs ont mesuré la conductibilité du bismuth pur et celle d'alliages bismuth-étain contenant de petites quantités d'étain. Des proportions très faibles d'étain augmentent considérablement la résistance du bismuth ; pour des additions consécutives d'étain, la résistance diminue. — Les auteurs ont également déterminé les pouvoirs thermo-électriques des mêmes échantillons. Les résultats obtenus les inclinent à penser que les équations de Drude relatives au pouvoir thermo-électrique et à l'effet Peltier ne sont pas préférables à celles de Thomson ; c'est l'inverse qui semble vrai. — A. B.

538.222. — Le diamagnétisme de l'hydrogène et la valeur du magnéton ; A.-E. Oxley. Communication à la *Royal Society* de Londres, le 13 juin 1918, résumée dans la *Revue générale des Sciences*, 15 octobre 1918, t. XXIX, p. 560. — Dans des travaux antérieurs, l'auteur a montré la possibilité que le magnéton soit un constituant de la matière diamagnétique aussi bien que la matière para et ferro-magnétique. Certaines propriétés des milieux cristallins diamagnétiques peuvent être attribuées aux effets de forces intramoléculaires locales intenses qui, interprétés magnétiquement, sont comparables avec le champ de force moléculaire de Weiss dans les substances ferro-magnétiques. Il est donc possible que, dans les molécules de substances diamagnétiques, existent des éléments de magnétisme arrangés de telle façon que la molécule soit auto-compensée, de sorte qu'expérimentalement l'application d'un champ magnétique extérieur donne seulement un effet diamagnétique. L'auteur déduit de la théorie électronique du magnétisme une formule $\chi = N n M^2 \tau^2 \pi / m$, d'où l'on peut déduire M, moment magnétique de l'orbite électronique dans une molécule diamagnétique, quand on connaît χ, susceptibilité diamagnétique moléculaire, N, nombre de molécules par gr-mol., n, nombre d'orbites électroniques par molécule, τ, période de rotation de l'électron, et e/m, rapport de la charge à la masse de l'électron. En appliquant cette formule au cas de la molécule d'hydrogène, supposée constituée de deux atomes possédant chacun un seul électron tournant en directions opposées, l'auteur obtient pour M la valeur ($14{,}7 \times 10^{-22}$), qui ne diffère que de 11 pour 100 de la valeur du moment du magnéton dans les molécules des substances para et ferro-magnétiques ($16{,}5 \times 10^{-22}$). Bien que la stabilité du système ci-dessus soit impossible dans la mécanique newtonienne, ce résultat n'est pas moins suggestif. Si les substances diamagnétiques contiennent des magnétons, cela permettra d'expliquer le fait que la combinaison chimique de deux substances diamagnétiques (cuivre et acide sulfurique par exemple) puisse donner naissance à une substance paramagnétique contenant des magnétons (sulfate de cuivre).

538.22. — Propriétés magnétiques de quelques oxydes des terres rares en fonction de la température, E.-H. Williams. *Physical Review*, août 1918, 2e série, t. XII, p. 158-166, 1800 mots, 11 tab. — L'auteur a déterminé les susceptibilités relatives à l'unité de masse des oxydes d'erbium, de dysprosium, de gadolinium, de samarium, de neodyme, de lanthane et d'yttrium, aux températures comprises entre 25 et 300° C. A l'exception du lanthane qui est légèrement diamagnétique toutes ces substances sont paramagnétiques. — Dans les cas où la susceptibilité varie avec la température, la variation ne suit pas la loi de Curie, mais une modification de cette loi, $\chi (T + \theta) = \text{const.}$ — La susceptibilité ne varie pas avec l'intensité du champ. — A. B.

538.271. — Contributions à l'étude des cristaux liquides. — IV. Un effet thermique du champ magnétique ; W.-J.-H. Moll et L.-S. Ornstein. — Dans une communication à l'Académie des Sciences d'Amsterdam, le 23 mars 1918, les auteurs concluent que cet effet résulte probablement d'une déformation élastique des particules cristallines.

538.5. — L'induction électromagnétique et le mouvement relatif. II : S.-J. Barnett. *Physical Review*, août 1918, 2e série, t. XII, p. 93-114, 8000 mots, 8 fig., 2 tab. — Si l'on dispose un condensateur cylindrique dans un champ magnétique uniforme dont les lignes de force soient parallèles à l'axe, qu'on le court-circuite et qu'on le fasse tourner, en même temps que le fil de court-circuit, autour de l'axe, il se charge sous une différence de potentiel égale à la force électromotrice dans le fil par le mouvement. Si, maintenant, on fixe le condensateur et le fil et qu'on fasse tourner l'agent qui produit le champ magnétique, le mouvement relatif étant le même que précédemment, le condensateur ne se charge pas (Barnett, *Phys. Rev.*, 1912, t. XXXV, p. 323). C'est le premier cas d'induction électromagnétique dans laquelle l'effet observé ne dépend pas entièrement de la relativité du mouvement. — Toutefois, il ne semble pas possible de déduire de ces expériences ce qui se produirait dans le cas d'un mouvement de translation ou d'obtenir une indication sur la question de l'existence de l'éther. L'auteur a entrepris les recherches que nous signalons dans l'espoir de jeter quelque lumière sur ces problèmes. Les résultats obtenus établissent que, sauf une légère charge parasite qui est éliminée par la manière d'opérer, et qui est de l'ordre des erreurs expérimentales, le condensateur, dans la principale expérience, ne reçoit qu'une faible fraction de la charge qu'il devrait prendre dans l'hypothèse que l'éther n'existe pas ; dans les limites des erreurs d'expérience cette fraction est nulle. Ces recherches viennent à l'appui de l'hypothèse qui admet l'existence de l'éther et ne s'accordent pas avec le principe de relativité. — A. B.

538.531. — Formules complémentaires pour le calcul de l'induction mutuelle et de la self-induction ; Frederick-W. Grover. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, 24 juin 1918, n° 320, p. 537-570. — Ce Bulletin est la continuation du Bulletin n° 169 ; parmi les nombreuses formules publiées, l'auteur n'a cependant retenu que celles qui sont d'une application facile ou accompagnées de tables qui simplifient les calculs. Il remarque que, pour certaines formes de circuit, on dispose de formules très complètes pour la détermination de l'induction mutuelle et de la self-induction ; au contraire, dans le cas des courants alternatifs ou en télégraphie sans fil, il y a pénurie absolue de formules réellement pratiques. Le travail qui a été mis le plus à contribution est celui que Butterworth a fait paraître dans le « Philosophical Magazine » de 1916. Les principaux titres donneront une idée suffisante des sujets traités : I. induction mutuelle de deux cercles parallèles coaxiaux ; II. induction mutuelle de deux cercles parallèles excentrés ; III. self-induction d'un solénoïde ; IV. self-induction d'une bobine circulaire de section rectangulaire ; V. self-induction et induction mutuelle de conducteurs droits ; self-induction des shunts.

Digitized by Google

Digitized by Google

538.73. — L'époque du début brusque des orages magnétiques; S. Chapman. Communication à la *Physical Society de Londres*, le 10 mai 1918, résumée dans la *Revue générale des Sciences*, 30 octobre 1918, t. XXIX, p. 591. — L'auteur a étudié les données recueillies par le Dr Bauer sur 15 orages magnétiques. Le travail de Maunder sur le retour des orages magnétiques à des intervalles égaux à la période de rotation du soleil suggère l'idée que ces orages sont dus à quelque agent solaire transmis par des courants étroits et bien définis, issus du soleil et tournant avec lui. Dans ce cas, l'époque relative du début d'un orage en différentes stations dépend principalement de l'orientation de cette dernière à ce moment par rapport au soleil, c'est-à-dire du temps local de la station.

538.73. — Orage électromagnétique; Albert Nodon. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 4 novembre 1918, t. CLXVII, p. 688, 750 mots. — L'auteur décrit un orage électromagnétique qui s'est manifesté du 21 août 1918 à 11 heures jusqu'au 23 août 1918 à 11 heures; les observations ont été faites à Bordeaux.

SCIENCES PHYSIQUES

535.33-3. — Spectre ultra-violet extrême des étincelles chaudes dans un vide élevé; R.-A. Millikan et R.-A. Saroyer. *Physical Review*, août 1918, 2e série, t. XII, p. 167-170, 1 000 mots, 1 fig., 1 tab. — Quand des électrodes disposées dans un vide élevé sont écartées de moins de 1 mm, il est possible d'obtenir, au moyen de condensateurs chargés par une machine statique, des étincelles métalliques chaudes sans que le gaz joue aucun rôle dans la décharge. Les potentiels nécessaires à la production de ces étincelles chaudes, s'élevant à 150 000 v : mm sous certaines conditions, sont indépendants de la pression du gaz résiduel pourvu que celle-ci soit assez faible (entre 10^{-5} et 10^{-6} mm de mercure). — La plupart des difficultés relatives à l'étude du spectre dans les régions extrêmes de l'ultra-violet provenant de l'absorption des radiations de très courtes longueurs d'onde soit dans les fenêtres de fluorine, soit dans les gaz résiduels du spectromètre à vide, les auteurs ont construit un spectromètre à vide spécialement combiné en vue d'étudier le spectre de ces étincelles chaudes dans l'ultra-violet extrême. — Ils ont pu ainsi obtenir un spectre du zinc présentant environ 50 raies dans la région comprise entre 2100 et 900 unités Angström, la plus courte longueur observée étant de 928 U. A. Jusqu'ici la ligne de plus courte longueur d'onde enregistrée sur le zinc était la ligne $\delta = 1\,099.6$ U. A. (Saunders). Des expériences préliminaires faites en prenant l'aluminium et le fer comme électrodes ont donné des résultats pleins de promesses. La comparaison des spectres de différents métaux semble indiquer que les raies les plus courtes ne sont pas dues aux gaz occlus dans les métaux, mais sont plutôt caractéristiques des métaux eux-mêmes.

536.61. — Chaleurs atomiques du carbone et du tungstène incandescents; A.-G. Worthing. *Physical Review*, septembre 1918, 2e série, t. XII, p. 199-225, 10 500 mots, 9 fig., 6 tab. — L'auteur a mesuré la chaleur atomique (produit de la chaleur spécifique par le poids atomique), sous pression constante, du tungstène, par deux méthodes différentes dans l'intervalle compris entre 1 200° abs et 2 500° abs. Il a mesuré la chaleur atomique du carbone, par une seule méthode, entre 1 200° et 2 100° abs. Les résultats relatifs au tungstène, corrigés de manière à donner les chaleurs atomiques sous volume constant, conduisent à des valeurs notablement supérieures à 5,95 cal : atome gr : deg., valeur indiquée par un grand nombre de théories. Les valeurs fournies par le carbone se rapprochent davantage de cette limite. — L'auteur indique dans son travail l'existence d'un retard apparent entre la résistance et la température, retard dont il ne peut fournir aucune explication. — A. B.

MESURES ET ESSAIS

551.51(078). — L'anémométrie à fil chaud, ses principes et applications; J.-S.-C. Thomas. Communication à la Société anglaise de chimie industrielle, section de Londres, le 6 mai 1918, résumée dans la *Revue générale des Sciences*, 30 octobre 1918, t. XXIX, p. 591. — L'anémométrie à fil chaud est basée sur le fait que, lorsqu'un fil chaud est exposé dans un courant gazeux, il se produit un abaissement de la température du fil qui peut être utilisé pour la mesure de la quantité de gaz qui s'écoule. On a objecté à cette méthode qu'un fil de platine, chauffé électriquement à 200° C par exemple, est sujet à être attaqué par beaucoup de gaz. L'auteur a surmonté cette difficulté par un dispositif ingénieux, qui aurait paru également critiquable au premier abord: il a démontré que le fil peut être complètement entouré de verre et ainsi préservé de l'action des gaz, sans altérer la sensibilité de l'appareil. L'auteur décrit une application très intéressante de l'anémométrie à fil chaud à la mesure du gaz et de l'air alimentant un bec à incandescence et des variations de leurs proportions relatives jusqu'à ce que la flamme devienne uniforme. Il ne croit pas qu'aucune autre méthode puisse fournir les mêmes indications.

621.317.5. — Le relais de surcharge à temps à induction; F.-E. Jaquay. *General Electric Review*, octobre 1918, t. XXI, p. 704-705, 1 200 mots, 3 fig. — Le relais décrit est construit sur le principe des compteurs d'induction bien connus. La fermeture des contacts est effectuée par un élément tournant supporté par une crapaudine à pierre. Le relais est pourvu d'un dispositif de compensation de température qui permet un fonctionnement exact pour toutes variations de température; il peut être réglé dans de grandes limites de temps et d'intensités. — P. V.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.311.21 (481). — Aménagement des forces hydrauliques en Norvège. *Schweizerische Bauzeitung*, 7 septembre 1918, t. LXXII, p. 92, 60 mots. — Au cours de l'année 1917, 250 000 ch hydrauliques ont été installés. La puissance totale installée à la fin de 1915 était de 1 065 000 ch hydrauliques et 138 500 ch-vapeur, contre 435 000 et 98 300 en 1910, et 201 000 et 70 800 en 1905. — J. C.

621.175. — Le maintien de conditions économiques au condenseur; Hartley L.-H. Smith. *Electric Railway Journal*, 19 octobre 1918, t. LII, p. 694-697, 2 800 mots, 4 fig., 1 tab. — Rappelant son article sur le diagnostic et la correction des causes d'un vide faible, paru dans « Electric Railway Journal » du 21 septembre et signalé dans la « R. G. E. » du 23 novembre, p. 162 D, l'auteur propose d'établir des courbes montrant l'influence de la température d'entrée de l'eau sur la pression absolue au condenseur et il suggère l'emploi de feuilles d'observations concernant le fonctionnement du condenseur, dont il donne un modèle et dont il discute l'utilité. — P. V.

621.186.3. — Relation entre la chute de pression et la dimension des tuyaux dans les longues tuyauteries de vapeur; H. Eisert. *Electrical World*, 12 octobre 1918, t. LXXII, p. 704, 90 mots. — Cet article a trait aux conditions dont il faut tenir compte dans le calcul de longues tuyauteries. Les résultats d'application des formules proposées pour la détermination des dimensions convenables en montrent le bien fondé. — P. V.

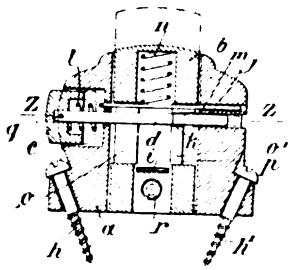
621.311 22 + 621.311 21. — Caractéristiques de l'installation à vapeur complétant une installation hydraulique. *Electrical World*, 20 avril 1918, t. LXXI, p. 818-820, 1 250 mots, 9 fig. — La « Dominion Power and Transmission Co Ltd », a construit récemment à Hamilton, Canada, une station génératrice à vapeur, connue sous le nom de « East End Power Station », destinée à venir en aide à l'installation hydro-électrique de « Power Glen ». La nouvelle

Digitized by Google

Digitized by Google

installation est prévue pour un fonctionnement continu et même indépendant, sous une consommation très économique de combustible, et n'est pas destinée à être seulement une station tampon. — Voir dans l'article les détails techniques de l'installation. — A. B.

621.311.74. — Interrupteur électrique; J. Guittet. *Brevet français n° 486 141*, demandé le 13 juillet 1917, délivré le 18 décembre 1917, publié le 12 mars 1918, 1 050 mots, 6 fig. — Deux boutons à ressort montés dans un corps isolant se verrouillent mutuellement au moyen d'un dispositif à tenon et encoche, de manière à obtenir soit l'allumage, soit l'extinction, en agissant par pression sur l'un ou



621.311.74. — Interrupteur à double contact pour l'allumage et l'extinction.

l'autre des boutons, b et c, la connexion entre les fils conducteurs s'établissant au moyen de deux lames de contact formant ressort reliées respectivement aux bornes de l'interrupteur et d'une lame formant également ressort portée par le bouton d'allumage b. Un ressort à boudin renforce cette dernière lame afin d'assurer un contact intime et de compenser le jeu produit par l'usure des lames.

621.311.72. — Coupe-circuit; J. Kuntziger, H. Chauvin et F. Fontaine. *Brevet français n° 486 131*, demandé le 12 juillet 1917, délivré le 18 décembre 1917, publié le 12 mars 1918, 1000 mots, 2 fig. — Ce coupe-circuit est composé d'un fil soumis à une forte tension mécanique, traversé par le courant à interrompre et composé d'un métal possédant une résistance à la rupture élevée et une limite d'élasticité voisine de la charge de rupture, avec un faible allongement à la rupture, de telle sorte que le fil se rompt à une température notablement inférieure à son point de fusion pour une intensité qui peut être fixée à l'avance avec une grande précision.

621.311.72. — Perfectionnements aux cartouches fusibles; Frederik-Anthony Feldkamp. *Brevet français n° 486 738*, demandé le 11 septembre 1917, délivré le 11 février 1918, publié le 1er mai 1918, 3 100 mots, 9 fig. — Il s'agit d'une cartouche mobile multiple ayant l'aspect extérieur d'une cartouche simple. — J. C.

621.314.5. — Un redresseur à vapeur de mercure à 800 v. *Schweizerische Bauzeitung*, 14 septembre 1918, t. LXXII, p. 104, 400 mots. — Cet appareil est en service à la sous-station Mézières de la ligne Lausanne-Moudon, qui comporte des groupes convertisseurs avec batterie-tampon. On a remplacé la batterie par des redresseurs type BBC, alimentés par des transformateurs de 150 kw à 8 000/6 × 685 v. La tension continue de 800 v n'avait pas encore été atteinte. Des appareils pour tensions plus élevées sont d'ailleurs en construction. — J. C.

621.314.5. — Convertisseur statique de courant biphasé et triphasé en courant monophasé de même fréquence; Louis Bardon. *Brevet français n° 486 755*, demandé le 12 septembre 1917, délivré le 11 février 1918, publié le 8 mai 1918, 600 mots, 2 fig. — L'invention consiste à employer, pour ces transformations, une carcasse de transformateur triphasé. Dans son application au courant triphasé, l'appareil comporte 3 enroulements primaires connectés en étoile, les 3 enroulements secondaires étant reliés en série, l'un d'eux étant enroulé en sens inverse des

Fig. 1

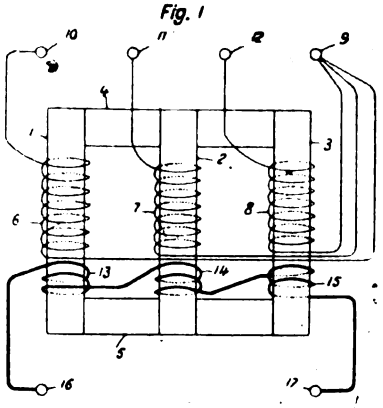
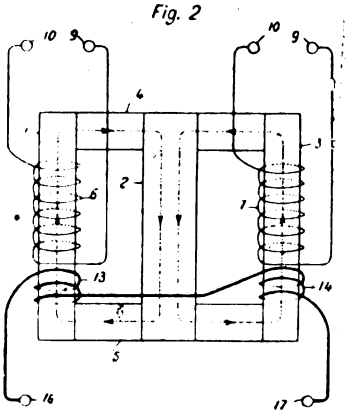


Fig. 2

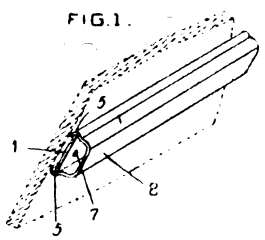


621.314.5. — Schéma de convertisseurs de courants biphasés et triphasés en courant monophasé.

2 autres (fig. 1). Pour l'alimentation en diphasé, les 2 enroulements primaires sont placés sur les noyaux extrêmes, les secondaires sont en série et de même sens (fig. 2). — J. C.

621.315.32. — Système de moulures et raccords pour canalisations électriques; The American Conduit Manufacturing Co. *Brevet français n° 486 694*, demandé le 6 septembre 1917, délivré le 5 février 1918, publié le 30 avril 1918, 900 mots, 14 fig. — L'invention concerne un système

FIG. 1.



de moulures et de raccords en tôles composés d'un fond 1 à bords parallèles et d'un couvercle 2 comportant des rainures 5 permettant la fixation sur le fond. Les raccords s'ajustent bien aux parties droites; ils sont plus larges et plus profonds pour faciliter le soudage des fils. — J. C.

621.315.32. — Fiche de prise de courant indécrochable; V.-H. Broc. *Brevet français n° 486 568*, demandé le

Digitized by Google

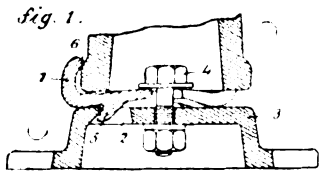
Digitized by Google

14 mars 1917, délivré le 25 janvier 1918, publié le 18 avril 1918, 400 mots, 4 fig. — Cette fiche est combinée avec une attache contenant un piston et un ressort, sa tête est sphérique et peut être introduite par un orifice lorsqu'une traction sur le ressort a dégagé celui-ci; la même manœuvre est nécessaire pour sortir la fiche. Elle est applicable particulièrement dans l'automobile et l'aviation.

621.315.62. — Élément d'isolateur à chaîne; Compagnie générale d'électricité. *Brevet français n° 484 363*, demandé le 31 janvier 1917, délivré le 6 juillet 1917, publié le 2 octobre 1917, 700 mots, 1 fig. — Cet isolateur à plateau ou à disque est caractérisé par l'absence de tout organe d'attache rapporté : l'assemblage se fait par talon et oreilles faisant corps avec le plateau, et traversés par des axes goupillés.

621.315.62. — Isolateur avec dispositif de serrage permettant sa fixation sans scellement sur une plaque de base; Ateliers de construction Oerlikon. *Brevet français n° 484 417*, demandé le 7 février 1917, délivré le 9 juillet 1917, publié le 3 octobre 1917, 600 mots, 3 fig. — La fixation de l'isolateur est obtenue au moyen de pièces de serrage spéciales formant levier par suite du serrage de l'écrou central, dont le desserrage permet l'enlèvement rapide de l'isolateur. Les irrégularités éventuelles de l'embase de l'isolateur peuvent être corrigées par rotation du système. — J. C.

fig. 1.



621.315.62. — Fixation des isolateurs entre deux pièces appliquées l'une sur l'autre au moyen d'un écran central.

621.357. — Les batteries d'accumulateurs employées en marine; Lucius-C. Dunn. *United States Naval Institute Proceedings*, juillet 1918; *Electrical World*, 12 octobre 1918, t. lxxii, p. 704. 80 mots. — L'article traite de l'emploi des batteries dans les navires et les sous-marins et discute l'emploi d'interrupteurs à retour de courant, ainsi que le moyen de maintenir les batteries sur la ligne. Il contient des courbes, se rapportant à la charge et à la décharge. L'application des batteries à l'équipement électrique sous-marin est discutée d'une façon très complète.

P. V.

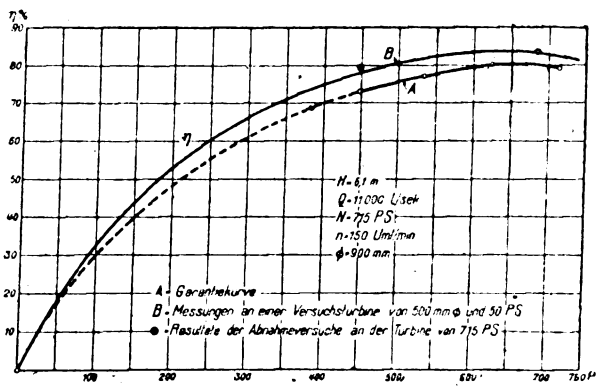
STATIONS ET RÉSEAUX

621.311 (493). — La remise en état des stations centrales de la Belgique. *Electrician*, 11 octobre 1918, t. lxxxi, p. 494, 1 000 mots. — Dans cet article on discute le meilleur moyen de rétablir la distribution de l'énergie électrique en Belgique et finalement il semble que l'on pourrait établir cinq grandes centrales : dans les régions minières du Limbourg belge, de Liége, de Charleroi, de Mons et enfin près des ports d'Ostende, Gand et Anvers où l'on disposerait des charbons étrangers venant par voie d'eau. Ces cinq stations auraient ensemble une puissance de 1 200 000 kw qui serait suffisante pour desservir le territoire belge.

621.125 : 621.7. — Les nouvelles usines Westinghouse à Philadelphie-Sud (E.-U.). *Iron Age*, 16 mai et 4 juillet 1918; *Génie civil*, 24 août 1918, t. lxxiii, p. 159. — Les usines décrites sont destinées à la construction des turbines et des condenseurs de marine et pourront produire un groupe complet de grande puissance en vingt-quatre heures.

621.345 : 622.323. — Une charge idéale pour les stations centrales : l'électrification des gîtes pétrolifères; S.-G. Gasaway et W.-G. Taylor. *General Electric Review*, octobre 1918, t. xxi, p. 699-703, 2 200 mots, 2 fig. — La crise des huiles minérales, analysée d'une manière intéressante par les auteurs, a montré la nécessité de l'adoption de meilleures conditions d'extraction que seule l'électrification peut réaliser. On verra que non seulement la chose intéresse les stations centrales par le débouché nouveau qui leur est offert, mais qu'en outre cette puissance peut constituer une charge idéale par le nivellement des courbes de puissance débitée qu'elle permettra. — P. V.

621.24.00.14. — Essais en charge d'une turbine hydraulique Escher Wyss à grande vitesse; W. Schmid. *Schweizerische Bauzeitung*, 5 octobre 1918, t. lxxii, p. 129 à 131, 1 600 mots, 4 fig. — Les conditions de fonctionnement étaient les suivantes : chute nette, 5 à 6,1 m; débit 10 300 à 11 000 litres par seconde; puissance, 545 à 715 ch; vitesse, 150 t : min; rendement à 715 ch, 79 pour 100; à 625 ch, 80 pour 100; à 535 ch, 77 pour 100; à 447 ch, 73 pour 100. — Les essais furent les suivants : 1° Essai de durée, 2 h. 15 avec admission à 90 pour 100 pour détermination du rendement; 2° Essai avec pleine admission pour détermination de la puissance maximum; 3° Décharge brusque du générateur (alternateur couplé directement) pour détermination de la chute de tension; 4° Essai de deux heures avec admission à 72 pour 100 (rendement); 5° Essai du régulateur et détermination de l'accroissement de vitesse par



621.24. — Courbe du rendement en fonction de la puissance d'une turbine à grande vitesse.

décharge brusque. — La courbe ci-contre donne le rendement obtenu en fonction de la puissance (le rendement garanti étant indiqué en pointillé). La puissance maximum a atteint 727 ch, pour une chute de 6 m. La variation de vitesse entre la marche à vide et en pleine charge (décharge brusque) a été de 8 pour 100 au lieu de 15 pour 100 garantis. Ces essais sont particulièrement encourageants.

J. C.

621.314.00.45. — Inspection des transformateurs comme mesure d'économie. *Electrical World*, 27 avril 1918, t. lxxi, p. 875-878, 4 300 mots, 4 fig., 1 tab. — Il est nécessaire de procéder à une inspection complète de tous les transformateurs de distribution qui reviennent des lignes pour une cause ou une autre avant de les remettre en service : d'abord pour réduire les chances de rupture après installation sur les lignes, et ensuite pour rendre minimum le travail à effectuer pendant l'installation. Les chances de rupture sont réduites si l'on rend les transformateurs parfaitement secs et propres, avec les bornes intactes. En outre, il est évident que les moindres réparations et les réglages peuvent être faits mieux et à meilleur compte à l'atelier qu'au moment de l'installation en ligne. — L'auteur examine les principales vérifications auxquelles on doit se

Digitized by Google

Digitized by Google

livrer avant de remettre un transformateur en service.

A. B.

APPLICATIONS MECANIQUES

621.313.25. — Un appareil automatique de mise en marche pour moteur triphasé; W. Ernst. *Electrician*, 11 octobre 1918, t. LXXXI, p. 491, 900 mots, 4 fig. — La mise en marche automatique des moteurs s'impose de plus en plus, aujourd'hui surtout, en ce qui concerne les gros moteurs. L'article en question décrit un démarreur de moteur triphasé composé en principe d'un contacteur tripolaire fermant le courant sur le stator et un rhéostat tripolaire en dérivation sur les bagues qu'un petit moteur auxiliaire retire progressivement du circuit. Des électros permettent la commande à distance de l'appareil à l'aide de boutons.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33 (45). — Electrification des chemins de fer de l'Etat italien. *Schweizerische Bauzeitung*, 15 septembre 1918, t. LXXII, p. 104, 180 mots. — L'ensemble des lignes électrifiées atteignait 454 km au 30 juin 1917, 77 km ayant été livrés dans la dernière année. On travaille actuellement aux lignes de Porretta, de Florence à Bologné, de Rome à Castellamare Adriatico, de Naples à Foggia, d'Ovada à Gênes, et de Vintimille à Cuneo. On entreprendra ensuite la ligne de Modane à Gênes, déjà électrifiée en partie, puis la ligne de Rome à Naples. — J. C.

621.33 (494). — Electrification des chemins de fer suisses. *Schweizerische Bauzeitung*, 7 septembre 1918, t. LXXII, p. 92, 40 mots. — Le conseil d'administration des chemins de fer fédéraux a adopté, le 31 août 1918, le projet pour l'amélioration et l'électrification de la ligne du Mont Cenis entre Bellinzona et Lugano (12,9 millions de francs). La section Bellinzona-Chiasso sera électrifiée également (crédit voté 14,8 millions de francs). — J. C.

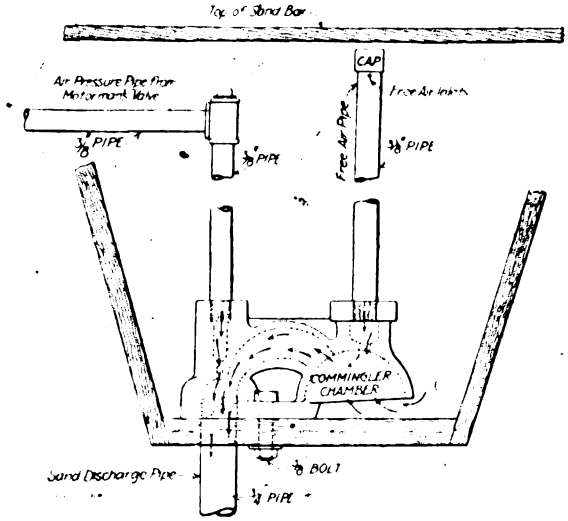
621.33 (494). — Electrification des chemins de fer fédéraux suisses. *Schweizerische Bauzeitung*, 19 octobre 1918, t. LXXII, p. 161-162, 2000 mots, 1 fig. — Sous la pression des événements, les chemins de fer fédéraux suisses sont décidés à établir un programme d'électrification de leur réseau. Ce programme qui comprend trois parties exigera environ trente années pour sa réalisation complète. Les usines de production et de transport de l'énergie doivent être établies dans les dix premières années, mais les concessions n'en sont pas encore délivrées. A cette cause de retard s'ajoute la crise actuelle de la main-d'œuvre et l'élévation des prix; les frais d'électrification qui s'élevaient avant la guerre à 70 000 fr: km, y compris les locomotives, atteignent actuellement de 130 000 à 180 000 fr. Un calcul très précis pour une ligne de 45 km porte les frais de construction à 7 millions au lieu de 2,5 millions avant la guerre. En ce qui concerne les frais d'exploitation, voici ce qu'ils étaient en 1915 pour un trafic de 300 000 trains-kilomètres.

	Traction électrique. fr	Traction à vapeur. fr
Personnel	88 000	122 000
Matériel divers	19 000	25 000
Entretien des locomotives	45 000	60 000
Entretien des sous-stations	42 000	
Dépense d'énergie et de charbon	314 000	720 000
Réparations des installations électriques	150 000	
Amortissement des mêmes	80 000	
	917 000	927 000

Le prix du charbon était de 125 fr : t. Les frais s'équilibrent pour un prix de 123 fr. Aujourd'hui le prix de la tonne atteint 240 fr, ce qui porterait la dépense totale à 1 590 000 fr. L'économie annuelle résultant de l'électrification ressort donc actuellement à 673 000 fr. Elle sera encore plus considérable quand le trafic augmentera, car un accroissement de trafic de 20 pour 100 se traduirait par une économie supplémentaire de 111 000 fr. D'ailleurs, l'électrification permettra d'augmenter le trafic dans des proportions qu'il serait impossible d'atteindre avec la vapeur. — Le canton de Berne vient de décider que les 350 km de son réseau local qui sont encore exploités à la vapeur vont être électrifiés de toute urgence : ce sont les quatre groupes de Spiez, de Berne d'Emmenthal et du Jura. Les deux premiers seront alimentés par les usines de Spiez et Kandergrund, le matériel de ligne et 14 locomotives sont déjà construites. Les deux autres seront alimentés par l'usine de Muhleberg qui va être terminée ; le chemin de fer d'Emmenthal a d'ailleurs commencé à équiper la partie supérieure de son réseau avec le système employé au Burzdorf-Thun, et prépare activement les travaux de la partie inférieure. Le rapport adressé par le canton de Berne au conseil fédéral montre que pendant longtemps le trafic ne pourra être assuré d'une manière conforme aux besoins que sur les lignes électrifiées. Malheureusement le conseil fédéral s'est séparé sans avoir pris de décision à cet égard.

621.33.00.3 (494). — Le budget des chemins de fer suisses pour 1919. *Shweizerische Bauzeitung*, 2 novembre 1918, t. LXXII, p. 188, 800 mots. — Ce budget s'élève à 78 723 400 fr dont 29 890 000 fr sont réservés à l'électrification. Ces derniers se décomposent ainsi : centrale de Ritom, 4 300 000 fr ; centrale d'Amsteg : 2 500 000 ; canalisations haute et basse tension : 6 000 000 ; infrastructure : 2 400 000 ; ligne de prise de courant : 5 700 000 ; réparations : 1 560 000 (la ligne Erstfeld-Bellinzona a déjà coûté 49 460 000 fr). Electrification de la ligne Bellinzona-Chiasso : 4 000 000 ; Erstfeld-Lucerne : 40 000 ; Arth-Goldau-Zurich : 30 000 ; Brig.-Sitten : 1 250 000 ; Scherzlingen-Berne : 1 180 000. Travaux préliminaires pour la centrale de Barberine et d'autres centrales hydrauliques : 400 000 fr. — J. C.

625.622. — Sablière pneumatique applicable aux boîtes à sable existantes. *Electric Railway Journal*, 27 juillet 1918, t. LII, p. 163, 900 mots, 1 fig. — Toutes les parties actives



625.622. — Fig. 1. Sablière pneumatique adaptée à la boîte à sable d'un tramway électrique.

Top of Sand Box, sommet de la boîte à sable; Air Pressure Pipe from Motorman's Valve, tuyau à air comprimé venant de la valve du wattman; Free Air Inlets, ouvertures pour l'air atmosphérique; 3/8" Pipe, tuyau de 9,5 mm; Commingler Chamber, chambre de mélange; Sand Discharge Pipe, tuyau d'écoulement du sable; 3/4" Pipe, tuyau de 19 mm.

de l'appareil sont incluses dans une pièce venue de fonte fixée au fond de la boîte à sable. Cette pièce est pourvue de

Digitized by Google

Digitized by Google

trois ouvertures pour le montage de la tuyauterie nécessaire. Le tube à air comprimé est connecté au sommet gauche, ainsi que le montre la figure et va à la conduite d'air principale. Celle-ci peut être raccordée au tuyau du frein de secours et à la soupape du wattman, de façon que l'air nécessaire pour le fonctionnement de la sablière soit envoyé en même temps que la manette du frein de secours est mise dans la position convenable, ou bien la connexion peut être faite au moyen d une soupape spéciale à la disposition du wattman. On recommande une combinaison des deux moyens. La connexion du tuyau d'écoulement se trouve au fond à gauche. Un tuyau à communication avec l'air libre est connecté à la pièce de fonte à droite; il atteint le sommet de la boîte et est pourvu d'un chapeau et de trous percés exactement en dessous pour l'admission de l'air libre. La manœuvre consiste à admettre l'air sous pression; il passe, à travers une tuyère dans le tuyau plus large d'écoulement du sable conduisant aux rails. La détente de l'air à l'endroit où il quitte l'orifice réduit produit une succion à travers la chambre de mélange. Le sable y pénètre par en-dessous et l'air libre se trouve appelé; cet air passe par-dessus le sable, séparant les grains; son action empêche toute obstruction dans le cas où le sable serait humide. Les ouvertures de la pièce de fonte sont telles qu'un caillou de trop grosse dimension ne peut pénétrer dans la chambre de mélange, tandis que les petits cailloux sont expulsés par l'action de l'air. — P. V.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.431.42. — Magnéto d'allumage; Brown, Boveri et Cie. *Brevet anglais n° 111 100* (provisoire), janvier 1918.

621.431.42. — Magnéto d'allumage; Société des magnétos R. B. *Brevet français n° 487 375*, demandé le 31 octobre 1917, délivré le 8 avril 1918, publié le 28 juin 1918, 500 mots, 6 fig.

621.431.42. — Perfectionnements apportés aux bougies d'allumage pour moteurs à explosions; Paul-Claude Grosjean. *Brevet français n° 487 468*, demandé le 18 janvier 1917, délivré le 15 avril 1918, publié le 9 juillet 1918, 430 mots, 1 fig.

621.431.42. — Bougie d'allumage pour moteurs à explosions; Charles Blandin. *Brevet français n° 487 069*, demandé le 29 septembre 1917, délivré le 8 mars 1918, publié le 4 juin 1918, 480 mots, 3 fig.

621.431.42. — Perfectionnements aux circuits d'allumage; Compagnie générale de Magnétos. *Brevet français n° 487 067*, demandé le 29 septembre 1917, délivré le 8 mars 1918, publié le 4 juin 1918, 200 mots. — On introduit un condensateur dans le circuit secondaire des magnétos d'allumage et particulièrement des magnétos à volets avec résistance complémentaire dans l'induit.

621.431.42. — Perfectionnement apporté aux bougies d'allumage pour moteurs à explosions; Société Générale des huiles et fournitures industrielles l'Oleo. *Brevet français n° 487 349*, demandé le 15 octobre 1917, délivré le 4 avril 1918, publié le 25 juin 1918, 150 mots, 3 fig.

621.431 42. — Bougie de moteur à allumage intérieur; Ernest Perrot. *Brevet français n° 487 356*, demandé le 20 octobre 1917, délivré le 4 avril 1918, publié le 28 juin 1918, 80 mots, 4 fig.

621.431.42. — Dispositif d'avance à l'allumage pour moteurs à explosion; Maurice Jeanson. *Brevet français n° 487 341*, demandé le 6 avril 1917, délivré le 4 avril 1918, publié le 25 juin 1918, 430 mots, 3 fig.

621.364.5. — L'électricité appliquée à la cuisine. *La Technique moderne*, février 1918, t. x, p. 87, 1 000 mots. — Dans cet article se trouvent quelques indications sur l'influence que les cuisines collectives à grand débit peuvent avoir sur la régularité de la charge des stations centrales; elles proviennent d'une communication faite par M. Gillott à l'Institution of Electrical Engineers.

669.86 : 621.365. — Four système Wild-Barfield pour la trempe de l'acier. *La Technique moderne*, juin 1918, t. x, p. 283, 400 mots, 1 fig. D'après *The Engineer*, 27 juillet 1917. — La principale nouveauté de ce four électrique consiste dans le moyen employé pour déterminer le moment où l'acier atteint son point critique : on a recours au phénomène connu d'après lequel l'acier cesse d'être magnétique à partir d'une certaine température. L'introduction de l'objet d'acier dans le solénoïde chauffant donne lieu à une augmentation du flux qui produit un courant induit dans un second solénoïde enroulé sur l'intérieur du four et connecté à un galvanomètre; quand l'objet se chauffe, le flux reste pratiquement constant jusqu'au moment où le point critique est atteint; un courant induit de sens inverse du précédent traverse alors le galvanomètre; à ce moment on retire l'objet du four et on le trempe dans une solution saline.

621.392. — Soudure électrique des tubes dans la longueur. *La Technique moderne*, avril 1918, t. x, p. 197, 200 mots, 1 fig. D'après H.-R. Woodrow, *Brevet anglais n° 111 089*, 9 janvier 1918. — L'invention est relative à une machine à souder les tubes suivant une génératrice; l'intensité du courant s'y trouve automatiquement réglée de manière qu'elle soit proportionnelle à la vitesse de déplacement du tube.

621.392. — Procédé de soudure « quasi-arc ». *La Technique moderne*, juin 1918, t, x, p. 294-295, 500 mots, 1 fig; d'après Strohmenger, *Brevet anglais n° 1274*, 7 mai 1913, et *n° 11079*, 3 septembre 1913, et Quasi-Arc Co and W.-L. Cole, *Brevet anglais n° 112 353*, 27 février 1918. — Le premier brevet a pour objet la soudure longitudinale de deux pièces jointes et qu'un étau presse l'une contre l'autre dans leur longueur et, suivant leur arête de contact, est disposée une électrode fusible constituée par le métal ou l'alliage qui doit servir de lien entre les pièces à souder, électrode enroulée dans une enveloppe isolante qui ne laisse émerger qu'une des extrémités de l'âme métallique; un arc électrique s'amorce en ce point et le plomb de soudure se déplace lentement à mesure que fond la substance isolante enrobant l'électrode fusible. — Le second brevet prévoit pour l'électrode isolée une disposition appropriée à certains travaux de soudure, notamment aux soudures localisées sur une faible longueur, en maintenant l'électrode par un support approprié. — C'est à ce support que le troisième brevet donne des agencements définitifs, plus pratiques et se prêtant mieux à l'exécution continue, en partie même automatique, de divers travaux de soudure.

MATIÈRES PREMIÈRES

669.86. — Trempe des aciers au chrome et au cuivre. *La Technique moderne*, juin 1918, t. x, p. 291-292, 1 200 mots, 4 tab.; d'après une communication de L. Grenet à l'*Iron and Steel Institute*, juillet 1917. — L'article donne les résultats de nombreux essais faits sur 15 aciers dont le tableau I indique la composition; l'influence du cuivre sur la profondeur de trempe des aciers chromés sans nickel est présentée dans le tableau II qui donne les indices de dureté à l'épreuve de Brinell suivant le traitement; dans le tableau III sont résumées des indications analogues pour des aciers au chrome et au nickel; le tableau IV donne les résultats des essais de traction et de choc sur des aciers au chrome et au nickel et sur des aciers au chrome et au cuivre avec ou sans nickel.

Digitized by Google

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

ECONOMIE INDUSTRIELLE

5 + 6. — Du rôle de la science dans l'industrie; Le Chatelier. *La Technique moderne*, juin 1918, t. x, p. 393-396. — Dans cet article, l'auteur revient sur une question qu'il a maintes fois déjà exposée dans diverses revues et, en particulier, dans la « R. G. E. ». Mais comme les arguments qu'il présente à l'appui de la nécessité de l'introduction de la méthode scientifique dans l'industrie sont chaque fois étayés par des exemples nouveaux, il convient de signaler cet article. — Dans son introduction l'auteur rappelle que les inventeurs se sont rarement enrichis et que, si leurs découvertes profitent à l'humanité dans son ensemble, elles sont presque toujours sans influence sur le développement industriel de leur propre pays. Aussi estime-t-il que c'est moins aux découvertes de quelques génies qu'à la diffusion de l'enseignement scientifique à tous les degrés de la hiérarchie industrielle qu'est dû l'essor économique d'un pays. — Il indique ensuite les deux rôles principaux que la science est appelée à jouer dans l'industrie : 1° provoquer par des études faites au laboratoire des progrès, parfois individuellement très petits, mais dont la somme accumulée devient à la longue énorme, hors de proportion avec les perfectionnements brusques, mais très rares, amenés par les découvertes empiriques ; 2° régulariser à l'atelier les fabrications, supprimer les opérations inutiles, diminuer la proportion des déchets et abaisser ainsi les prix de revient. Des exemples pris dans l'industrie électro-métallurgique française montrent les heureux résultats obtenus par la mise en pratique de ces deux rôles. — Dans sa conclusion l'auteur fait remarquer qu'il ne faudrait pas arguer de ces exemples pour prétendre que l'industrie française emploie des méthodes scientifiques, car ces exemples se rapportent à *une seule* usine. Il convient que leur application se heurte à de sérieuses difficultés pratiques. « Beaucoup d'industriels, écrit-il, raisonnent comme ceux trop nombreux qui ne veulent pas former d'apprentis, dans la crainte de travailler pour leurs concurrents. Un ingénieur qui a réglé scientifiquement toute une fabrication et en a fait comprendre les détails à ses collaborateurs s'expose à voir l'un de ceux-ci transporter tous les avantages obtenus dans une usine concurrente. Au point de vue général, cette diffusion des bonnes méthodes de travail est certainement très avantageuse, mais elle lèse les intérêts particuliers qui cherchent à se défendre par l'abstention. Si cependant ces méthodes scientifiques de travail pouvaient se généraliser, la puissance de production de la France serait rapidement doublée et les ruines de la guerre seraient bientôt effacées. Pour atteindre ce résultat, il faut s'attaquer maintenant à notre enseignement scientifique, l'obliger à renoncer au travail de mémoire, à la documentation en vue des examens, pour développer au contraire l'esprit scientifique et familiariser nos jeunes ingénieurs avec la méthode expérimentale. Il faut, de plus, réformer notre éducation nationale, habituer nos jeunes gens à l'effort répété, à la persévérance, voire même à l'obstination. »

621.3(42 + 51). — Les entreprises techniques anglaises en Chine. *Engineering*, 30 août 1918, t. cvi, p. 220-221, 3 600 mots. — L'auteur a montré dans un précédent article les causes qui ont affecté les intérêts britanniques en Chine, en ce qui concerne les chemins de fer ; il se propose dans l'article actuel de rechercher les influences qui agissent dans le même sens sur les autres entreprises techniques. — Il examine en premier lieu l'exploitation des mines ; il montre que la superstition et les lois minières du pays se sont opposées à une exploitation rationnelle et à l'introduction de capitaux étrangers ; les intérêts anglais sont limités à la « Kailan Mining Administration » et au « Peking Syndicate ». — Le charbon extrait par ces différentes sociétés atteint 3 000 000 t annuellement ; l'auteur entre en détail dans la description des différents puits, leur situation et leurs résultats d'exploitation. — Parmi les autres intérêts anglais, l'auteur signale l'exploitation des télégraphes chinois et de la télégraphie sans fil sous le contrôle de la « Marconi Company » qui possède 13 stations. — Un certain nombre de ports sont sous le contrôle anglais, l'exploitation de ces ports ainsi que de tous les accessoires nécessaires à la vie moderne de ces villes est faite à l'aide de capitaux anglais ; quelques chantiers de construction de navires ont également été créés, mais comme le charbon doit venir du nord de la Chine et l'acier être importé d'Angleterre, il est peu probable que cette industrie prenne une grande extension. — Les importations totales de l'Empire chinois se montaient en 1914 à environ 200 000 000 fr. — L'auteur se plaint que les affaires anglaises avec la Chine ne soient pas en rapport avec les sommes prêtées à ce pays, environ un milliard de francs (contre six cents millions par la France et cinq cents millions par l'Allemagne). — Le mouvement des ports est en grande partie assuré par le tonnage anglais (40 pour 100 environ contre moins de 1 pour 100 pour la France). Les capitaux anglais ont en outre une part considérable dans la réorganisation de la marine chinoise. — E. B.

621.31(493). — La reconstitution de la Belgique au point de vue électrique. Projet de mise en commun des productions d'électricité ; J. Carlier. *Génie civil*, 10 août 1918, t. lxxiii, p. 108, 3 200 mots. — Dans cet article l'auteur montre les avantages économiques considérables qui résulteraient, pour la Belgique, de la mise en commun des productions d'électricité, et de l'électrification industrielle générale, y compris celle des chemins de fer. L'économie de charbon produite par l'exécution de ce projet est évaluée à 3 909 000 t pour l'industrie en général (force motrice, éclairage, etc.) et de 1 000 000 t pour les chemins de fer, soit en tout près de 5 000 000 t représentant 22 pour 100 du charbon extrait annuellement ; en espèces, cette économie serait représentée paa 83 000 000 fr. L'auteur examine ensuite les avantages de l'interconnexion des centrales électriques et de la concentration de très fortes puissances dans ces centrales qui auraient pour conséquences de diminuer la consommation de combustible et des autres frais de production avec l'augmentation de la puissance des génératrices, par unité d'énergie électrique produite, et d'abaisser les charges financières qui grèvent la production. Les dispositions qui précèdent permettraient, d'après M. Carlier, de réduire de 50 à 75 pour 100 le prix actuel de vente de l'énergie électrique. L'auteur termine son article par des considérations sur ce que devrait être la Société nationale d'Electricité qui prendrait entre ses mains la totalité de la production de l'électricité en Belgique.

FINANCES

657.37. — Assemblée générale ordinaire du 11 juin 1918. Compagnie des Forges et Aciéries électriques Paul Girod. *R. E. G.*, 23 novembre 1918, t. iv, p. 808, 300 mots.

657.37(065)2. — Société d'Electricité de Caen. Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1918. *R. G. E.*, 5 octobre 1918, t. iv, p. 516, 400 mots.

657.37(065)2. — Société du Gaz et d'Electricité de Marseille. Assemblée générale ordinaire du 27 juin 1918. *R. G. E.*, 12 octobre 1918, t. iv, p. 560, 500 mots.

657.37(065)2. — Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité. Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1918. *R. G. E.*, 12 octobre 1918, t. iv, p. 559-560, 700 mots.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. Le Gérant : J.-B. Nouet.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.531. — Mesures de la polarisation pour des cathodes filiformes dans les gaz ionisés séparément; C.-A. Skinner. *Physical Review*, août 1918, 2e série, t. XII, p. 136-142, 2 000 mots, 3 tab. — Dans des recherches antérieures l'auteur a établi la relation suivante pour des cathodes planes disposées dans la lueur négative fortement ionisée de l'hydrogène

$$(1) \qquad V_b = g\left(\frac{j}{n}\right)^2,$$

où V_b désigne la différence de potentiel de polarisation, j la densité du courant à la cathode, n la densité des ions positifs exprimée par un nombre juste à l'extérieur de la région de polarisation et g une constante qui dépend du genre de métal utilisé. Dans l'oxygène les résultats sont analogues. — Pour des cathodes filiformes, l'auteur établit dans son mémoire que la densité du courant à la cathode est inversement proportionnelle à la puissance $\frac{2}{3}$ du rayon. L'équation (1) prend alors la forme

$$(2) \qquad V_b = g' r^{\frac{4}{3}} \left(\frac{j}{n}\right)^2$$

pour des valeurs de V_b bien supérieures à celles pour lesquelles la vitesse thermique des ions qui pénètrent dans la région de polarisation produit un effet appréciable. A noter cependant que la théorie d'où l'on a déduit l'équation (1) n'est pas invalidée. Dans cette théorie la valeur de j est en effet relative à l'entrée dans la région de polarisation et non à la cathode; mais avec des cathodes planes les deux valeurs sont égales. — A. B.

537.311. — Note sur la conductivité des métaux aux très basses températures; Francis-B. Silsbee. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, n° 307, 23 juillet 1917. — On trouvera dans « La Revue électrique », Littérature des périodiques du 6 novembre 1914, p. 58 et 59 et 20 novembre 1914, t. XXII, p. 365, un exposé très complet des conditions des expériences de Kammerlingh Onnes relatives aux supraconducteurs. Nous rappellerons seulement que, non seulement l'abaissement de température intervient dans le phénomène, mais qu'il existe aussi un *seuil* de densité de courant et un *seuil* de champ faisant disparaître l'état de supraconducteur. La densité de seuil est d'ailleurs d'autant plus élevée que la température à laquelle on opère se trouve au-dessous de la température de la chute de la résistance. Le point particulier que l'auteur se propose de faire ressortir dans la présente note, c'est que *le seuil de densité est celui pour lequel le champ dû au courant lui-même est égal au seuil de champ*; autrement dit, le phénomène du courant critique se confond avec celui du champ critique. — Dans le cas où l'échantillon est un fil enroulé en bobine plate, il est évident que les spires intérieures se trouvent dans le champ produit par les autres spires, lequel champ est identique à celui que fourniraient des électro-aimants indépendants. Donc, quand par l'accroissement du courant ce champ atteint la valeur critique, ce sont d'abord les spires intérieures qui redeviennent résistantes; puis, à mesure que l'intensité continue à croître, il y a de plus en plus de fil qui perd l'état de supraconducteur. Etant donné la diminution énorme de conductivité qui caractérise le passage de l'état de supraconducteur à l'état normal, on peut dire que cette diminution se manifeste aussitôt qu'une fraction seulement de spire cesse d'être supraconductrice. Comme les actions des différentes spires s'ajoutent, il est évident qu'il faut une intensité de courant moindre dans un fil enroulé en bobine et le même fil droit pour produire le même champ. M. Kammerling Onnes a effectivement constaté que des bobines en fils de plomb et d'étain avaient des densités de seuils 1,5 et 1,8 fois plus faibles que celles des mêmes fils tendus en ligne droite. Cependant on n'a pas cherché à déterminer l'augmentation de résistance qui serait consécutive à une augmentation progressive de l'intensité du courant. — Avec un fil droit, il faut s'attendre à un effet un peu plus compliqué. Considérons un fil supraconducteur de rayon r_0, portant un courant I_0 uniformément réparti sur sa section. Le champ H à l'intérieur du fil et à une distance r de l'axe est : $H = \frac{2rI}{r_0^2}$ et à la surface $H_0 = \frac{2I}{r_0}$. Si l'on fait croître le courant un peu au-dessus de $\frac{H_c r_0}{2}$, où H_c est le champ de seuil, la surface extérieure du fil redeviendra résistante et, comme cette couche est shuntée par la partie centrale encore supraconductrice, tout le courant passera par celle-ci; mais le champ, à la limite du noyau, deviendra lui-même supérieur au champ sur l'axe puisque, d'après la première formule, il varie en raison inverse du rayon. Le système est, par conséquent, instable et le courant passera brusquement à une nouvelle distribution, qui dépendra de la relation existant entre la résistivité et le champ. Si cette relation était connue, on pourrait calculer la distribution du courant en se basant sur les équations électromagnétiques ordinaires. — Comme cas particulier, admettons que la résistivité varie dans un rapport k très grand pour une intensité de champ H_c bien définie; alors, pour des courants supérieurs au courant critique, il existe un noyau supraconducteur qui, néanmoins, a un rayon si petit qu'une partie négligeable seulement du courant le traverse, bien que la partie extérieure reprenne de sa résistance. Le professeur Langevin, à la prière de l'auteur, a donné une solution mathématique du problème, solution qui conduit à ce résultat que, entre ces deux régions, existe une troisième zone dans laquelle la densité de courant varie de telle façon qu'elle maintient le champ

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Digitized by Google

constant à la valeur H_c dans toute cette zone intermédiaire. Les rayons de la surface séparant la zone intermédiaire du noyau central faiblement supraconducteur et de la zone extérieure sont respectivement

$$r_1 = r_0 \times \frac{2}{K} \times \frac{1}{\left[\frac{I}{I_c} + \sqrt{\left(\frac{I}{I_c}\right)^2 - 1}\right]}$$

et

$$r_2 = r_0 \frac{1}{\left[\frac{I}{I_c} + \sqrt{\left(\frac{I}{I_c}\right)^2 - 1}\right]}$$

formules dans lesquelles I représente le courant total, et $I_c = \frac{H_c r_0}{2}$ le courant critique. Le champ H dans ces trois régions satisfait aux relations suivantes : dans le noyau supraconducteur $H < H_0$; dans la couche intermédiaire $H = H_c$; dans la couche extérieure $H > H_c$. — L'effet d'une telle distribution sur la résistance du fil considérée dans son ensemble est de provoquer une augmentation brusque de $\frac{K}{2}$ fois cette résistance, au moment où l'intensité dépasse sa densité de seuil ; puis la résistance continue à croître, d'abord rapidement, puis lentement, et tend asymptotiquement vers K fois sa valeur de chute. A toute autre relation entre la résistivité et le champ correspondrait une autre distribution du courant ; mais, en général, à tout accroissement brusque de la résistivité avec le courant correspondrait un accroissement analogue avec le champ. Nous ne possédons pas encore de données expérimentales suffisamment nombreuses pour contrôler ces hypothèses ; cependant pour l'étain on sait que le champ de seuil à 2°K est de 200 gauss et l'auteur a trouvé que ce champ calculé d'après l'intensité de seuil est 430 gauss pour le fil bobiné, 240 gauss pour le fil droit, à la température de 1,6°K. Si donc les faits viennent à prouver que l'effet magnétique est fondamental, on aura les éléments nécessaires pour étudier une théorie plus satisfaisante de l'état supraconducteur et de la conduction métallique en général que celles de Onnes, Lindeman et J.-J. Thomson qui ne tiennent pas même compte de l'existence d'un champ critique. — B. C.

669.912.8. — Sur le pouvoir inducteur spécifique des métaux ; Fernando Sanford. *Physical Review*, août 1918, 2e série, t. XII, p. 130-135, 2000 mots, 1 tab. — On s'est demandé pendant longtemps si le pouvoir inducteur spécifique et la conductibilité électrique pouvaient coexister dans la même substance. Il semble que cela soit en contradiction avec l'hypothèse de Maxwell : la constante diélectrique étant définie par l'inverse d'un module d'élasticité, c'est-à-dire par le rapport du déplacement d'une charge électrique à la force électromotrice qui produit le déplacement, et la plus petite force électromotrice pouvant produire un déplacement électrique continu dans un conducteur, il semble résulter de cette définition que la constante diélectrique d'un conducteur est infinie. — Cependant une des théories modernes de la conductibilité suppose qu'il y a, dans les métaux, à la fois des électrons libres et des électrons liés et que les électrons libres seuls interviennent dans la conductibilité. S'il en est ainsi, il n'est pas impossible, a priori, qu'un déplacement électrique au sens de Maxwell puisse être produit dans ces électrons liés par la force électromotrice qui détermine le courant. — En fait, dans plusieurs conducteurs médiocres, on a pu mesurer un pouvoir inducteur spécifique au moyen d'une force électromotrice alternative à période très courte alors qu'il est impossible de le déceler avec une force électromotrice constante ; en général, plus la période est courte et plus faibles sont les valeurs obtenues pour le pouvoir inducteur spécifique. — Cohen et ses collaborateurs semblent avoir établi une relation très nette entre le pouvoir inducteur spécifique et l'électrisation par contact, en sorte que, dans le cas des substances non métalliques, solides, liquides ou gazeuses, celles qui ont le pouvoir inducteur spécifique le plus élevé acquièrent une charge positive par contact avec les substances de pouvoir inducteur spécifique plus faible. Comme les substances métalliques peuvent être électrisées par contact avec d'autres substances, métalliques ou non, quelle que soit leur conductibilité, il semble que la loi de Cohen doive aussi leur être applicable et que, si les métaux ont les pouvoirs inducteurs spécifiques qu'on leur attribue, ils devront acquérir des charges positives par contact avec toutes les autres substances. — L'auteur s'est proposé de déterminer avec précision la place des métaux dans la liste que permettent de dresser l'électrisation par frottement ou l'électrisation par contact. Deux méthodes ont été utilisées : 1° Les substances conductrices sont montées sur des manches isolants, habituellement en ébonite, et les substances non conductrices sont tenues par des pinces métalliques pour éviter qu'on leur donne des charges par contact avec la main. On frotte les deux substances l'une contre l'autre ou simplement on les met au contact et on les sépare, et on étudie les charges avec un électroscope de Wilson dont le plateau est relié à une batterie de 100 piles sèches. On a aussi de cette manière le signe de la charge et on peut reconnaître si les substances essayées sont voisines ou éloignées dans la série. 2° Les métaux sont pris sous forme de baguettes ; on les suspend à un support isolant et on les relie à l'une des armatures d'un condensateur de 4 μf dont l'autre armature est au sol. Après que la tige de métal a été frottée avec la substance qu'on veut lui comparer, on supprime la communication entre le métal et le condensateur et on décharge le condensateur à travers un galvanomètre balistique. Il est difficile d'obtenir des résultats quantitatifs comparables, les charges produites dépendant grandement de la méthode de frottement utilisée. — Voici un extrait de la liste dressée par l'auteur ; on a indiqué le pouvoir inducteur spécifique des quelques substances pour lesquelles il était connu :

Couche de collodion.		Disque d'ébonite.	
Coton poudre.		Fer de Norwège.	
Platine.		Nickel.	
Feuille de caoutchouc A.	K = 2,1	Aluminium oxydé.	
Pyrite de fer.		Soie.	
Feuille de celluloïd.		Plomb.	
Or.		Bismuth.	
Argent.		Cadmium.	
Cuivre.		Baguette d'acier.	
Etain.		Couche de gélatine.	
Antimoine.		Verre au cobalt.	K=4,32
Feuille de caoutchouc B.	K = 2,34	Quartz (perpend. axe).	K=4,5
Ambre.		Quartz (parall. axe).	K=4,8
Disque de soufre.	K = 3	Flanelle.	
Oxyde de Cu.		Zinc.	
Plaque d'ébonite.	K=3,03	Crown.	K=6,9
Feuille de caoutchouc E.	K=4,2	Calcite.	K=8,27
		Etc.	

On voit par ce tableau que les métaux s'intercalent entre les diélectriques dans la série d'électrisation par contact avec les diélectriques. Il est naturel, pense l'auteur, de déduire de ce fait que les places occupées par les métaux dans cette série sont déterminées par leur constante diélectrique, tout comme celle des substances non métalliques. — Il croit pouvoir énoncer les lois suivantes : 1° les pouvoirs inducteurs spécifiques des métaux sont du même ordre de grandeur que ceux des substances non métalliques ; 2° plus un métal est électropositif dans la série déduite de l'électrisation par contact et plus son pouvoir inducteur spécifique est élevé. — A. B.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.312.17. — Machines à enrouler les bobines. *Engineering*, 6 septembre 1918, t. CVI, p. 246-248, 2 300 mots. — L'ar-

Digitized by Google

Digitized by Google

ticle signale une machine intéressante de la Leesona Universal Electric Coil Winding Company, exécutée en trois types : le n° 86 qui peut, par l'emploi d'une méthode spéciale d'enroulement, faire des bobines plates de grand diamètre se supportant elles-mêmes sans emploi d'une carcasse métallique ou autre ; le n° 96 qui enroule les spires concentriquement à l'axe en intercalant en même temps un mince fil de coton suivant un angle différent formant isolant entre couches et maintenant les fils en place à l'extrémité de la bobine. Des photographies montrent la machine ; celle-ci peut enrouler les fils des diamètres compris entre 20 S W G et 47 S W G à raison de 1 000 à 2 000 spires par minute ; elle est munie de dispositifs automatiques indiquant : 1° qu'un nœud s'est formé sur le fil ; 2° un défaut d'isolement du fil ; 3° une trop grande tension exercée sur le fil ; 4° la rupture du fil de coton ; l'opérateur ne peut aucunement agir sur le frein qui arrête automatiquement la machine si l'un des défauts signalés ci-dessus se produit. L'article donne une description succincte de la machine que l'on peut suivre sur les photographies ; il fournit ensuite un certain nombre de détails de fonctionnement, mode d'opération des compteurs, etc. Une coupe de bobine postérieure montre la disposition des fils à l'intérieur ainsi que celle des fils de coton qui servent à l'isolement et à la fixation. Les bobines peuvent être en outre imprégnées au compound qui les transforme en blocs rigides. — E. B.

621.311.75. — Démarreurs électriques. *Engineering*, 30 août 1918, t. CVI, p. 235-236, 300 mots. — L'article signale les appareils de la « Igranic Electric Company », en particulier un démarreur automatique et une collection de bobines exécutées sur la machine automatique « Leeson ». Le démarreur automatique montré par deux photographies est du type à doigts multiples qui ferme de deux à dix contacts successivement sans l'interruption d'aucun mécanisme de commutateur. Deux interrupteurs unipolaires sont montés ensemble et verrouillés à l'intérieur d'une carcasse solide en fonte munie d'une boîte de jonction à la base et d'un ampèremètre à la partie supérieure. L'ensemble du panneau peut être examiné par une ouverture de la boîte de fonte ; pour une inspection plus complète, le panneau peut être amené à l'extérieur de la boîte en dévissant simplement quelques écrous à oreilles de sorte que les résistances et autres parties de l'appareil peuvent être vérifiées et réparées avec la plus grande facilité. Les connexions électriques ne sont pas démontées pendant ce travail, seuls les deux conducteurs allant à l'ampèremètre doivent être enlevés ; cependant, si on le désire, ces conducteurs peuvent être tenus assez longs et flexibles pour que leur démontage soit inutile. Lorsqu'un circuit est formé par un de ces appareils, un solénoïde placé à sa base reçoit du courant et ferme les contacts montrés par les photographies ; la fermeture se fait progressivement, supprimant les résistances l'une après l'autre. La pression est exercée par l'intermédiaire de leviers liés à l'armature du solénoïde dont le mouvement est réglé par un amortisseur ; les doigts de contacts sont courbés et situés à des distances régulièrement croissantes des plots en partant de la gauche vers la droite ; ils viennent successivement en prise jusqu'à ce que le dernier en forme de crochet touche le dernier plot, supprimant la dernière résistance. — E. B.

TRACTION ET LOCOMOTION

625.13. — Le second tunnel du Simplon. *Schweizerische Bauzeitung*, 21 septembre 1918, t. LXXII, p. 116, 120 mots. — La maçonnerie est terminée du côté nord, il n'en reste que 1 865 m à faire du côté sud. On entreprendra ensuite la superstructure et la pose des câbles et canalisations électriques des signaux et du téléphone. — J. C.

621.335. — Les nouvelles locomotives triphasées des chemins de fer italiens ; E. Bovoxl. *Industria*, 15 avril 1918 ; *Génie civil*, 20 juillet 1918, t. LXXIII, p. 57. — Ces locomotives dont la partie électrique a été construite par le Tecnomasio Italiano Brown-Boveri de Milan et les parties mécaniques, soit par la Société Ernesto Breda de Milan, soit par les Officine Meccaniche de Milan, ont un poids total de 93 t, 50 t pour la partie mécanique et 43 t pour l'équipement électrique. Chaque locomotive est portée par 3 essieux moteurs accouplés compris entre deux bogies. Le diamètre des roues motrices est de 1,63 m, celui des roues des bogies 0,60 m ; la longueur entre tampons est de 13,37 m et la longueur entre cabines, de 10,60 m. L'alimentation des 2 moteurs se fait par courant triphasé 3 700 v à la fréquence de 15 à 17 p : sec. La commande des essieux se fait par bielles et faux essieux. L'effort maximum de traction au démarrage est de 12 000 kg et l'effort de traction normal varie entre 6 000 kg et 9 000 kg suivant la vitesse. Une cabine de manœuvre se trouve à chaque extrémité de la machine. La locomotive a quatre vitesses normales : 37,5 km : h, 50 km : h, 75 km : h et 100 km : h ; la première vitesse est obtenue en mettant les moteurs en cascade et avec 8 pôles par moteur ; la seconde, avec moteurs en cascade et 6 pôles par moteur ; la troisième, avec moteurs en parallèle et 8 pôles par moteur ; et enfin la plus grande vitesse, avec moteurs en parallèle et 6 pôles par moteur.

621.335. — Les phénomènes de résonance dans les systèmes ayant une élasticité périodiquement variable ; D^r^ Meissmer. *Schweizerische Bauzeitung*, 14 septembre 1918, t. LXXII, p. 95-98, 4 000 mots, 2 fig. — Cette étude s'applique en particulier aux mouvements des locomotives électriques sous l'influence de leur période propre et des forces extérieures. Le problème est traité mathématiquement. — J. C.

621.335. — Dispositif de commande d'une locomotive en queue par la locomotive de tête dans un train à traction électrique, sans l'emploi d'un conducteur intermédiaire porté par le train ; Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans. *Brevet français n° 486 638*, demandé le 30 août 1917, délivré le 31 janvier 1918, publié le 23 avril 1918, 450 mots. — L'inventeur décrit dans ce brevet deux procédés. Dans le premier, le circuit spécial de commande est constitué par un ou deux des rails de roulement et par un fil spécial isolé du conducteur de traction. Ce fil est fractionné en sections isolées les unes des autres, en concordance avec les cantons de circulation, de telle façon que les courants suivant ce fil entre la tête et la queue du train ne peuvent atteindre les trains qui occupent les cantons voisins. La locomotive de tête et la locomotive de queue, qui portent chacune un frotteur glissant sur le fil, reçoivent des courants variés qui actionnent les appareils de commande et de freinage, soit avec, soit sans l'intervention de l'électricien de la locomotive de queue. — Le deuxième procédé consiste à employer le circuit de puissance. La locomotive de tête produit un courant secondaire périodique, de tension faible et de fréquence relativement élevée, qui se superpose au courant de puissance et suit le même circuit que lui entre les deux locomotives. Ces courants sont reçus sur la locomotive de queue par des récepteurs sélecteurs permettant d'obtenir des effets variés suivant la forme du courant émis.

656.225. — Transport des marchandises par voie ferrée avec suppression de toute manutention. *Electric Railway Journal*, 12 octobre 1918, t. LII, p. 658-659, 1 300 mots, 5 fig. — L'article décrit un système récemment expérimenté aux Etats-Unis et comportant la suppression de toute manutention et de l'emmagasinage dans les gares. Les marchandises, chargées sur camions de forme un peu spéciale chez l'expéditeur, sont amenées à la gare par les moyens ordinaires ; des trucks à deux bogies viennent alors se glisser sous les camions ; un seul truck peut ainsi prendre trois camions ; des cylindres à air comprimé, placés verticalement et distribués le long du châssis du truck soulèvent les camions et les bloquent à une hauteur juste suffisante pour

Digitized by Google

Digitized by Google

que les roues ne heurtent pas les traverses de la voie. — L'article donne des plans cotés de l'ensemble, ainsi qu'une photographie. — P. V.

621.337. — Quelques observations sur les équipements de commande à basse tension ; O. Gottschalk. *Electric Railway Journal*, 19 octobre 1918, t. LII, p. 700-701, 1 500 mots. — L'auteur décrit comment il convient d'entretenir le matériel de commande à basse tension des voitures électriques afin d'en prévenir les dérangements. — P. V.

621.312.1 : 629.113. — Générateur-moteur électrique pour voitures automobiles ; Joseph Gambs, résidant en France (Rhône). *Brevet français n° 486067*, demandé le 2 juillet 1917 délivré le 11 décembre 1917, publié le 6 mars 1918, 600 mots, 4 fig. — Ce générateur-moteur évite l'inconvénient des bobines à trembleurs, jusqu'alors nécessaires lorsqu'on employait le courant produit par la dynamo d'éclairage et de démarrage pour l'allumage du moteur à explosion. L'induit de ce générateur comporte deux enroulements alternés : le premier en gros fil, relié à un collecteur pour la marche en génératrice et en moteur, le second en fil fin relié à des bagues pour la marche en magnéto. L'inducteur est tétrapolaire à excitation shunt. Les enroulements des bobines excitatrices sont montés en parallèle pour la marche en moteur et magnéto, lors du lancement du moteur à explosion. Ces bobines sont ensuite mises en série au moyen d'un commutateur pour la marche normale de l'appareil comme dynamo et magnéto. Enfin, un régulateur mécanique à force centrifuge ferme automatiquement le circuit de la machine sur la batterie d'accumulateurs quand la vitesse devient suffisante, et un régulateur électrique, constitué par un vibreur en série sur le circuit d'excitation, limite la tension et fait varier le débit d'une façon inversement proportionnelle à cette tension.

621.335+621.434. — Régulateur automatique de tension pour les moteurs à combustion interne des véhicules automobiles ; Percy-Frost Smith et Victor-Snow Robinson, résidant en Angleterre. *Brevet français n° 486705*, demandé le 7 septembre 1917, délivré le 8 février 1918, publié le 1er mai 1918, 1700 mots, 5 fig. — L'invention a pour objet des perfectionnements aux régulateurs automatiques de tension particulièrement applicables aux véhicules automobiles comprenant un moteur à combustion interne directement accouplé à une dynamo génératrice ; cette dernière fournit l'énergie à un moteur électrique commandant l'essieu arrière de la voiture par l'intermédiaire d'un différentiel. Le régulateur se compose au point de vue électrique d'un solénoïde placé dans le circuit électrique principal. Dans ce solénoïde coulisse un noyau de fer doux qui est relié par un levier à un arbre oscillant ; celui-ci agit par l'intermédiaire d'un autre levier sur une valve permettant ou obturant l'arrivée des gaz à l'intérieur du moteur à explosion. Un autre levier monté sur le même arbre oscillant est relié à deux ressorts agissant en antagonisme avec l'action du solénoïde sur le noyau de fer doux. Ces ressorts comportent des organes permettant de régler exactement leur effort de traction. Enfin, un cylindre dash-pot est relié à l'arbre oscillant dans le but d'amortir les mouvements du noyau du solénoïde.

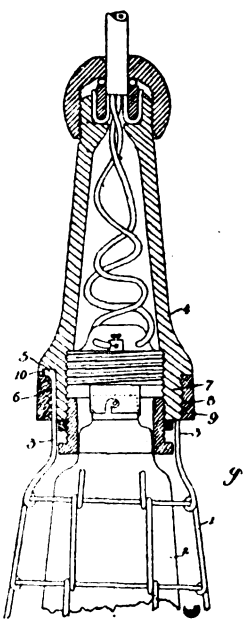
621.312.1+629.113. — Les génératrices d'éclairage et de démarrage pour automobiles. *Electrical Record*, août 1918, p. 68-73, 5 000 mots, 28 fig. — Cet article est une vue d'ensemble de la question donnant la description des systèmes les plus modernes d'équipements électriques pour automobiles. Parmi les très nombreuses illustrations qu'il comporte, signalons un schéma général de génération, de démarrage et d'éclairage, une coupe d'une petite dynamo d'automobile, des modes de fixation de dynamos et de leur système d'entraînement, et surtout des photographies de types de dynamos modernes issues d'un certain nombre de grandes maisons américaines. — P. V

ÉCLAIRAGE

621.32. — La collaboration de la science et de l'art dans le problème de l'éclairage ; M. Luckiesch. *Electrical Review*, Chicago, 5 octobre 1918, t. LXXIII, p. 532-534, 2 700 mots, 6 fig. — C'est le premier d'une série de six articles sur la question. L'auteur, estimant que jusqu'à présent les techniciens de l'éclairage électrique ont presque toujours méconnu le côté artistique de la question, se propose de montrer ce qu'on peut attendre d'une étude raisonnée de l'art de l'éclairage ; il s'attachera aussi à montrer que souvent, avec de faibles dépenses supplémentaires, on peut arriver à des résultats fort heureux autant que pratiques. P. V.

621.326.44. — Perfectionnement à la fabrication des lampes à incandescence ; Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. *Brevet français n° 486759*, demandé le 30 novembre 1915, délivré le 14 février 1918, publié le 8 mai 1918, 1 200 mots. — On sait que, afin de donner un meilleur rendement aux lampes à incandescence à filament métallique, on introduit dans l'ampoule certaines substances produisant une atmosphère qui réagit sur le filament. Les constructeurs éprouvent cependant quelque difficulté pour placer cette substance dans l'ampoule Elle doit être en effet assez près du filament pour être chauffée par lui, sans cependant être en contact, ce qui pourrait détériorer le filament. Toutefois, l'inventeur a remarqué que, en répandant très finement la substance sur toute la surface du filament, ce dernier n'est nullement attaqué. L'opération est donc de beaucoup simplifiée. Il suffit de recouvrir le filament avec la substance au moyen d'un pulvérisateur. Cette opération peut être faite après que le filament a été monté sur son pied de verre. De ce fait, le filament n'ayant plus à être manipulé, il n'y aura aucun risque de lui retirer la fine couche de substance qui y adhère. L'inventeur fait remarquer en outre que l'on peut mélanger à la substance du phosphore rouge qui a pour but d'améliorer le vide de la lampe lorsque celle-ci est fermée et que l'on y fait passer le courant.

621.328.2. — Perfectionnements aux dispositifs de fixation des protecteurs de lampes électriques ; John-Charles White, résidant en Angleterre. *Brevet français n° 486046*, demandé le 4 juillet 1917, délivré le 11 décembre 1917, publié le 5 mars 1918, 500 mots, 2 fig. — Le procédé de fixation consiste, comme le montre la figure, à terminer les bras 3 du protecteur par un talon 5 qui vient se loger dans l'alvéole 10. La partie filetée du support comporte des rainures radiales 6 permettant le passage des bras 3. Le talon 5 se trouve bloqué dans son alvéole en vissant à fond la bague 9.



621.328.2. — Mode de fixation des protecteurs de lampes électriques.

621.328.2. — Protecteur pour lampe à incandescence ; Emile Rosengard, résidant en France (Seine). *Brev. français n° 486022*, demandé le 2 juillet 1917, délivré le 7 décembre 1917, publié le 5 mars 1918, 700 mots, 4 fig. — L'inventeur décrit, dans ce brevet, un dispositif permettant de retirer rapidement la cage protectrice d'une lampe de son manchon. A cet effet, la cage protectrice comporte à son

Digitized by Google

Digitized by Google

extrémité supérieure une baïonnette qui vient se fixer dans le manchon qui a la forme d'une douille-baïonnette.

M. B.

621.326.677. — Les tendances actuelles dans l'éclairage des usines textiles ; A.-L. Powell. *General Electric Review*, octobre 1918, t. XXI, p. 681-684, 1 000 mots, 4 fig. — L'industrie textile exige des illuminants à forte intensité, car le rendement et la qualité des produits manufacturés sont directement affectés par les caractéristiques de l'éclairage employé. Avant l'avènement des lampes Mazda à grand rendement on employait les lampes à filament de carbone ou encore la lampe à arc en vase clos de mauvais rendement. Les illustrations de l'article montrent ce qu'on obtient par l'emploi des lampes Mazda C pourvues de réflecteurs appropriés. — P. V.

621.326.4. — L'éclairage à incandescence pendant la guerre ; G.-H. Stickney et T.-W. Moore. *General Electric Review*, octobre 1918, t. XXI, p. 674-679, 2 500 mots, 4 fig. — C'est une vue d'ensemble des perfectionnements apportés à l'éclairage électrique par les ingénieurs éclairagistes, les constructeurs de lampes et les stations centrales américaines pendant la guerre. On y voit que l'art de l'éclairage bien compris est un facteur important de la production nocturne des usines. Cet article fut présenté à la réunion de la Water and Light Association des Etats de Caroline et de Géorgie, tenue cette année. — P. V.

621.328.21. — L'éclairage des rues du point de vue du constructeur de lampes, de la station centrale et des municipalités ; G.-L. Thompson. *General Electric Review*, octobre 1918, t. XXI, p. 679-681, 1 600 mots. — L'auteur passe surtout en revue les avantages des puissantes unités éclairantes individuelles et résume quelques-uns des points les plus importants à considérer dans l'éclairage des quartiers commerciaux, des quartiers intermédiaires et des quartiers extérieurs. L'emploi des unités à grand rendement est en accord avec le programme de l'Administration américaine des combustibles. — P. V.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.431.42. — Bougie d'allumage pour moteurs à explosion ; M. Ferraris. *Brevet français n° 486 920*, demandé le 25 septembre 1917, délivré le 26 février 1918, publié le 16 mai 1918, 500 mots, 4 fig.

621.431.42. — Bougie d'allumage pour moteur à explosion à haute compression ; P. Bureau. Addition n° 20 560 au *Brevet français n° 466 181*, demandée le 6 juin 1917, délivrée le 6 avril 1918, publiée le 2 juillet 1918, 150 mots, 3 fig.

621.431.42 : 629.13. — Dispositif pour l'allumage des moteurs d'aviation ; Société lorraine des anciens Etablissements de Dietrich et Cie de Lunéville. *Brevet français n° 487 177*, demandé le 16 août 1916, délivré le 15 avril 1918, publié le 9 juillet 1918, 280 mots, 1 fig. — Ce système pour moteurs de plus de six cylindres est caractérisé par l'emploi de magnétos sans distributeur, entraînées par le moteur avec un rapport de vitesse convenable suivant le type de magnéto, le courant d'allumage produit par ces magnétos étant conduit à des distributeurs montés sur les supports des arbres à cames, le porte-charbon étant entraîné par l'arbre à cames.

669.716.6. — Procédé de soudure de l'aluminium ; A.-H. Alexandre (Levallois-Perret). *Brevet anglais n° 110 758*, 27 octobre 1917. — On fond : étain 55 et zinc 45 parties, on ajoute stéarine 2,5, puis on coule. La dureté peut être modifiée en variant les proportions d'étain ou de zinc. Dans une modification les proportions peuvent être : étain 75, zinc 45, argent fin 1,65, laiton 1,35 et stéarine 2,5. On nettoie les surfaces d'aluminium, chauffe à la lampe et frotte avec une baguette de soudure. Les surfaces étamées sont pressées ensemble et ensuite fortement chauffées, puis abandonnées au refroidissement.

621.365.036.6. — Effet délétère de l'emploi du charbon de coke salin dans la fabrication des électrodes de carbone ; H. Scragg. Communication à la Société anglaise de chimie industrielle, section de Newcastle, le 20 mars 1918, résumée dans la *Revue générale des Sciences* du 30 octobre 1918, t. XXIX, p. 591. — Le charbon de coke salin vient principalement de Russie et contient 6 à 7 pour 100 de NaCl. Sa présence dans un four prévient l'obtention des hautes températures nécessaires, la réduction moyenne étant d'environ 3000° C ; aussi n'est-il pas chassé du four, mais passe d'une partie à l'autre. Dans la pratique, on a trouvé que la teneur en NaCl s'élève de 6 pour 100, dans la substance originelle, à 8 pour 100 dans la substance calcinée, et la cendre insoluble de 0,8 à 1,2 pour 100, cette dernière étant probablement due à l'action du sel fondu sur le garnissage du four. La densité inférieure du charbon de coke salin peut être due à la basse température à laquelle il est calciné, où à la présence de NaCl dans la masse empêchant le départ de la matière volatile.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

537.332 : 669. — Sur les propriétés électrochimiques des métaux ; A. Smith, Communication à l'*Académie des Sciences d'Amsterdam*, le 23 mars 1918, resumée dans la *Revue générale des Sciences* du 30 octobre 1918, t. XXIX, p. 592 — L'idée que tout atome métallique est constitué par une ou plusieurs espèces d'ions métalliques et par des électrons, en équilibre sous certaines conditions, a conduit l'auteur à considérer tous les métaux à un même point de vue dans l'étude de leurs propriétés électrochimiques.

669.337.123. — Extraction de cuivre ou autres métaux ou leurs composés de minerais ; J.-S. Ross et G.-L. Crump (Londres). *Brevet anglais n° 115 088*, 25 avril 1917. — On soumet le minerai à l'action d'acide sulfurique en solution à 5 ou 10 pour 100 ou à celle du bisulfate résiduel. On électrolyse la solution.

669.537. — Méthode et dispositifs pour extraire le zinc par voie électro-thermique ; E.-S. Berglund, Trollhättan (Suède). *Brevet anglais n° 109 455*, 18 juillet 1917. — Les vapeurs contenant le zinc sont conduites à un condensateur au travers d'une chambre recueillant les vapeurs et dont la température est réglée pour obtenir une condensation convenable du zinc fondu.

669.537. — Procédé de conversion de poudre de zinc en zinc liquide ; Norsk Elektrisk Metallindustri Artieselskap, Sarpsborg (Norvège). *Brevet anglais n° 105 558*, 5 avril 1917. — La poudre est soumise à un frottement sans emploi de flux dans un four mobile dans un four électrique tournant.

621.365 : 669.273. — Fours électriques pour la fabrication de poudre de tungstène ; M.-J. Insull (Chicago). *Brevet anglais n° 113 859*, 8 mars 1917. — Le four pour la réduction de l'oxyde métallique est formé d'un tube de silice protégé partiellement sur sa longueur par une feuille mince de nickel. Le tube est entouré d'un élément chauffant. On fait passer un courant d'hydrogène, chauffé préalablement à la température à laquelle la matière est maintenue dans le tube pour la réduction.

621.372. — Bain galvanique inaltérable à l'air pour l'obtention des dépôts de fer à épaisseur par voie électrolytique ; G. Thomas et M. Bégaut. *Brevet français n° 486 908*, demandé le 6 décembre 1916, délivré le 26 février 1918, publié le 16 mai 1918, 600 mots. — Dans ce procédé, les auteurs emploient comme électrolyte une solution de citrate de fer ammoniacal de densité pouvant varier de 4 à 20° Baumé avec ou sans addition de l'un ou l'autre des citrates alcalins employés comme sels conducteurs.

Digitized by Google

Digitized by Google

621.372 — Bain galvanique pour le recouvrement des surfaces métalliques ou métallisées par un dépôt électrolytique de zinc de forte épaisseur; G. Thomas et M. Bégault. *Brevet français n° 486 909*, demandé le 6 décembre 1916, délivré le 26 février 1918, publié le 16 mai 1918, 450 mots. — Les inventeurs emploient un bain composé des sels suivants dans les proportions limitées par les données ci-dessous :

	Parties en poids.	
Chlorure de zinc $ZnCl^2$ de.....	400 à	500,0
Acétate de soude de.....	12 à	16,0
Sulfate d'alumine de.....	14 à	19,5
Citrate de fer ammoniacal de.....	9 à	12,5
Eau de fer ammoniacale de.....	565 à	402,0
	1 000	1 000,0

Cette solution permet d'obtenir par l'électrolyse un dépôt rapide de zinc à forte épaisseur sur les surfaces métalliques ou métallisées.

COMBUSTIBLES

662.6(73). — Méthodes de meilleure utilisation des ressources de combustibles des Etats-Unis; B.-F. Haanel. *General Electric Review*, octobre 1918, t. XXI, p. 689-698, 6 000 mots, 1 carte. — Cet article est la vingt-deuxième partie du travail entrepris sur ce sujet ; il traite des ressources en combustibles du Canada, et s'accompagne d'une carte montrant les districts miniers et pétrolifères de cette contrée. P. V.

621 326.3. — Le programme de l'administration américaine des combustibles pour la suppression des lampes à incandescence de faible rendement. *General Electric Review*, octobre 1918, t. XXI, p. 685-688, 3000 mots. — Ce programme est basé sur les notes élaborées par une réunion de constructeurs de lampes et présentées à l'administration des combustibles, notes reproduites dans l'article et développées. Une mention est faite aux perfectionnements désirables à apporter dans la fabrication des lampes à filament de tungstène, surtout en ce qui concerne la fragilité des filaments. — P. V.

621.182.11. — La sciure de bois et le bois dans le chauffage industriel. *Power Plant Engineering*, 15 août 1918; *Electrical World*, 12 octobre 1918, t. LXXII, p. 702, 300 mots. — C'est une vue d'ensemble sur le calcul des foyers, les conditions à observer, les méthodes de manutention et d'emmagasinage, et la valeur de la sciure et du bois comme combustibles. Les problèmes posés par l'emploi de ces combustibles sont différents de ceux se rattachant à l'emploi du charbon. Les chiffres donnés dans l'article ne peuvent manquer d'être utiles à ceux qui envisagent l'emploi de ces combustibles et aussi à ceux qui les emploient déjà. On trouvera aussi les opinions et les idées de plusieurs ingénieurs spécialisés en la question, ainsi que la description d'installations ayant donné satisfaction. — P. V.

621.182.11. — Substitution du charbon pulvérisé à l'huile comme combustible dans une usine électrique. *Electrical Review*, Chicago, 5 octobre 1918, t. LXXIII, p. 529-531, 1850 mots, 4 fig. — L'article décrit en détail le nouvel équipement nécessité par cette substitution, et en particulier les cylindres sécheurs, l'élévateur, les pulvérisateurs à commande électrique, la distribution du charbon pulvérisé aux foyers, les brûleurs, etc. — P. V.

665.865. — L'acétylène remplace l'essence et la benzine; H. Grossmann. *Schweizerische Bauzeitung*, 5 octobre 1918, t. LXXII, p. 136-138, 1 200 mots. — L'auteur donne des détails sur l'emploi de l'acétylène dissous et de l'acétylène produit sur les voitures. Il examine le fonctionnement des moteurs, le rendement et le prix de revient. — J. C.

LABORATOIRES, ENSEIGNEMENT.

6(07). — Les Instituts universitaires des sciences appliquées; Dr H. Pottevin, député. *Revue scientifique*, 20-27 octobre 1918, t. LVI, p. 609-611, 1800 mots. — L'auteur revient sur la question, traitée de nombreuses fois déjà, sur la réforme de l'enseignement technique. Il a déposé à la Chambre une proposition de résolution invitant le gouvernement à établir une organisation permanente pour le développement des recherches scientifiques, industrielles et agricoles, et une proposition de loi ayant pour but d'organiser les Instituts de sciences appliquées destinés à devenir les centres régionaux de la recherche scientifique et de l'enseignement technique supérieur.

621.31(072)(42). — Bureau anglais d'essais électriques; C. Turnbull. *J. I. E. E.* Communication faite à *The Inst. of Electrical Engineers* le 26 mars 1918. — L'auteur propose la création d'un bureau anglais permettant de satisfaire aux demandes de l'industrie électrique anglaise relativement à l'essai d'accessoires d'électricité, matière pour les fils, etc., bien que les recherches puissent s'étendre dans d'autres directions si cela était nécessaire. — Le Bureau soumettrait aux essais les modèles d'appareils et les échantillons qu'on lui présenterait et délivrerait des certificats constatant que l'échantillon a subi les essais imposés. — Le Bureau devrait être organisé sur une base commerciale, son objet étant de venir en aide au commerce anglais. Les certificats constitueraient un contrôle pour celles des maisons anglaises qui seraient en mesure de satisfaire aux spécifications indiquées et créeraient une sorte de prestige pour les fabricants anglais, qui leur serait utile non seulement sur les marchés nationaux, mais à l'étranger. Le Comité directeur serait constitué par des représentants de tous les intérêts en jeu, gouvernement, ingénieurs-conseils, fabricants, entrepreneurs de distribution électrique, compagnies d'assurance et acheteurs d'accessoires d'électricité. Les recherches de laboratoire seraient effectuées par un personnel exercé, pourvu du matériel nécessaire. — Le Bureau devrait commencer ses recherches par l'essai de quelques accessoires choisis d'électricité, câbles recouverts de caoutchouc tels qu'on les utilise pour les installations ordinaires, commutateurs, fusibles, fiches, démarreurs, etc. — A. B.

DIVERS

621.347:63.65. — Application de l'électricité dans une basse-cour. *Electrical Review*, Londres, 27 septembre 1918, t. LXXXIII, p. 308, 200 mots. — Il s'agit d'une basse-cour contenant 1 500 poules que l'on nourrit à l'aide de six distributeurs électriques de grains, chacun d'eux ayant une capacité de près d'un mètre cube. Une horloge électrique déclanche les distributeurs cinq fois par jour; le grain est projeté automatiquement sur une aire de 420 m^2 environ; l'appareil fonctionne au moyen d'un moteur électrique mis en marche par l'horloge. D'autres dispositifs électriques sont encore employés, tels que des mélangeurs de grains, et une clôture électrisée en vue de protéger la basse-cour contre les voleurs ou les renards; la clôture est double; celle située à l'intérieur est une clôture ordinaire; l'autre est chargée sous 220 v. L'article signale que cette clôture a rendu souvent des services. — P. V.

51 : 621.75. — L'utilité du papier logarithmique; A-B. Eason. *Electrical Review*, Londres, 13 septembre 1918, t. LXXXIII, p. 244-245, 4 fig. — L'auteur se demande pourquoi ce papier, fort employé en Amérique et en Allemagne, ne l'est pas plus en Angleterre; il en signale les deux avantages principaux suivants : *a*) On peut y représenter des grandeurs allant de 1 à 100 ou à 1 000, et les valeurs au voisinage de 1 sont représentées avec la même précision que celles au voisinage de 100 ou de 1 000; *b*) Dans beaucoup de cas, des courbes représentées sur papier ordi-

Digitized by Google

Digitized by Google

ua

ire deviennent des droites si on les représente sur du papier logarithmique ; ceci se produit quand la courbe représente une équation de la forme $y = A.x^n$. Une courbe d'équation $y = A.e^{nx}$ sera représentée par une ligne droite sur du papier ligné arithmétiquement le long d'un axe et logarithmiquement le long de l'autre axe. On voit que la représentation logarithmique ou semi-logarithmique permettra de trouver la forme de l'équation d'une courbe beaucoup plus facilement que la représentation en coordonnées habituelles. — Ces deux avantages sont illustrés par des exemples. — L'auteur ajoute que, si on n'a pas de papier logarithmique sous la main, on peut facilement en obtenir en se servant des divisions de la règle à calcul pour tracer son papier. — P. V.

531.35 + 621.165. — Détermination des efforts dans les disques tournants ; H. Haerle. *Engineering*. 9 août 1918, t. CVI, p. 131-134, 3000 mots, 8 fig. 4 tab. — Le problème qui consiste à déterminer la distribution des efforts et des contraintes dans un disque en rotation est extrêmement compliqué et, en exceptant le calcul relatif au disque plan, la complexité des équations est telle que le résultat final est des plus douteux. Pour cette raison, de nombreux auteurs ont essayé de simplifier les équations en adoptant certains profils se prêtant mieux au calcul, tels les travaux de H.-M. Martin, W. Kinglet qui ont particulièrement traité le cas du profil hyperbolique ; ces travaux ont en effet rendu de grands services. En pratique cependant, les disques sont rarement de forme hyperbolique et les profils sont en général formés de parties rectilignes raccordées par des arcs de courbes et les travaux indiqués ci-dessus s'appliquent d'une manière tout à fait approximative, sinon tout à fait inexacte. Le but de l'auteur est de décrire une méthode qui peut être appliquée à un profil quelconque tout en réduisant l'appareil mathématique à sa plus simple expression, et en donnant des résultats suffisamment exacts pour les besoins de la pratique. Les formules générales données par Stodola sont les suivantes :

$$\sigma_t = \frac{E}{1-\nu^2}\left[(1+3\nu)kx^2 + (1+\psi_1\nu)b_1x^{\psi_1-1} + (1+\psi_2\nu)b_2x^{\psi_2-1}\right], \quad (1)$$

et

$$\sigma_r = \frac{E}{1-\nu^2}\left[(3+\nu)kx^2 + (\psi_1+\nu)b_1x^{\psi_1-1} + (\psi_2+\nu)b_2x^{\psi_2-1}\right], \quad (2)$$

avec

$$\xi = kx^3 + b_1x + b_2x^{-1}, \quad (3)$$

expressions dans lesquelles σ_t = tension tangentielle à un rayon x ; σ_r = tension radiale à un rayon x ; ξ = déplacement radial d'un point primitivement placé à un rayon x ; ν = le module de Poisson = 0,3 pour l'acier ; E = le module d'élasticité.

$$\psi_1 = \frac{a}{2} + \sqrt{\frac{a^2}{4} + a\nu + 1}, \qquad \psi_2 = \frac{a}{2} - \sqrt{\frac{a^2}{4} + a\nu + 1},$$

a étant l'exposant de l'équation de la surface du disque $yx^a = C$; b_1 et b_2 des constantes dépendant des conditions aux surfaces intérieures et extérieures ;

$$k = -\frac{(1-\nu^2)\gamma\omega^2}{gE[8-(3+a)a]},$$

ω étant la vitesse angulaire, g l'accélération de la pesanteur, et γ la densité du métal. Lorsque le disque est d'épaisseur constante $\psi_1 = 1$, $\psi_2 = -1$ et

$$k = -\frac{(1-\nu^2)\gamma\omega^2}{8gE}.$$

Si on substitue ces valeurs dans (1) et (2), on obtient pour la somme $\sigma_t + \sigma_r$ et pour la différence $\sigma_t - \sigma_r$:

$$\sigma_t + \sigma_r = \frac{4E}{1-\nu}\left[-\frac{(1-\nu^2)\gamma\omega^2x^2}{8gE} + \frac{b_1}{2}\right], \quad (4)$$

et

$$\sigma_t - \sigma_r = \frac{2E}{1-\nu}\left[\frac{(1-\nu^2)\gamma\omega^2x^2}{8gE} + b_2x^{-2}\right]; \quad (5)$$

posons

$$\omega x = u, \quad \sigma_t + \sigma_r = S, \quad \sigma_t - \sigma_r = D,$$

on a

$$S = \frac{4E}{1-\nu}\left[-\frac{(1-\nu^2)\gamma\omega^2}{8gE} + \frac{b_1}{2}\right], \quad (6)$$

et

$$D = \frac{2E}{1-\nu}\left[\frac{(1-\nu^2)\gamma\omega^2}{8gE} + b_2x^{-2}\right], \quad (7)$$

ou après quelques transformations

$$S = (1+\nu)\frac{\gamma}{2g}\left[-u^2 + \frac{4gEb_1}{(1-\nu^2)\gamma}\right], \quad (8)$$

et

$$D = (1-\nu)\frac{\gamma}{4g}\left[u^2 + \frac{8gE\omega^2}{(1-\nu^2)\gamma}b_2u^{-2}\right]. \quad (9)$$

Pour un disque donné les valeurs de ν, γ, g, E, b_1 et b_2 sont constantes, on peut donc poser

$$k_1 = \frac{4gEb_1}{(1-\nu^2)\gamma} \quad \text{et} \quad k_2 = \frac{8gE\omega^2b_2}{(1-\nu^2)\gamma},$$

et les valeurs de S et D deviennent

$$S = (1+\nu)\frac{\gamma}{2g}(-u^2 + k_1), \quad (10)$$

$$D = (1-\nu)\frac{\gamma}{4g}(u^2 + k_2u^{-2}); \quad (11)$$

nous avons en outre

$$\frac{S+D}{2} = \frac{(\sigma_t+\sigma_r)+(\sigma_t-\sigma_r)}{2} = \sigma_t, \quad (12)$$

et

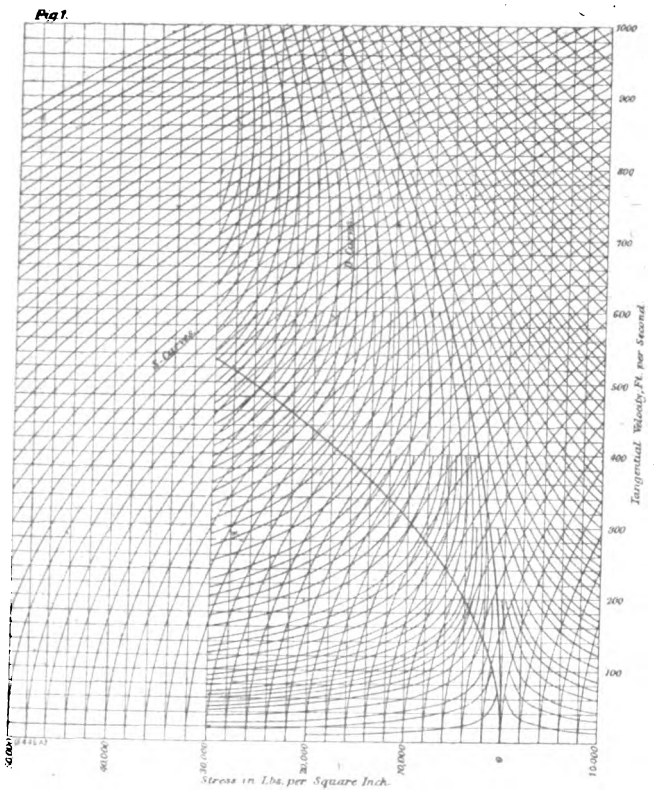
$$\frac{S-D}{2} = \frac{(\sigma_t+\sigma_r)-(\sigma_t-\sigma_r)}{2} = \sigma_t. \quad (13)$$

On voit ainsi que les efforts radiaux et tangentiels dans un disque plan sont obtenus à l'aide d'équations extrêmement simples ; les seules variables sont k_1 et k_2 ; on peut donc tracer les courbes de S et D à l'aide des équations (11) et (12), comme le montre la figure 1 et les problèmes sont alors résolus très simplement. — L'auteur donne comme exemple celui d'un disque plan tournant à la vitesse périphérique de 152,5 m par seconde et de 305 m à l'alésage. Les conditions sont les suivantes : à la périphérie $\sigma_r = 0$, $S = \sigma_t + \sigma_r = \sigma_t$, $D = \sigma_t - \sigma_r = \sigma_t$, $S = D = \sigma_t$; les courbes doivent donc se couper aux vitesses de 152,5 m

Digitized by Google

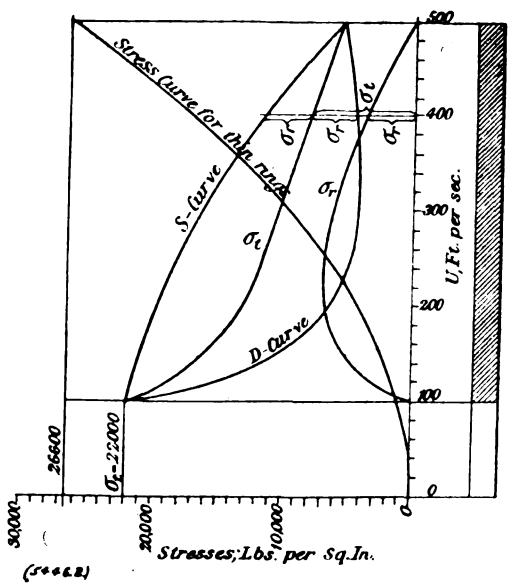
Digitized by Google

et 30,5 m par seconde ; à l'aide du diagramme on détermine les courbes qui sont reportées sur la figure 2, la valeur



531.35 + 621.165. — Courbes des efforts radiaux et tangentiels dans un disque plan. — Stress in Lbs per square Inch, efforts en livres par pouce carré (0,0704 kg : cm²) ; Tangential Velocity, etc., vitesse tangentielle en pieds par seconde.

de σ_t est égale à 1 550 kg : cm² à l'alésage où la contrainte est maximum. La figure montre comment on obtient en



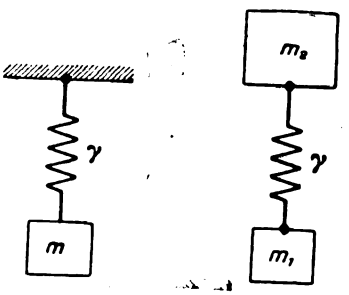
531.35 + 621.165. — Application des courbes précédentes à un cas particulier.

chaque point les valeurs de σ_t et σ_r à l'aide des relations (12) et (13). Dans le cas où le disque est de forme compliquée, on le partage en portions d'épaisseurs constantes en suivant le profil d'aussi près que possible et l'on traite chacun de ces disques élémentaires séparément. L'auteur fait un certain nombre d'applications à des disques de turbines et de turbo-compresseurs. — E. B.

620.128.6. — Détermination du nombre d'oscillations propres des systèmes à ressorts. *Schweizerische Bauzeitung*, 12 octobre 1918, t. LXXII, p. 147, 1 200 mots, 2 fig. — L'auteur examine les deux cas suivants : 1° un ressort relié, d'une part, à un point fixe et, d'autre part, à une masse mobile m (fig. 1) ; 2° un ressort fixé à deux masses m_1 et m_2 (fig. 2). Pour le premier le nombre d'oscillations propres est donné par la formule

$$n = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{\gamma m}}, \qquad (a)$$

dans laquelle γ est la constante du ressort (nombre de cm



620.128.6. — Systèmes oscillants constitués par des ressorts reliés à des masses.

d'allongement pour une traction de 1 kg). Pour le second système le nombre d'oscillations propre est

$$n' = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m_1 + m_2}{\gamma m_1 m_2}}. \qquad (b)$$

On a $n = n'$ lorsque

$$\sqrt{\frac{1}{m}} = \sqrt{\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}}.$$

Le cas de la figure 2 est celui d'un moteur de masse m_1 accouplé à une machine de masse m_2. On a presque toujours $m_2 > m_1$. En posant $\nu = \frac{m_2}{m_1}$, on reconnaît que la formule (b) ne diffère de la formule (a) que par un facteur de correction $c = \sqrt{1 + \frac{1}{\nu}}$. Les valeurs de ce facteur de correction sont les suivantes.

Pour $\nu =$	1	2	3	4	6	10	∞
$c =$	1,414	1,225	1,153	1,118	1,080	1,049	1.

J. C.

Digitized by Google

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.24. — Courant de capacité des barres de cuivre; F.-M. Billheimer. *Elect. J.*, mars 1918, p. 94-96; *Science Abstracts*, section B, septembre 1918, p. 332, 300 mots. — L'élévation de température des barres de cuivre (barres omnibus) dépend beaucoup de leur espacement. La pratique usuelle de spécifier les densités de courant n'est pas suffisante et il est préférable d'établir l'élévation de température admissible, car elle dépend des dimensions, de la forme et de l'espacement des conducteurs. L'article donne les résultats de mesures effectuées dans le but de déterminer la relation entre l'élévation de température et l'espacement des conducteurs entre barres individuelles formant un conducteur multiple et entre barres formant circuits d'aller et de retour. Ces expériences ont été faites en courant continu et en courant alternatif; dans ce dernier cas, les phénomènes se compliquent du skin-effet et de l'effet de bord. — P. V.

537.52. — Essais d'effet couronne à haute altitude. *R. G. E.*, 5 octobre 1918, t. IV, p. 491-492, 1 200 mots, 6 fig. Analyse d'un article de B.-F. Jakobsen publié dans *P. A. I. E. E.*, janvier 1918, t. XXXVI, p. 949-966.

537.53. — Longueurs d'étincelle dans les gaz et les vapeurs. *La Technique moderne*, mai 1918, t. X, p. 218, 600 mots, 1 tab. D'après *Journal of the Chemical Society*, juillet 1917. — Après avoir rappelé quelques résultats de travaux antérieurs, la note indique ceux de Robert Wright sur 25 gaz ou vapeurs portés à la température de 100 ou 1580 C. Le tableau donne les distances explosives trouvées pour un intervalle d'air équivalent de 20 mm et de 30 mm.

538.66. — Le phénomène magnéto calorique; Pierre Weiss et Auguste Piccard. *Journal de Physique*, mai-juin 1917, t. VII, p. 103-109, 2200 mots, 1 fig.

SCIENCES DIVERSES

52 372. — L'intensité du rayonnement solaire. *Schweizerische Bauzeitung*, 7 septembre 1918, t. LXXII, p. 90-91, 700 mots. — Le nombre de calories par m² de superficie et par jour varie suivant les saisons et l'état du ciel. Par un ciel pur, il atteint en Suisse 6 485 calories au mois de juin et 5 260 au mois d'août. Pour évaporer une couche d'eau de 1 mm d'épaisseur, il faut 600 calories; il en faut 74 pour fondre une couche de glace de même épaisseur. En ce qui concerne les canalisations électriques, la chaleur solaire augmente leur température d'environ 8° C en été, par rapport à celle de l'air ambiant. — J. C.

535 242. — Données pratiques sur la photométrie hétérochrome. Comparaison entre le photomètre à papillotement et le photomètre à égalité d'éclairement; E.-C. Critenden et F.-K. Richtmyer. *Bulletin of the Bureau of Standards*, 6 avril 1918, t. XIV, p. 87-113, 7 fig. — Pour choisir des observateurs aptes à juger s'il y a égalité entre les intensités de deux sources de lumière de colorations différentes, on leur fait mesurer le rapport des intensités que donnent des rayons issus d'une même source et qui ont traversé : 1° une solution jaune (Y) contenant par litre d'eau 78 g de bichromate de potassium; 2° une solution bleue (B) contenant, également par litre d'eau, 53 g de sulfate de cuivre ($CuSO^4 + 5H^2O$). L'œil normal est celui pour lequel ce rapport est égal à l'unité. Les comparaisons ont été faites avec un photomètre à papillotement et un photomètre Lummer-Brodhun. Les résultats ont encore confirmé la supériorité du premier appareil pour la photométrie hétérochrome.

535.733.1. — Sensibilité relative de l'œil normal pour les lumières de différentes couleurs et quelques applications pratiques aux problèmes du rayonnement; W.-W. Coblentz et W.-B. Emerson. *Bulletin of the Bureau of Standards*, 17 juin 1918, t. XIV, p. 167-234, 17 fig. — Les auteurs établissent de nouveau la courbe de visibilité de l'œil normal d'après la moyenne des résultats de 130 observateurs. Nous avons déjà publié une courbe analogue dans « La Revue générale de l'Electricité », 9 juin 1917, t. I, p. 895, ainsi que l'équation qui la représente. Le graphique ancien a subi quelques modifications; l'équation renferme maintenant quatre termes au lieu de trois et certains coefficients numériques ont changé de valeur. On a constaté que la radiation de visibilité maximum varie beaucoup d'un observateur à l'autre; la moyenne pour 125 observateurs a donné $\lambda = 0.5776\ \mu$. M. Troland a signalé tout récemment qu'il fallait y introduire une correction pour tenir compte de la transmission sélective des milieux de l'œil, et principalement de la tache jaune, pour le bleu et le violet. Le maximum de visibilité se place alors dans la région $\lambda = 0.556\ \mu$ et la courbe de visibilité devient, par suite, rigoureusement symétrique par rapport à ce maximum. — Une autre partie importante de ce travail consiste dans la reproduction des courbes de visibilité individuelles, de sujets plus sensibles à une couleur qu'à une autre; ces courbes comparées à la courbe moyenne de 125 observateurs présentent certaines particularités caractéristiques : ou elles sont plus larges, avec leur maximum déplacé vers le rouge pour un œil sensible au rouge; ou elles sont plus étroites avec leur maximum déplacé vers le vert et le violet. — Un chapitre est consacré à la détermination du seuil de la sensation de lumière ou du minimum de puissance perceptible visuellement. Un assez grand nombre de résultats concordent pour donner $1{,}3 \times 10^{-16}$ watt pour la puissance minimum visible. Les auteurs discutent principalement les expériences de physiciens américains; mais nous rappellerons que H. Buisson vient de publier une étude bien complète sur « la limite de sensibilité de l'œil et le minimum de puissance perceptible visuellement » dans le « Journal de Physique », mars-avril 1912, 5e série, t. VII, p. 68-74. Pour

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E., Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E* du 13 janvier 1917, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

PETIT APPAREILLAGE

POUR LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE

ÉTABLISSEMENTS HELDT

LYON — 2, Rue de la République, 2 — LYON

Usines à YVOURS-IRIGNY (Rhône).

DOUILLES

RACCORDS

GRIFFES

APPLIQUES

COUPE-CIRCUITS

INTERRUPTEURS

FABRICATION SOIGNÉE

Digitized by Google

mieux illustrer encore la sensibilité extraordinaire de l'œil, nous dirons qu'il faudrait 60 millions d'années pour que cette puissance de $1{,}3 \times 10^{-16}$ watt puisse élever de 1° C un gramme d'eau; ou encore, c'est pendant plus d'un milliard d'années qu'une petite calorie pourrait alimenter une émission visible. — Enfin, trois appendices sont consacrés aux sujets suivants : I. La lumière diffuse et la mesure de l'énergie spectrale; II. Filtre transmettant les radiations proportionnellement à la courbe de visibilité de l'œil moyen (*La Revue électrique*, 1er septembre 1916, t. XXVI, p. 154; *R. G. E.*, t. I, p. 895); III. Essai d'un photomètre physique; IV. La perception colorée comparée à la perception lumineuse.

535.24. — Emploi du violet méthyle pour sensibiliser les plaques photographiques dans le rouge; Usaboro Yoshida. *Memoirs of the College of Science Kyoto Imperial University*, avril 1918, t. III, n° 3, p. 69-71, 4 courbes, 4 photographies. — L'auteur signale qu'il est possible de rendre les plaques photographiques sensibles au rouge par immersion dans un bain de violet méthyle. Dans 50 cm³ d'alcool éthylique on verse un volume égal d'eau et on ajoute au mélange 5 cm³ d'ammoniaque. Cette solution est refroidie dans la glace. On dissout ensuite 1 g de violet méthyle dans un litre d'alcool absolu et on prélève 5 cm³ qui sont versés dans la première solution; on agite, on refroidit dans la glace et on plonge la plaque à sensibiliser dans ce bain pendant cinq minutes. On rince à l'alcool et on sèche. Le maximum de sensibilité a lieu dans la région $\lambda = 640$ mμ. Pour les plaques panchromatiques immergées dans cette solution, il y a un déplacement du maximum de sensibilité de $\lambda = 560$-570 mμ à $\lambda = 640$ mμ. Bien qu'elles perdent un peu de leur sensibilité dans le jaune et le vert, elles peuvent néanmoins s'employer comme plaques rapides pour toutes les longueurs d'onde, sauf le rouge extrême.

MESURES ET ESSAIS

536.521. — Un pyromètre à comparaison optique. *R. G. E.*, 5 octobre 1918, t. IV, p. 512, 200 mots. Note d'après *Bulletin des usines de guerre*.

537.53. — Tube à vide indicateur de décharges électriques. *La Technique moderne*, avril 1918, t. X, p. 196-197, 100 mots, 1 fig. D'après British Thomson-Houston Cº, *Brevet anglais nº 110057*, 28 novembre 1917. — Les deux bornes du tube sont reliées aux deux conducteurs d'un réseau à basse tension; l'une d'elles est en outre connectée à un conducteur haute tension par un circuit comprenant deux éclateurs en série; l'autre au sol par l'intermédiaire d'un condensateur. Quand une surtension se produit sur le conducteur à haute tension, un courant circule à travers les éclateurs, le tube et le condensateur; le tube s'amorce et le courant de basse tension peut alors le traverser; il l'illumine de sorte que le tube indique ainsi la surtension; on peut d'ailleurs intercaler, sur le circuit du tube, un appareil indicateur mécanique.

537.74 (072) (73). — Les travaux du Bureau national des étalons de Washington; G. Roy. *Journal de Physique*, octobre, novembre, décembre 1916, t. VI, p. 273-290, 6 800 mots.

537.741. — Instrument pour l'analyse des courbes de courant; A. Roth. *Archiv. f. Elektrot.*, 1918, nº 6, p. 359-376 et p. 388-406; *Science Abstracts*, section B, septembre 1918, p. 330-331, 500 mots. — On a employé des méthodes de résonance avec l'oscillographe, mais elles impliquent des difficultés dans l'emploi de l'oscillographe. L'instrument décrit dans l'article fait connaître directement l'amplitude des harmoniques par la lecture des indications d'un électro-dynamomètre. La méthode de mesure est simple, ne nécessite aucune pièce tournante et l'appareil peut être employé avec de hautes tensions. Le principe en est basé sur les propriétés des circuits oscillants parallèles de fréquences naturelles différentes. Une théorie mathématique des caractéristiques de ces circuits précède la description de l'instrument. Celui-ci consiste en un électrodynamomètre possédant deux bobines fixes et une bobine mobile. L'une des bobines fixes est connectée à la ligne en série avec une résistance non inductive; la seconde est connectée à la ligne en série avec un circuit consistant en deux circuits parallèles oscillants de fréquences naturelles plus grande et plus petite que celle de l'harmonique qu'on recherche; la bobine mobile est connectée à la ligne en série avec un circuit oscillant réglé à la fréquence de l'harmonique. Les deux bobines mobiles ont une action différentielle. Dans ces conditions, si les constantes de ces différents circuits sont convenablement choisies, l'instrument fonctionne seulement pour les courants de même fréquence que l'harmonique à mesurer et ses indications seront proportionnelles à l'amplitude de l'harmonique. — Dans la seconde partie de l'article, on considère les détails d'application pratique de la méthode, ainsi que les précautions nécessaires pour éliminer les erreurs dues à la présence des harmoniques autres que celui qu'on mesure. On donne aussi les dimensions et la construction de l'appareil, ainsi que les calculs montrant l'importance des erreurs apportées du fait de l'emploi de fer dans le circuit magnétique, du fait de la self-induction et de l'induction mutuelle des bobines et du fait du changement de la résistance des bobines par variation de la température. — L'instrument donne des valeurs précises pour les harmoniques d'amplitude supérieure à 1 à 1,5 pour 100 de l'amplitude fondamentale; malheureusement, il ne permet pas de déterminer les déphasages. — P. V.

537.741. — Construction d'un électro-dynamomètre absolu de grande sensibilité. Détermination de sa constante par la méthode de G. Lippmann; A. Guillet. *Journal de Physique*, mai juin 1917, t. VII, p. 114-127, 4 500 mots, 1 fig.

531.787. — Dispositif indicateur de pression. *La Technique moderne*, mai 1918, t. X, p. 247, 800 mots, 1 fig. D'après British Thomson-Houston Cº, *Brevet anglais nº 112304* 27 février 1908. — Le dispositif, à fonctionnement électrique, est destiné à être utilisé en connexion avec des appareils servant à mesurer les vitesses d'écoulement des fluides ou les débits des fluides en mouvement dans des canalisations quelconques; il est basé sur l'emploi d'un tube de Pitot ou d'un tube de Venturi.

621.311.74.031.9 — Un chronographe de construction facile; C.-W. Marshall. *Electrical Review*, Londres, 15 nov. 1918, t. LXXXIII, p. 761, 700 mots, 1 fig. — On reconnaît de plus en plus la nécessité de contrôler le fonctionnement des interrupteurs à huile : les constructeurs donnent bien toutes indications sur les nouveaux appareils qu'ils livrent, mais les vieux interrupteurs doivent être expérimentés par leurs propriétaires. L'appareil consiste simplement en un moteur de gramophone, en un tambour à ampèremètre enregistreur et en un système de leviers réglable. On peut, avec cela, enregistrer couramment les courbes de fermeture et d'ouverture. L'expérience a montré qu'une vitesse périphérique du tambour de 50 cm : sec donne d'excellents résultats avec les types usuels d'interrupteurs. L'article original donne tous détails nécessaires ainsi qu'un croquis de l'appareil. — P. V.

621.43.00.12. — L'humidité atmosphérique et les essais des moteurs à explosion; capitaine Ch. Boileau, lauréat de l'Institut. *La Technique moderne*, juin 1918, t. X, p. 266-269, 3 200 mots, 1 fig. — Certains constructeurs prétendent que l'humidité de l'air a une influence sur le rendement des moteurs à explosion et, dans les essais de réception de leurs moteurs, plusieurs se sont estimés désavantagés par suite de l'emplacement de leurs bancs d'essai et des conditions hygrométriques de l'air ambiant. Dans le but de

Digitized by Google

MANUFACTURE DE RUBANS

ALBERT GALLANT

COMINES (Nord).

Provisoirement : Bureau : **PARIS, 1, rue Laffitte (9e).** — Tél. : Bergère 49 13.

Usines : **COMINES — AMIENS**

RUBANS ISOLANTS POUR L'ÉLECTRICITÉ

JACONAS, SERGÉS, TUBULAIRES

FOURNISSEUR DES MINISTÈRES ET DES PRINCIPALES ADMINISTRATIONS

MAISON FONDÉE EN 1796

J. HOPKINSON & Co LTD

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

PARIS — 94, Rue Saint-Lazare — PARIS

Usines à HUDDERSFIELD (Angleterre)

Adoptez les APPAREILS de SURETÉ et VALVES " HOPKINSON "

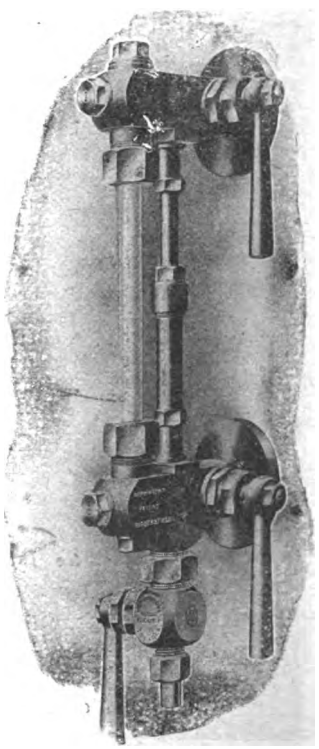
INDICATEUR DE NIVEAU D'EAU " **ABSOLUTE** " HOPKINSON
A CONTRE-ÉCROU DE SURETÉ ET FERMETURE AUTOMATIQUE

Aucune fausse indication possible avec ces indicateurs

Les Billes automatiques peuvent être retirées, examinées, nettoyées et replacées lorsque la chaudière est sous pression

Nos **SPÉCIALITÉS** sont le résultat de plus de 70 ans d'expériences dans la construction de premier ordre **D'APPAREILS POUR CHAUDIÈRES**

GRANDS PRIX : *BRUXELLES, 1910; ROUBAIX, 1911*



CATALOGUES ET RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE

Digitized by Google

rechercher le bien fondé de ces plaintes, l'auteur a déterminé théoriquement quel pouvait être l'ordre de grandeur de la correction éventuelle ; l'article expose la méthode de calcul employée et les résultats qu'elle a donnés. Dans ses calculs l'auteur suppose d'abord la pression atmosphérique et la température ambiante constantes ; puis il fait varier la pression et, enfin, la température ; il trouve ainsi que la correction d'humidité est du même ordre que celui des corrections de pression et de température. Les calculs ont en outre permis de construire un abaque de correction d'une application aisée.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

627.1 (44) : 31. — Inventaire des forces motrices disponibles sur les cours d'eau du domaine public en juillet 1917. *R. G. E.*, 12 octobre 1918, t. IV, p. 549-559, 5 200 mots, 5 tab., 1 fig. — Cet inventaire, publié par le ministère des Travaux publics et des Transports en une brochure de 131 pages, renferme sur nos richesses hydrauliques du domaine public des données fort intéressantes pour ceux qui se préoccupent du développement de notre industrie hydro électrique. Ceux-ci trouveront dans la suite quelques indications sur le but et les résultats de cet inventaire.

627.11. — Le régime des neiges et l'industrie hydro-électrique ; G. Anfossi. *Elettrotecnica*, 25 octobre 1918, t. V, p. 431-433. 3 000 mots. Communication à la XXIIe réunion annuelle de l'Associazione elettrotecnica italiana de Turin, en septembre 1918.

532.58. — Etude sur les maxima de surpression dans les phénomènes de coups de bélier ; M. Gariel. *R. G. E.*, 5 octobre 1918, t. IV, p. 483-490, 6 000 mots, 4 fig., 1 tab. — Dans cet article, M. Gariel traite des coups de bélier d'ouverture, et ramène à quelques tableaux très simples la détermination des maxima de surpression et de dépression qui se produisent à la suite de l'ouverture d'une vanne ou d'une turbine hydraulique. Dans ses calculs, l'auteur suppose que la loi d'ouverture est linéaire en fonction du temps. Les conclusions de M. Gariel présentent une importance très grande pour les installations hydrauliques où les turbines sont munies de déchargeurs ou de déflecteurs et où, par conséquent, les coups de bélier d'ouverture jouent un rôle capital. Il est rappelé à ce propos que les expériences de Soulom, exécutées par MM. Camichel, Eydoux et Gariel, ont été subventionnées par la Société hydrotechnique de France qui en avait arrêté en partie le programme, d'accord avec les expérimentateurs, et que ce sont ces expériences qui ont permis à M. Gariel d'établir les importants résultats qui sont contenus dans ses articles.

621.43. — Le moteur à combustion interne système Junkers. *La Technique moderne*, février 1918, t. X, p. 88-90, 1 600 mots, 4 fig. — Ce moteur, du type Diesel, était construit dès 1916 pour des puissances atteignant 1 000 ch. M. Philipp-L. Scott, qui a passé l'année 1916 dans le laboratoire du professeur Junkers, à Aix-la-Chapelle, en a fait l'objet d'une communication à la Society of Automotive Engineers, communication reproduite dans « Scientific American » du 3 novembre 1917. — Le moteur fixe de 1 000 ch est horizontal, tandem, à deux cylindres, directement réversible, 180 t : min, pistons refroidis à l'eau, mise en marche par l'air comprimé à 40 kg : cm² ; la consommation à charge normale était de 175 g d'une huile de pouvoir calorifique de 10 000 calories par kilogramme par cheval mesuré au frein ; il peut supporter une surcharge de 50 pour 100. — D'après M. Scott les avantages du système Junkers sont : équilibrage parfait des pièces mobiles, possibilité d'emploi des combustibles les moins chers, rendement environ trois fois plus grand que ceux d'un moteur à quatre temps, consommation très réduite de combustible, plus faible hauteur que celle d'un moteur ordinaire de même puissance ; quelques-uns de ces avantages sont surtout intéressants pour les applications à la propulsion des avions et des sous-marins.

621.43. — Les derniers perfectionnements des moteurs à explosion ; capitaine Ed. Marcotte. *La Technique moderne*, avril et mai 1918, t. X, p. 174-179 et 221-224, 4 500 mots, 13 fig. — Après un rappel des notions élémentaires sur les moteurs à explosion, l'auteur s'étend sur les divers essais auxquels ces moteurs doivent être soumis et donne les résultats qu'ils ont fournis avec des moteurs récents d'aviation ou d'automobilisme ; il passe ensuite aux divers types de moteurs d'aviation et termine par l'examen des « questions à l'ordre du jour » relatives à ces moteurs.

621.165. — Les progrès et les tendances dans les constructions des turbines à vapeur. *Electrical Review*, Chicago, 19 octobre 1918, t. LXXIII, p. 612-614, 3 500 mots, 3 fig. — Le développement rapide des progrès réalisés pendant ces dernières années a laissé la place à l'étude des perfectionnements de détail affectant le rendement, la facilité de manœuvre, la sécurité et l'accroissement de la puissance des turbines à vapeur. On suggère quelques possibilités à atteindre ; c'est aussi une revue des idées américaines sur le sujet. — P. V.

621.187.3 : 621 175.5. — Un cas de corrosion à allure électrolytique dans une pompe à air Westinghouse-Leblanc ; L. Conge. *R. G. E.*, 12 octobre 1918, t. IV, p. 539-540, 600 mots, 2 fig. — Les corrosions des chaudières et des condenseurs ont déjà été l'objet de diverses publications, la note apporte une nouvelle contribution au sujet. *R. G. E.* ; 3 février 1917, t. I, p. 173-179 ; 13 octobre 1917, t. II, p. 576 ; 15 septembre 1917, t. II, p. 86 D ; 10 novembre 1917, t. II, p. 151 D ; 17 novembre 1917, t. II, p. 775-779 ; 6 avril 1918, t. III, p. 509-511 ; 4 mai 1918, t. III, p. 647-650 ; 27 juillet 1918, t. IV, p. 98.

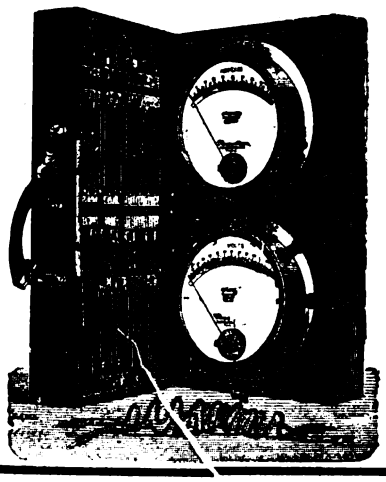
621.187.3. — Prévention de la corrosion. *Bulletin des Ingénieurs civils*, avril-juin 1918, t. LXXI, p. 276. — Elliott Cumberland a fait une communication récente à l'Institute of Metals à Londres. Il a décrit un procédé électrolytique dans lequel le courant est employé à prévenir toute action corrosive. L'appareil consiste en une dynamo produisant du courant continu à une tension variant de 6 à 10 v. Le pôle positif se trouve sur des pièces de fer suspendues dans l'eau de la capacité qu'il s'agit de protéger, tandis que les parois de cette capacité forment le pôle négatif. D'après l'auteur, la cause ordinaire de la destruction des tubes des condenseurs à surface est l'action galvanique qui se produit de diverses façons Dans la méthode indiquée, cette action est neutralisée par une force électromotrice supérieure provenant d'une source extérieure qui annihile les courants de moindre intensité, de sorte que le courant s'exerce toujours entre les électrodes immergées dans l'eau et les surfaces à protéger. — Les anodes sont formées de barres de fer ou d'acier doux ; leurs parties immergées se corrodent rapidement et, dans les conditions ordinaires, durent environ deux ans. La quantité de courant varie, la moyenne est un ampère pour 45 à 50 m² de surface. — L'auteur a constaté que ce procédé a une action remarquable pour enlever les dépôts sur les surfaces de chauffe des chaudières et prévenir leur formation. Le système Cumberland est employé par plusieurs compagnies de navigation (*R. G. E.*, 3 février 1917, t. I, p. 173-179).

621.184.6. — La manutention pneumatique des cendres et mâchefers. *Electrical Review*, Londres, 15 novembre 1918, t. LXXXIII, p. 477-479. 3 000 mots, 7 fig. — L'installation décrite dessert 32 chaudières du type Lancashire d'une importante station centrale anglaise. Les diverses figures représentent deux photographies et cinq croquis cotés. Les appareils et leur montage sont dus à la maison Ed. Bennis and Co Ltd, Angleterre. — P. V.

621 165 : 621.89. — Le graissage des turbines à vapeur. *La Technique moderne*, avril 1918, t. XX, p. 183-185, 2 000 mots,

Digitized by Google

CHAUVIN & ARNOUX,



CAISSE DE CONTRÔLE

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

186 et 188, rue Championnet

PARIS (XVIII^e^)

Télégraphe : Electmesur-Paris

Téléphone : Marcadet 05-52

Hors Concours : Milan 1906.

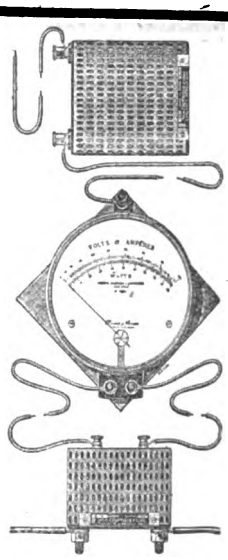
Grands Prix : Paris 1900; Liége 1905; Marseille 1908; Londres 1908; Bruxelles 1910; Turin 1911; Bruxelles 1912; Gand 1913.

Médailles d'Or : Bruxelles 1897; Paris 1899; Paris 1900; Saint-Louis 1904.

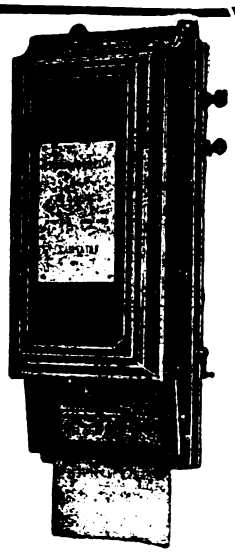
INSTRUMENTS

Pour toutes mesures électriques.

DEMANDER L'ALBUM GÉNÉRAL



VOLT-AMPÈRE-WATTMÈTRE



Enregistreur à ordonnées rectilignes.

J. CARPENTIER

UNIS FRANCE

20, rue Delambre, PARIS. Téléph. : SAXE 05-65

MESURES ÉLECTRIQUES

ÉTALONS — BOITES DE RÉSISTANCES
POTENTIOMÈTRES
Ponts de Wheatstone. — Ponts de Thomson.
GALVANOMÈTRES de tous systèmes.
OSCILLOGRAPHES
AMPÈREMÈTRES — VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES de tous systèmes,
pour courants continus ou alternatifs.
MODÈLES DE TABLEAUX
MODÈLES DE CONTROLE
BOITES DE CONTROLE — ENREGISTREURS

ÉLECTROMÈTRES
pour toutes tensions jusqu'à 200.000 volts.
PHASEMÈTRES — FRÉQUENCEMÈTRES
Appareils à deux aiguilles. — Logomètres.
OHMMÈTRES : Installation de mesures d'isolement.
APPAREILS POUR LES ESSAIS
MAGNÉTIQUES DES FERS
PYROMÈTRES ÉLECTRIQUES,
INDICATEURS ou ENREGISTREURS
Modèles à couples thermoélectriques et à résistances

COMPAGNIE DE CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE

Société anonyme. — Capital : 200.000 francs.

44, rue du Docteur-Lombard. — ISSY-LES-MOULINEAUX (Seine)

COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ

Système " BT ", breveté S. G. D. G.

Pour courants alternatifs, monophasés et polyphasés

Agréés par l'État, les Villes de Paris, Marseille, Grenoble, etc.
Employés par la Compagnie Parisienne d'Électricité, les Secteurs de la Banlieue et les principales Stations de Province.

Plus de 500.000 appareils en service

LIMITEURS D'INTENSITÉ pour Courants continu & alternatif

Transformateurs de Mesure — Compteurs horaires

Digitized by Google

4 fig. D'après T.-C. Thomson, *The Engineer* 16 et 23 mars 1917. — Cet article donne le détail des conditions que doivent remplir les trois parties d'un système de graissage à circulation forcée : refroidisseur d'huile, pompe à huile et tuyauteries.

621.311.9. — Dispositifs limiteurs de puissance. *Electr. Ry. Jl*, 6 juillet 1918, p. 19; *Science Abstracts*, 200 mots. — D'après le contrat de fourniture d'énergie du Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Ry, cette compagnie doit s'employer par tous les moyens à limiter la puissance maximum qu'elle utilise. Le système de contrôle et de limitation consiste en un circuit à 1 200 v allant de la première à la dernière sous-station et alimenté par un très petit groupe moteur-générateur situé dans le bureau du contrôleur d'exploitation. Il existe aussi des dispositifs automatiques qui provoquent un abaissement de tension entre certains sectionnements quand la valeur critique de la charge est atteinte. Ces manœuvres ont pour conséquence un ralentissement temporaire des trains, mais sans effets fâcheux. La réduction maximum atteinte a été de 30 pour 100 de la puissance ; l'appareillage est prévu pour réduire d'abord la tension de la sous station la plus chargée et pour répartir la charge partiellement sur les autres sous-stations. Des wattmètres, montés sur le tableau du bureau de contrôle, indiquent à chaque instant le nombre total de kilowatts fourni par la compagnie de distribution. — P. V.

621.311.9. — Moyens de ventilation applicables aux dynamos. *La Technique moderne*, septembre 1918, t. x, p. 437. 300 mots, 2 fig. D'après H.-F. Joel, *Brevet anglais n° 112655*, 13 mars 1918. — Le système inducteur est entouré d'une sorte de flasque cylindrique, offrant latéralement deux ailes ou brides percées de trous.

621.311.9. — La prévention des coups de feu dans les machines à courant continu. *R. G. E.*, 12 octobre 1918, t. IV, p. 548, 200 mots. Analyse d'un article de J.-J. Linebaugh et J.-L. Burnham, publié dans *G. E. R.*, juillet 1918, t. XXI, p. 499-516, 3000 mots, 35 fig.

621.311 9. — Protection contre les coups de feu pour les machines à courant continu; J.-J. Linebaugh et J.-L. Burnham. *Proceedings of the American Inst. of Elect, Eng.*, juin 1918, t. XXXVII, p. 617-628, 1 500 mots, 35 fig. — L'appareillage protecteur que décrit cet article est applicable à toutes les machines à courant continu et à tous les modes de fonctionnement. On n'y fait pas mention de moyens spéciaux de protection ne pouvant s'employer qu'avec des machines ou des conditions de fonctionnement particulières. Un disjoncteur à grande vitesse a été construit, basé sur l'idée que, si l'on pouvait arriver à le faire fonctionner en un temps *moindre* que celui qu'il faut à une lame de collecteur pour passer d'un balai à un autre, c'est-à-dire en moins d'une demi-période, la machine serait protégée contre tout court-circuit. Donc, si la durée de coupure était inférieure à 0,007 sec, presque toutes les machines industrielles, c'est-à-dire celles à 60 p : sec et à fréquence moindre, seraient protégées. On a établi deux types de disjoncteur à grande vitesse qui, en cas de court-circuit (le courant croissant au taux de 10^6 A : sec), commence à insérer de la résistance en 0,008 sec et réduit la charge de la machine bien au-dessous de l'intensité correspondant au flash (ou coup de feu de balai à balai) en 0,020 sec après l'application du court-circuit. De nombreux essais, représentés par des photographies instantanées et des oscillographies, ont été faits sur des commutatrices de 300 et 500 kw, à 600 v, 25 et 60 p : sec. Il a été reconnu que ces appareils donnaient protection contre les flashs, sauf dans le cas des courts-circuits les plus violents. On a donc imaginé des cloisons spéciales en matière isolante et incombustible entourant chaque ligne de balais, affleurant tout près du collecteur et pourvues d'écrans métalliques en treillis où l'arc se refroidit en les traversant. Des essais ont montré que ces cloisons empêchaient bien les flashs sous forte surcharge, mais non en cas de court-circuit. On a reconnu que l'échec dans ce cas était dû à l'influence du champ magnétique qui concentrait l'arc à l'extrémité du collecteur et que, si l'on modifiait les connexions aux porte-balais de façon à répartir l'arc uniformément sur le collecteur, le flash ne se produisait plus. Depuis quelque temps, on a muni de ces cloisons les commutatrices à 600 ou 1 200 v installées dans des sous-stations automatiques ou autres. Les essais ont montré que, si une machine à collecteur quelconque est munie de ces cloisons et du disjoncteur à grande vitesse, elle est complètement protégée contre les courts-circuits extérieurs de toute nature, de sorte que l'interruption de service ne sera pas plus longue que celle qui est nécessaire pour refermer le disjoncteur après un déclenchement par surcharge ordinaire. — P. L.

621.312.031.8. — Le rendement des machines à enroulements en aluminium; G. Schonwald. *Elektrot. u. Maschinenbau*, 26 mai 1918, p. 238-239; *Science Abstracts*, section B, septembre 1918, p. 341, 500 mots. — La question considérée dans cet article est de savoir si l'aluminium peut être employé pour les enroulements des machines électriques après la guerre ; les calculs produits par l'auteur montrent les changements qui seraient apportés de ce fait dans les dimensions des machines si on voulait maintenir des rendements aussi élevés que ceux atteints avec les enroulements en cuivre. Jusqu'ici, les nécessités de la guerre ont obligé à se servir des carcasses existantes et à remplacer le cuivre par de l'aluminium de façon à obtenir le meilleur rendement avec la plus petite quantité possible de métal ; cette méthode est étudiée longuement par R. Richter dans son livre intitulé « Machines électriques à enroulements en aluminium, zinc et fer ». On sait maintenant qu'on peut construire des machines de rendement égal avec enroulements partie en cuivre et partie en aluminium ; par exemple, on peut faire une machine à courant continu avec induit enroulé en cuivre et excitation constituée par du fil d'aluminium ; on peut ainsi remplacer 3/4 à 4/5 du cuivre par de l'aluminium. Si deux machines semblables ont des enroulements de même section, les pertes par effet Joule de la machine enroulée en aluminium sont 70 pour 100 plus grandes que dans celle à enroulements en cuivre et si ces pertes étaient, dans cette dernière, de 25 à 50 pour 100 des pertes totales, on voit que les pertes dans la première seraient augmentées de 17,5 à 35 pour 100 ; son rendement passerait de 80 pour 100 à 76,5, et 73 pour 100 ou de 90 pour 100 à 88,5 et 86,5 pour 100. D'après Widmar, ces pertes ne peuvent être réduites que par l'augmentation de la section du fil d'aluminium, ce qui conduit à un dimensionnement plus grand de la machine. Pour obtenir le même rendement avec les mêmes pertes, la section du fil d'aluminium devrait être 70 pour 100 supérieure à celle du cuivre. Ceci nécessite un accroissement du diamètre d'alésage de la culasse et un allongement des pôles. Un calcul établi sur la base de 70 pour 100 d'accroissement de section montre que ce diamètre devrait être accru de 14 à 16 pour 100 pour que l'on obtienne une machine techniquement équivalente à une machine ordinaire. La question de savoir si cette machine pourrait commercialement exister est difficile à résoudre pour le moment ; en admettant que le prix des enroulements en cuivre des pôles s'élève à 1/2 ou 3/4 du prix de la culasse et des noyaux, le prix des enroulements en aluminium ne devrait pas, à poids égaux, excéder celui des enroulements en cuivre, de plus de 40 à 45 pour 100, si on voulait que la machine modifiée coûte le même prix que l'autre. — P. V.

621.312.1.031.8. — La puissance maximum des machines à courant continu; F.-T. Hague. *Elect Journ.*, février 1918, p. 42-48; *Science Abstracts*, section B, septembre 1918, p. 340, 200 mots. — L'article passe en revue les facteurs qui déterminent la limite de puissance des machines à courant continu pour des vitesses données. La limitation, dans les machines à faible vitesse, est due invariablement

Digitized by Google

Établ^ts JACOB HOLTZER

Aciéries, Forges et Ateliers d'Usinage
à Unieux (Loire). Direction Commerciale
à Paris, 18, Boulev. Magenta, X^e Arr.

Aciers Magnétiques;
Amagnétiques;
Spéciaux pour découpage de tôles de dynamos;
A haute Résistivité;
Inoxydables;
Pour Roulements à Billes;
A Outils pour tous Usages;
Spéciaux de Construction pour Vilebrequins, Bielles, Soupapes, Arbres de Turbines.
A Ressorts, Marque R. S.

Aimants De toutes formes pour :
Magnétos,
Compteurs,
Appareils de Mesure,
Téléphonie,
Télégraphie sans fil.

Frettes d'Alternateurs.

Moulages Divers, de forme compliquée et à haute résistance.

Arbres de Turbines.

Tubes pour Roulements à Billes.

Petit Outillage, en Acier rapide, Fraises, Forets, Tarauds, Alésoirs.

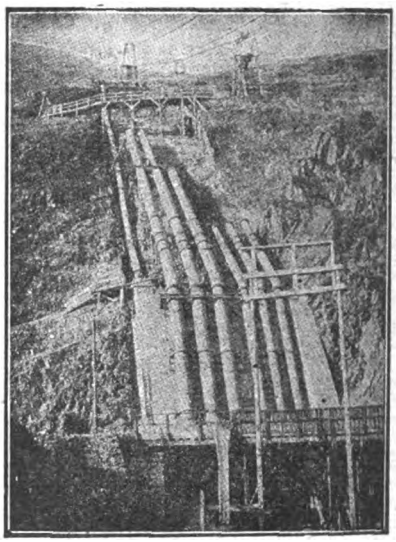
Les Aciéries Holtzer,
spécialisées depuis près d'un siècle
dans la fabrication des Aciers au Creuset
sont installées pour une production journalière
de 100 tonnes de ce métal
et peuvent couler des lingots atteignant
20 tonnes.

ÉTABLISSEMENTS

BOUCHAYER & VIALLET

Société anonyme au capital de 6 000 000 de francs.

124, Rue La Boétie, PARIS | SIÈGE SOCIAL 155, Cours Berriat, GRENOBLE | 53, 55, Cours de la Liberté, LYON



SPÉCIALITÉ DE CONDUITES

en tôle rivée et SOUDÉE
POUR CHUTES HYDRAULIQUES

RENFORCEURS de CHUTES, système Clemens Herschell

COMPTEURS D'EAU **VENTURI** POUR TOUS DÉBITS & CHUTES

Appareil automatique d'Arrêt de Débit B. S. G. D. G.
Nettoyeur automatique de Grille B. S. G. D. G.

PONTS & CHARPENTES EN FER

GAZOGÈNES

permettant de brûler des charbons très inférieurs.

GAZOMÈTRES, CHAUDIÈRES A VAPEUR

PYLONES MÉTALLIQUES pour Lignes Aériennes.

CHAUFFAGE de tous SYSTÈMES

CHAUFFAGE MODERNE PAR LA VAPEUR A BASSE PRESSION

Digitized by Google

à des considérations de température, tandis que, dans les machines à grande vitesse, elle est fixée par la commutation. Pour les machines de fréquences anormales, ces deux facteurs entrent en jeu. L'article discute la question en considérant le type d'armature, la construction du collecteur, le nombre de pôles, l'espacement des balais, la tension par lame du collecteur, le courant maximum débité, les dimensions des balais, la répartition du courant entre les balais et la qualité de ceux-ci. On y voit que le produit du nombre de kilowatts par la vitesse en tours par minute est une constante, étant donné une certaine commutation et pour des machines de tension donnée ou effectuant un genre de service déterminé. Cette relation est traduite par une série de courbes, donnant la vitesse convenable à réaliser pour différentes puissances sous différentes tensions. Ces courbes sont des hyperboles d'équation kilowatt × tours par minute = constante, la constante ayant des valeurs comprises entre 600 000 et 1 150 000, selon la tension de la machine. — P. V.

621.312.031.9. — Détermination des pertes par frottement et ventilation dans les machines électriques : emploi de la méthode de ralentissement ; F. Robin, ingénieur des Arts et Manufactures. *La Technique moderne*, mai 1918, t. x, p. 200-203, 1 800 mots, 7 fig., 5 tab. — Après avoir succinctement rappelé les différentes méthodes de détermination de ces pertes et, particulièrement, la méthode du ralentissement de Routin, l'auteur indique pour l'application de cette méthode un nouveau procédé de calcul qui, à l'obtention d'une exactitude plus grande dans les résultats, joint la possibilité, dans certains cas, d'une séparation des pertes par frottement de celles par ventilation.

621.312.2.031.3. — Variation de l'excitation d'un alternateur avec la charge ; F.-D. Newbury. *Electrical Journal*, juillet 1918, p. 253-257 ; *Science Abstracts*, section B, septembre 1918, p. 339, 70 mots. — La chute de tension d'un alternateur en charge est due à la réaction d'induction, à la réactance et à la résistance. Les effets de ces trois causes sont examinés par l'auteur et il montre que les deux premières peuvent être séparées au moyen d'une méthode graphique appliquée aux courbes de saturation à vide et en pleine charge. Il explique aussi la dépendance de la chute de tension et du facteur de puissance. — P. V.

621.312.2.031.6. — Réaction d'induit des alternateurs polyphasés ; F.-D. Newbury. *Electrical Journal*, avril 1918, p. 106-109 ; *Science Abstracts*, section B, septembre 1918, p. 339, 80 mots. — On y étudie la réaction d'induit au moyen de la combinaison graphique d'un champ principal à courbe trapézoïdale avec un champ d'armature à courbe en gradins, chaque gradin correspondant à la position des encoches, et ayant la même forme que la courbe de répartition dans l'espace des ampères-tours d'induit. — L'article contient encore des courbes montrant les valeurs successives des flux à différents instants d'une période. On en déduit que, tandis que la forme de la courbe du champ résultant varie, le flux total demeure pratiquement constant. Les investigations ont été étendues au cas de divers facteurs de puissance. L'auteur a fait une étude semblable pour les alternateurs monophasés ; il montre que les effets de la réaction d'induit sur la tension produite sont de même nature que dans le cas de machines polyphasées. Cette dernière étude a paru dans « Electrical Journal » de mai 1918. — P. V.

621.315.1 (73). — La construction de la ligne de transmission de la Duquesne Light Cy ; Thomas-R. Hay. *Electrical Review* Chicago, 26 octobre 1918, t. lxxiii, p. 643-646, 3 000 mots, 5 fig. — Exposé des difficultés rencontrées dans l'établissement d'une ligne à 66 000 v dans une région montagneuse, avec traversée de deux rivières. — P. V.

621.315 14. — Contribution à l'étude des pylônes en fer pour lignes électriques ; Ettore Lo Gigno. *Elettrotecnica*, 15 octobre 1918, t. v, p. 402-407, 4 500 mots, 7 fig.

677.735. — Transmission d'énergie électrique par câble aérien ; E.-B. Meyer. *Proceedings of the American Inst. of Elect. Eng.*, juin 1918, t. xxxvii, p. 561-570, 3 000 mots, 11 fig. — En raison de la grande activité des usines travaillant pour la guerre, les Compagnies de distribution d'électricité ont vu croître très rapidement les demandes de courant ; c'est dans le but de satisfaire ces demandes qu'on emploie dans plusieurs cas la transmission par câble aérien, alimentant les clients importants sous tension primaire, 13 200 ou 26 400 v. Ce câble est suspendu à des poteaux de bois par un câble porteur en acier. On a renoncé aux câbles sous plomb qui sont trop lourds ; on isole généralement les conducteurs au papier imprégné ou à la toile enduite et on recouvre le tout d'une gaine de caoutchouc entoilé, puis de toile et enfin d'une armature en ruban d'acier recouverte elle-même de toile caoutchoutée. Le poids du câble est ainsi inférieur de 50 pour 100 à celui des câbles souterrains sous plomb. Pour les feeders d'interconnexion entre stations, le principal avantage de ce mode d'installation est que le nombre de câbles en service portés par une même ligne de poteaux a peu d'importance. On peut ajouter de nouveaux câbles, changer, déplacer, ou réparer les câbles déjà posés sans mettre hors de service aucune autre ligne que celle sur laquelle on travaille. Les joints, qui doivent être très soignés, se font de la même manière que ceux des câbles souterrains (posés en conduites) : on isole d'abord chaque conducteur à la toile enduite, en appliquant entre chaque épaisseur de toile une couche du compound isolant qui sert à l'imprégner ; l'isolation de chaque conducteur doit être de 30 pour 100 plus épaisse que celle qui est appliquée mécaniquement. On renforce ensuite l'isolement de l'ensemble des conducteurs par une couverture de rubans de toile, vernis entre couches avec un compound isolant. Par-dessus cette couverture, on enroule plusieurs couches de ruban de caoutchouc de première qualité, verni entre couches avec un compound au caoutchouc. On recouvre ce joint de trois ou quatre couches de ruban de protection contre le frottement, verni avec du compound au caoutchouc. On met ensuite l'armature en ruban d'acier et sa couverture de toile protectrice, vernie de compound à l'épreuve de l'eau. L'auteur indique en détail le mode de fixation des câbles sur les poteaux. La « Public Service Electric Company » avait inauguré ce mode de montage il y a sept ans, pour un cas spécial où la ligne aérienne ordinaire et le câble souterrain étaient pratiquement impossibles. Le service de cette ligne a toujours été excellent. Il y a actuellement près de 25 km de lignes en câble aérien, à 13 200 ou 26 400 v. En général, le prix de revient d'une ligne en câble aérien est à peu près intermédiaire entre celui d'une ligne aérienne et d'une ligne souterraine en conduites. L'emploi du caoutchouc entoilé n'est pas obligatoire ; dans beaucoup d'installations on a employé d'autres genres d'isolement avec des résultats satisfaisants. Le montage en câble aérien peut donc être employé avec avantage pour la transmission, là où la ligne à fils nus présente des inconvénients et où les délais et les frais d'une installation souterraine sont prohibitifs. Lorsqu'on a à entreprendre des extensions de lignes dans un terrain marécageux, qui nécessiterait des fondations pour une ligne en conduit souterrain, lorsqu'on doit passer au-dessus de propriétés privées telles que des gares de marchandises, des chevalements ou des ponts, pour lesquels il faudrait recourir à une construction aérienne très spéciale, ou dans les rues importantes où les conducteurs à découvert sont interdits et où la construction souterraine serait coûteuse ou impossible, le câble aérien est le mode de pose idéal. — P. L.

677.73.00.14. — Dispositifs Glover pour l'essai et la protection des câbles. *Electrical Review*, Londres, 28 juin 1918, t. lxxxii, p. 604-606, 1 000 mots, 3 fig. — En 1912, MM. Glover et Co, de Manchester, ont imaginé un câble qui comporte

Digitized by Google

LE CARBONE

UNIS FRANCE

Société Anonyme au Capital de 2.800.000 francs. — Ancienne Maison LACOMBE & Cie.

12 et 33, rue de Lorraine, à LEVALLOIS-PERRET (Seine).

Spécialité de BALAIS EN CHARBON et COMPOSÉS GRAPHITE et CUIVRE POUR DYNAMOS

CHARBONS ÉLECTROGRAPHIQUES (Procédés Girard et Street)

Anneaux pour joints de vapeur.

CHARBONS POUR MICROPHONES PLAQUES ET CYLINDRES

PILES DE TOUS SYSTÈMES

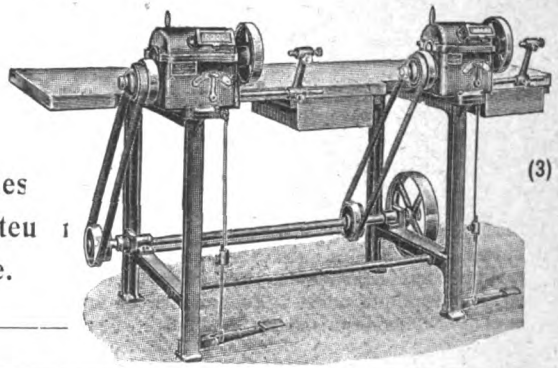
Piles " Z " et " CARBI " — Piles " LACOMBE " — Pile sèche " HUDSON "

F. AEBI, Ing. Atelier de Construction

ZURICH-ALTSTETTEN (Suisse)

Machines à bobiner
Machines et Presses à isoler les bobines
Filtre-Presses pour huiles de transformateu r
Séchage et Imprégnation dans le vide.

MAISON EXCLUSIVEMENT SUISSE



(3)

Accumulateurs, Piles sèches, Constructions électriques
Téléphonie, Lampes, Equipement des Automobiles

ÉTs PAUL GADOT & CH. TOURNAIRE

S.A.

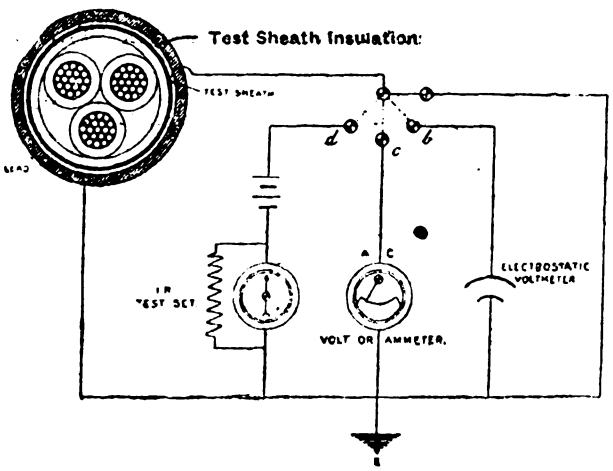
BUREAUX, MAGASINS ET FABRIQUE DE PILES ÉLECTRIQUES — Porte Champerret - LEVALLOIS — TÉLÉPH.: WAGRAM 18-39, 18-76

USINE DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES ET TÉLÉPHONIQUES — 88bis et 88ter R. de Cormeille. LEVALLOIS — TÉLÉPHONE : WAGRAM 26-81

USINE D'ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES — 37, 39, 41, Avue des Grésillons. GENNEVILLIERS — TÉLÉPHONE : WAGRAM 99-42

Digitized by Google

l'addition, à un câble de construction ordinaire, d'un conducteur auxiliaire pris sous la forme d'un ruban de cuivre enroulé en spirale autour des conducteurs et isolé du revêtement de plomb par une mince couche de substance isolante hygroscopique. Toute détérioration extérieure du câble doit porter sur l'isolement du ruban protecteur avant d'affecter l'isolement principal. Le diélectrique hygroscopique compris entre le conducteur à vérifier et le revêtement mis à la terre a l'épaisseur minimum suffisante pour supporter la détérioration mécanique qui peut se produire dans la pose du câble et avoir en même temps une résistance d'isolement de



677.73.00.14. — Dispositif Glover pour l'essai et l'indication des défauts des câbles.

l'ordre de 50 à 100 mégohms par mille. — On peut procéder à l'essai du câble par le dispositif représenté sur la figure 1. Le conducteur à vérifier est normalement relié au sol, le commutateur étant dans la position (*a*), et, en mettant le commutateur sur les positions (*b*) et (*c*) respectivement, on peut déceler et mesurer toute fuite des noyaux. S'il n'existe aucune fuite appréciable, on peut, en branchant le commutateur sur la position (*d*), effectuer un essai d'isolement du revêtement diélectrique et rendre visible et localiser toute détérioration externe. On a pu ainsi localiser un commencement de détérioration, dans un système de distribution électrique, par une chute du potentiel d'essai le long du revêtement, le feeder étant en fonctionnement et alimenté sous 6000 v. — A. B.

621.316.00.12. — La méthode des coordonnées symétriques appliquée à la solution des réseaux polyphasés; C.-L. Fortescue. *Proceedings of the American Inst. of Elect. Eng.*, juin 1918, t. XXXVII, p. 629-716, 3 fig. — L'auteur, dans l'introduction, discute d'une façon générale les systèmes dyssymétriques de vecteurs coplanaires, ce qui le conduit à la conclusion qu'ils peuvent être représentés par des systèmes symétriques du même nombre de vecteurs, le nombre des systèmes symétriques nécessaires pour définir le système donné étant égal à ses degrés d'indépendance. Il rappelle quelques théorèmes trigonométriques dont il doit faire emploi. Ce Mémoire se subdivise en trois parties et un appendice. La partie I traite de la résolution des groupes dyssymétriques de nombres en groupes symétriques; elle donne la théorie générale de la méthode et son application aux circuits polyphasés simples. La partie II comprend l'application aux machines symétriques travaillant sur des circuits polyphasés dyssymétriques; elle traite des moteurs asynchrones, du moteur synchrone et de l'alternateur, des équilibreurs de phase et des convertisseurs de phase. La partie III contient l'application aux machines ayant des enroulements dyssymétriques. Dans l'appendice sont donnés la représentation mathématique des formes de champ et l'établissement des constantes des différentes formes de réseaux. — P. L.

621.316.24. — Le démarrage des commutatrices; F.-D. Newbury et M.-W. Smith. *Elect J.*, janvier 1918, p. 24; *Science Abstracts*, section B, septembre 1918, p. 345, 500 mots. — Quand il n'existe pas d'interrupteurs entre les bagues d'une commutatrice et les secondaires de son transformateur, ces derniers agissent comme des shunts de l'armature et dérivent une importante fraction du courant de démarrage. Cet effet est encore plus marqué quand l'armature est arrêtée dans une position telle que les balais côté continu et les connexions des bagues correspondent aux mêmes bobines. Le passage du maximum au minimum de l'effet de shunt se produit pour une très petite fraction d'un tour $\left(\frac{1}{56}\text{ de tour dans le cas d'une commutatrice à 14 pôles}\right)$; de sorte qu'en aidant l'armature à la main pour franchir deux lames de collecteur, on peut doubler le couple de démarrage. En tout cas, le couple développé au démarrage par le continu est nécessairement moindre quand les secondaires du transformateur restent connectés que lorsqu'ils sont coupés. La quantité dont se trouve réduit le couple par l'effet de shuntage dépend de la résistance relative de l'armature et du transformateur. La résistance de l'armature d'une commutatrice peut valoir, par exemple, 5 fois celle d'un secondaire simple; et on a estimé, dans un cas typique, que le couple de démarrage a varié de 16,7 pour 100 du couple qui aurait été développé avec secondaires ouverts à 58,3 pour 100 de ce couple après un huitième de tour plus tard; c'est le cas pour une commutatrice biphasée. Dans une commutatrice hexaphasée à connexions diamétrales, il y a trois secondaires au lieu de deux et la réduction du couple est encore plus sensible. D'autre part, l'effet est moins prononcé dans une commutatrice triphasée ou dans une commutatrice hexaphasée en triangle parce que l'armature n'est jamais complètement shuntée. — Aussitôt que l'armature commence à tourner, le courant alternatif se met à y affluer et l'effet démagnétisant produit sur le champ d'excitation réduit encore plus le couple. Le résultat est que le courant continu absorbé est plusieurs fois supérieur à ce qu'il serait si on avait prévu des interrupteurs sur chaque secondaire, ces interrupteurs étant maintenus ouverts. L'équipement de synchronisation devrait se trouver du côté basse tension des transformateurs. L'excitation devrait être connectée du côté ligne de la résistance de démarrage de façon à appliquer toute la tension à l'enroulement d'excitation dès le premier plot du démarreur. Si on ne procède pas ainsi, la tension d'excitation se trouve réduite par la chute de tension dans les résistances de démarrage et la machine peut ne pas démarrer. — P. V.

STATIONS ET RÉSEAUX

621.311.22(73). — La station centrale à vapeur de Millers Ford (E.-U.). *Electrical Review*, Chicago, 19 octobre 1918, t. LXXIII, p. 603-608, 9000 mots, 11 fig. — Description complète de la nouvelle centrale de la Dayton Power and Light Co qui fournit du courant électrique, de la vapeur et de l'eau chaude. — P. V.

621.311.22(73). — La reconstruction d'une station centrale diphasée. *Electrical World*, 5 octobre 1918, t. LXXII, p. 644-646, 4000 mots, 7 fig.; 26 octobre 1918, p. 788-790, 4000 mots, 2 fig. — Il s'agit de la nouvelle centrale de la Iowa Railway and Light Cy, de Cedar Rapids (E.-U.) qui s'est développée considérablement depuis quelques années et dont l'équipement électrique contient des dispositifs fort intéressants pour les spécialistes, attendu que toutes les machines génératrices sont diphasées, les lignes de transmission étant triphasées. — P. V.

621.165 + 621.178. — Un accident à une turbine de 25 000 kw. *Electrical Review*, Londres, 25 octobre 1918, t. LXXXIII, p. 404, 500 mots. — L'article décrit l'accident

Digitized by Google

PIRELLI & C.

MILAN

Société pour les industries du caoutchouc, de la gutta-percha, des fils et câbles électriques et similaires.

Câbles à haute tension. — Câbles téléphoniques et télégraphiques.
Fils électriques. — Accessoires. — Câbles sous-marins.

PNEUMATIQUES & BANDAGES PLEINS

Articles en Caoutchouc et Ébonite

Établissements : Milan-Ville, Milan-Bicocca, Vercurago, Spezia, Villanueva y Geltrù (Espagne), Southampton (Angleterre).

Société Anonyme des

ACIÉRIES & FORGES DE FIRMINY

Capital : *20 millions.* — Siège social : **25, Place Carnot, à LYON.**

PRODUITS

POUR LE COMMERCE, L'AGRICULTURE ET L'INDUSTRIE. — **Fontes** de moulage et d'affinage. — **Fontes épurées** (procédé Rollet). — **Moulages** en acier fondu. — **Aciers** fondus au creuset. — **Aciers** chromés et au tungstène. — **Aciers** au nickel. — **Aciers** fondus Siemens-Martin — **Aciers** naturels, cémentés et corroyés raffinés. — **Fers fins** supérieurs. — **Machine** d'acier. — **Fils d'acier** de toutes qualités. — **Cordes de pianos.** — **Outils** industriels. — **Outils** d'agriculture. — **Lames** de papeterie. — **Ressorts** de carrosserie. — **Enclumes** et **Bigornes** en acier fondu. — **Soufflets** de forge. — **Pièces de grosse et de petite forge** en fer ou en acier. — **Pièces pour automobiles,** arbres, manchons, bielles, engrenages, pignons, soupapes, essieux, ressorts, etc.

MATÉRIEL DE CHEMINS DE FER, TRAMWAYS, MINES ET TERRASSEMENTS. — **Bandages.** — **Corps de roues** en acier moulé. - **Roues** de wagonnets et de bennes de mines. — **Essieux** droits et **Essieux** coudés. — **Essieux montés.** — **Ressorts à** lames et en spirale. — **Rondelles Belleville.** **Rails** et **Ecisses** pour mines et terrassements. — **Tiges** — **Glissières, Manivelles,** etc.

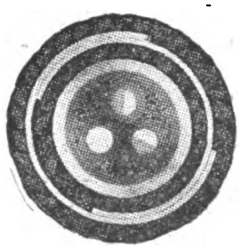
MATÉRIEL POUR L'ARTILLERIE ET LA MARINE. — **Tubes.** — **Frettes** et **Eléments de canons** de tous calibres — **Obus** de tous calibres — **Pièces** (en acier coulé) pour affûts. - **Essieux** et **Ferrures** diverses pour affûts. — **Canons** de fusils forgés. — **Réservoirs** à air comprimé pour torpilles automobiles. — **Surbaux.** — **Etambots.** — **Etraves.** — **Hélices.** — **Arbres de marine** droits et coudés.

Direction générale et Administration centrale : **79, rue de Monceau, à PARIS (8e).**

M. Marcel DUMUIS, Directeur général de la Société;
M. Maurice BIDEAU, Ingénieur, Ancien Élève de l'École Polytechnique, Fondé de pouvoir.

Télégrammes : Acfirm-Paris. — *Téléphone* : Wagram 74.25, 74.26.

CABLES HENLEY



CABLES ARMÉS ET ISOLÉS

HAUTE ET BASSE TENSION

W.T. HENLEY'S TELEGRAPH WORKS **Co LTD**

LONDRES

AGENT GÉNÉRAL : AD. SEGHERS, RUE SCRIBE, 11, PARIS

FRANCE — BELGIQUE — ESPAGNE — PORTUGAL

Digitized by Google

survenu le 4 septembre dernier à l'une des deux turbines de 25 000 kw de la nouvelle station de West End de la Union Gas and Electric Co, de Cincinnati, Ohio (Etats-Unis). Cette turbine avait été montée depuis deux mois; elle faisait 1800 t : min. Au moment de l'accident, la charge était de 20000 kw, quand, vers neuf heures du matin, des bruits sourds se firent entendre accompagnés de violentes vibrations qui firent trembler toute la station. L'admission fut aussitôt coupée, mais le bruit et les vibrations persistèrent, quoique amoindris, jusqu'à ce que la vitesse ait atteint 700 t : min; à partir de ce moment les bruits cessèrent et la vitesse s'annula d'une façon normale La turbine est endommagée seulement dans le dix-septième et dernier étage. Le dix-septième diaphragme fut enlevé; sur les 350 aubes, 11 seulement n'étaient pas brisées. On trouvera dans l'article des détails complets — P. V.

621.346. — Moyens d'empêcher les interruptions dans la production de la force motrice; Sydney Fisher. *Electrical World*, 5 octobre 1918, t. LXXII, p. 639-642, 5000 mots, 4 fig. — L'auteur conseille des visites fréquentes du matériel et discute l'emploi des divers types de moteurs dans l'industrie métallurgique (commande individuelle et par groupes); il énonce les principes à observer en cas d'avarie et montre l'importance de l'enregistrement des consommations de puissance électrique. — P. V.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313. — Entretien des moteurs électriques dans les usines; Joseph-P. Collopy. *Electrical Review*, Chicago, 26 octobre 1918, t. LXXIII, p. 648-652, 5000 mots, 4 fig. — On voit trop souvent des moteurs dépourvus de toute surveillance jusqu'à ce qu'il « arrive quelque chose ». L'auteur, considérant que, de plus en plus, on demandera aux moteurs leur capacité maximum, expose quels sont les soins qu'il convient de leur donner; son article traite aussi bien des moteurs à courant continu que des moteurs synchrones et d'induction. — P. V.

TRACTION ET LOCOMOTION

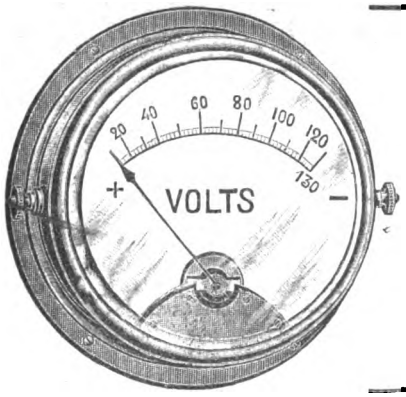
621.33 (82). — Traction électrique sur le « Central Argentine Railway ». *Electrician*, 18 octobre 1918, t. LXXXI, p. 510, 4000 mots, 3 fig.; 25 octobre 1918, p. 530-533, 4 000 mots, 7 fig.; 8 novembre, p. 570-573, 3 700 mots, 5 fig. — On vient de transformer une importante section du « Central Argentine Railway » en la dotant de la traction électrique. Une station centrale du type le plus moderne et d'une puissance totale de 15000 kw alimente directement en courant triphasé 20000 v, 25 p : sec., quatre sous-stations réparties le long de la ligne. Ces dernières fournissent au circuit de traction le courant continu à 800 v qui lui est nécessaire. Tout le matériel a été fourni par la Grande-Bretagne après une étude complète faite par MM. Liversey et Henderson. Chaque motrice comporte deux moteurs de 250 ch chacun, la transmission du courant se fait par troisième rail interrompu aux passages à niveau Dans certaines gares, ce même troisième rail est parcouru par du courant alternatif servant à assurer le service des signaux; des bobines de réactance et des capacités judicieusement placées empêchent l'action du courant continu sur ces circuits.

621.335. — Automotrice pour chemins de fer. *Bulletin des Ingénieurs civils*, avril-juin 1918, t. LXXI, p. 252. — Le « Nashville, Chattanooga and Saint-Louis Railroad » a mis récemment en service une voiture automotrice qui doit être la plus puissante actuellement employée aux Etats-Unis. Cette voiture a un moteur à huile de 150 ch, à quatre temps et huit cylindres, accouplé à une dynamo à courant continu à 250 v et tournant à 1 000 t : min. Une batterie d'accumulateurs d'une capacité de 438 A-h permet, en agissant avec la génératrice, de développer le travail nécessité par des résistances exceptionnelles. On brûle dans ce moteur de la kérosène ou du pétrole. La batterie d'accumulateurs est suspendue sous la voiture et fonctionne en parallèle avec la dynamo qui est disposée de telle sorte que les tensions des deux coïncident de façon automatique. La dynamo donne le courant à sa capacité normale et la batterie ajoute ce qui est nécessaire suivant le travail à exécuter. Elle peut fournir 400 ch pendant 10 minutes, 93 ch pendant 1 heure et 30 pendant 5 heures. — La voiture a sa caisse en tôle d'acier et les garnitures, portes, etc., en bois; elle contient 75 places assises, la longueur totale est de 17,75 m et le poids de 50000 kg environ. Il y a quatre compartiments, un pour le moteur, un pour les bagages et deux pour les voyageurs dont un fumeur, l'entrée de la voiture se trouve entre ces deux derniers. La voiture est portée sur deux boggies à quatre roues avec égalisation des charges entre les deux essieux, les roues ont le diamètre réglementaire de 0,84 m, chaque essieu porte un moteur électrique fonctionnant sous 250 v. Un radiateur à tubes multiples est installé sur le toit du véhicule et sert à refroidir l'eau qui circule dans les enveloppes des cylindres du moteur. — La vitesse normale est de 72 km h, l'accélération est de 1 200 m : sec. Cette voiture est actuellement en service sur une ligne de 50 km de long, elle fait trois parcours aller et retour, soit 300 km par jour Cette ligne présente une déclivité très courte de 2,25 pour 100 et une autre de 4 km de 1,7 pour 100. On dépense un litre de kérosène par kilomètre et 0,105 g d'huile de graissage pour la même distance. La dépense totale ressort à un peu moins de 0,60 fr par kilomètre.

621.336. — Perfectionnements dans les trolleys. Société anonyme Westinghouse, résidant en France. *Brevet français n° 481 117*, demandé le 4 mars 1916, délivré le 8 août 1916, publié le 31 octobre 1916, 2800 mots, 9 fig. — L'invention est relative à un trolley du type à cadre pantographe qui est élevé au moyen de ressorts et qui présente le point caractéristique que les pièces inférieures du cadre sont connectées au-dessous de leurs points d'articulation par des guides réunis par un levier à manivelle qui assure un mouvement parallèle du cadre, ledit levier étant articulé sur une pièce en T tournante connectant les ressorts d'élévation, de telle sorte que l'inclinaison du trolley peut avoir lieu en comprimant un ou plusieurs des ressorts. L'invention comprend également un nouveau système de cliquet ayant un dispositif de déclanchement actionné par pression fluide dans lequel un simple ressort en hélice maintient le piston et retient le cliquet dans sa position de verrouillage.

621 33.033.5. — Touage électrique sur les canaux. *Bulletin des Ingénieurs civils*, avril-juin 1918, t. LXXI, p. 255-257, 1 000 mots — Dans la section du tunnel de Newcastle du canal du Trent à la Mersey, on emploie, depuis 1914, un toueur électrique qui se hale sur un câble d'acier immergé dans le canal. Les 2 tunnels creusés successivement étaient incommodes pour le passage des bateaux et, de plus, le manque de puits de ventilation s'opposait à l'emploi de la vapeur ou de moteurs à combustion interne, l'étroitesse et le manque de hauteur ne permettaient pas non plus l'emploi d'un conducteur électrique aérien. M. Gordon Thomas en collaboration avec MM. Bullivant et Cie et l'état-major technique du North Staffordshire Railway étudièrent alors un système de touage actuellement en service. L'installation consiste en un câble d'acier de 50 mm de diamètre immergé dans le fond du tunnel et fixé des deux côtés à peu de distance des entrées. Un bateau toueur de 12 m de long, 2,10 m de large et 1,20 m de profondeur, construit en tôle d'acier de 5 mm d'épaisseur porte 2 tambours, avec commande à engrenages, sur lesquels passe le câble; ces tambours sont mus par deux moteurs électriques de 15 ch chacun pouvant agir ensemble ou séparément. Les appareils mécaniques sont placés dans une cabine installée sur le pont et le câble passe par une ouverture allongée pratiquée dans le centre de la coque; des rouleaux guident le câble et l'empêchent de frotter contre le dessous du bateau. Le câble a 1 200 m de long et une résistance à la rupture de 11 t. Le toueur a les deux extrémités semblables et peut

Digitized by Google



Maison fondée par L. DESRUELLES en 1881.

Ateliers GRAINDORGE (O. DUGAST) DIRECTEUR

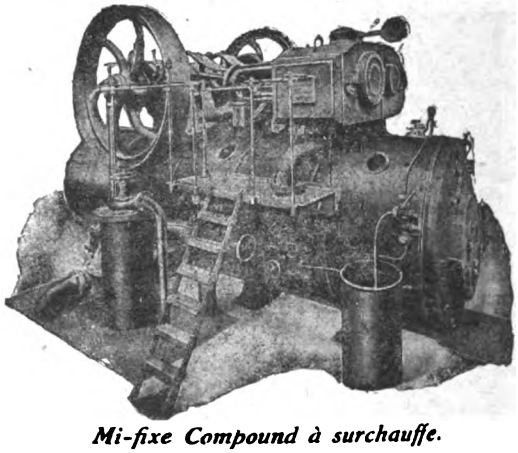
4, RUE DU BORRÉGO, PARIS (20e Arrt). — Téléph. ROQUETTE 22-53

VOLTMÈTRES, AMPÈREMÈTRES, MILLIAMPÈREMÈTRES, INDUSTRIELS
pour Contrôle,
pour Tableaux,
pour la Poche,
pour Automobiles.

Société des Anciens Établissements

WEYHER & RICHEMOND

Société Anonyme. Capital 4.400.000 francs.
52, Route d'Aubervilliers, PANTIN (Seine).



Mi-fixe Compound à surchauffe.

La **force motrice** la plus **économique**, la plus **pratique**, jusqu'à 350 chevaux.

MI-FIXES toutes puissances.
Tous travaux MÉCANIQUE GÉNÉRALE.

MOTEURS ÉLECTRIQUES

COURANT ALTERNATIF
TRIPHASÉ — DIPHASÉ — MONOPHASÉ

NOUVEAU DISPOSITIF DE BAGUES A VENTILATION AUTOMATIQUE

Plus d'usure de charbons. — Plus de mise en court-circuit.
Plus de relevage des balais.

Construits en série par la "Cie UNIVERSEL ELECTRIC"

Téléphone : ROQUETTE 29-19

Établissements ROULLAND FRÈRES (A. & M.) (E. S. E.)
35, Rue de Bagnolet, PARIS (XXe)

Adr. télég. : UNILECTRIC PARIS

Digitized by Google

marcher en avant et en arrière, le moteur étant réversible. Le courant pour la commande des tambours est fourni par des accumulateurs placés sur un autre bateau spécial portant 115 éléments au chlorure contenus dans des caisses de bois de teck doublées de plomb. Chaque batterie donne environ 150 A pendant 7 heures, il y a deux de ces bateaux dont l'un est service pendant que l'autre a sa batterie en chargement. Ce bateau est attaché derrière le toueur et devant le convoi à remorquer. Le chargement se fait par une station électrique établie à Chaterley entre les deux extrémités du tunnel. Cette station comprend 2 moteurs Campbell à succion, de 70 ch chacun, et deux dynamos à courant continu donnant 45 kw à 300 v et 600 t : min. La puissance prévue était très forte, mais l'expérience a démontré qu'il ne faut guère que 10 unités par trajet simple, y compris les pertes par accumulateurs. Le touage permet de remorquer des trains de 30 bateaux chargés de 20 t chacun ; la durée du passage a été réduite de 90 à 50 min par rapport au halage par chevaux.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654.25. — L'état actuel de la radiotélégraphie à grande distance et le réseau transocéanique français; Léon Bouthillon. *Génie civil*, 3, 10 et 17 août 1918, t. LXXIII, p. 85, 101 et 127, 12000 mots, 54 fig. — L'auteur rappelle tout d'abord les caractéristiques essentielles des radiocommunications. Il fait un exposé sommaire de la technique actuelle de la radiotélégraphie à grande distance en insistant particulièrement sur l'emploi des tubes à trois électrodes. Il décrit les grands réseaux radiotélégraphiques actuels. Il étudie ensuite les principes généraux d'établissement d'une radiocommunication à grande distance et à grand rendement qu'on peut résumer comme il suit : chaque station doit consister en deux postes distincts pour la réception et la transmission, installés de telle sorte qu'ils puissent travailler simultanément avec le correspondant. Elle comporte, à l'émission, une antenne de grande hauteur et de grande capacité, alimentée par une puissance de plusieurs centaines de kilowatts. Elle doit posséder les machines et appareils de rechange nécessaires pour qu'un service absolument continu soit réalisable. L'auteur discute également les différents systèmes d'émission qu'on pourrait adopter et il termine en étudiant l'organisation d'un réseau transocéanique français et en montrant les avantages considérables qui en résulteraient pour notre pays.

654.5. — Transmission télégraphique par câbles sous-marins. *Bulletin des Ingénieurs civils*, avril-juin 1918, t. LXXI, p. 282. — L'inventeur J.-B. Discon emploie le sélénium pour amplifier les signaux reçus et fait agir une ou plusieurs sources indépendantes de rayons lumineux ; ces rayons sont concentrés sur les cellules de sélénium et réfléchis par un galvanomètre. On a constaté que la vitesse pratique de transmission croît avec l'intensité de l'éclairage. Les cellules de sélénium agissent sur un recorder à siphon ou un relais. Des essais sont en cours sur plusieurs câbles atlantiques ; avec 45 rayons lumineux distincts pris tous sur une lampe à tungstène de 500 bougies et concentrés sur un miroir de galvanomètre de 0,125 m de long et 9 mm de large. Ces rayons sont réfléchis de ce miroir à une distance de 1,85 m sur les cellules de sélénium. Avec cet appareil le taux normal de 200 lettres à la minute peut être porté à 400.

MATIÈRES PREMIÈRES

621.315.6. — Les matières plastiques dérivées de la condensation des phénols et des aldéhydes ; la bakelite et corps du même ordre; Albert Hulin. *La Nature*, 16 novembre 1918, n° 2 345, p. 152-155, 2 200 mots. — L'auteur donne d'abord l'historique des procédés employés par Léo Bakeland pour obtenir des matières plastiques par la condensation des phénols ou aldéhydes. La constitution chimique actuellement admise de ces composés est divisée en quatre stades : 1° le novolac ; 2° le résol ou bakelite A ; 3° le résitol ou bakelite B ; 4° le résite ou bakelite C. L'auteur, après avoir examiné la manière d'obtenir ces quatre matières, en cite les applications. En électricité la bakelite C vaut, comme diélectrique, la meilleure des gommes laques ; par sa résistance aux chocs, aux intempéries, à la chaleur, à la vapeur, il la surpasse beaucoup. La bakelite A, coulée dans l'enroulement d'un induit de dynamo ou d'une bobine de transformateur et chauffée sous contrepression, formera un bloc devenu bakelite C et les moindres circonvolutions de cet enduit seront admirablement isolées. Un tel enduit sera recommandable pour les machines exposées aux chocs à la poussière et à la graisse, ainsi que dans les tramways. Le papier imprégné de la bakelite constitue le « micarta Pertinasse » qui remplace les lames de mica. Ce corps peut être moulé avec toutes les insertions en cuivre que l'on veut (pas de vis, pièces diverses), ce qui facilite son emploi. Le prix de revient est peu élevé et son aspect est agréable. Dès son apparition, la bakelite a été l'objet d'une communication très importante que l'on retrouvera dans « La Revue électrique », 15 août 1910, t. XIV, p. 112-113.

662.271 (42). — Production du tungstène en Angleterre. *Bulletin des Ingénieurs civils*, avril-juin 1918, t. LXXI, p. 286. — Dès le début de la guerre, une société s'était fondée et installée à Widness dans le Lancashire et, en juin 1915, elle produisait de la poudre de tungstène. La fabrication atteint 3 tonnes par vingt-quatre heures en moyenne. Dans un premier atelier, le minerai de wolfram est broyé, criblé et mélangé avec des cendres de soude. Un séparateur magnétique sépare le wolfram du minerai d'étain qui l'accompagne. Dans un second atelier, le mélange de minerai et de soude est grillé dans un four à réverbère et on fait bouillir le produit du grillage dans l'eau, ce qui donne une solution de tungstate de soude que l'on filtre. On la traite ensuite par l'acide chlorhydrique, ce qui permet d'obtenir l'acide tungstique en pâte. On sèche cette pâte, on la réduit en poudre et on la met dans des creusets avec de l'anthracite pulvérisé ; en chauffant fortement, on obtient la réduction de l'acide. Le métal est alors lavé et séché et emballé dans des caisses revêtues intérieurement d'étain. Le tungstène ainsi obtenu a une pureté moyenne de 98 1/2 pour 100, soit 1 pour 100 de plus que le tungstène de provenance allemande, on a même obtenu 99 pour 100. Cette pureté est précieuse pour la préparation de l'acier à coupe rapide, elle réduit l'usure des creusets. Pour obtenir ces bons résultats il faut une surveillance continue et de nombreux essais. Ceux-ci sont effectués dans un laboratoire spécial par des chimistes qui cherchent sans cesse à perfectionner les méthodes de production.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* H. Bertin.

Digitized by Google

UNIS CALOR FRANCE

CHAUFFAGE ELECTRIQUE

CALOR

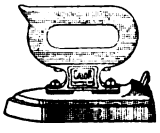
DÉPOSÉ N° 9171

Société Anonyme au capital de 200 000 fr.

200, rue Bolleau, LYON

Téléphone : *41-04*

FERS
FOURNEAUX

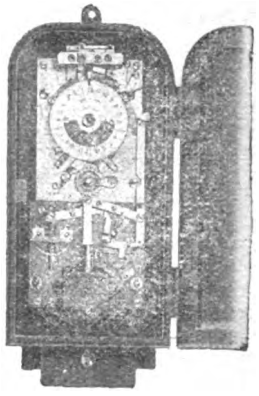


RADIATEURS
CHAUFFE-PIEDS

FABRIQUE D'APPAREILS ÉLECTRIQUES

Fr. SAUTER, Bâle

(SUISSE)



Fabrique comme spécialités :

Interrupteurs et commutateurs horaires pour compteurs à double tarif.

Interrupteurs et commutateurs horaires pour éclairage d'escaliers.

Minuteries pour éclairage d'escaliers.

Allumeurs-extincteurs automatiques pour moteurs, éclairage public, etc.

DYNAMOS-MOTEURS

TRANSFORMATEURS

FINK & JORAS

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

CABINES HAUTE TENSION & BASSE TENSION
TABLEAUX DE DISTRIBUTION
APPAREILLAGE — RHÉOSTATS — COFFRETS

RÉPARATIONS — TRANSFORMATIONS

Installations complètes d'USINES

Ateliers : 19, rue Édouard-Nieuport
Bureaux : 24, rue Pagès
} SURESNES

Téléphone **293**

Société "ÉLECTRO-CABLE"

Anciens Etablissements DEBAUGE ET Cie

(FILS ET CABLES ÉLECTRIQUES)

2, Rue de Penthièvre, 2, Paris

Téléphones : ELYSÉES 49-42 et 49-43

Fils et Câbles Électriques

USINE à PARIS

DÉPOTS à :

ALGER, BORDEAUX, LILLE,
LYON, MARSEILLE, NANCY, NICE,
ROUEN & TOULOUSE

Digitized by Google

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Siège social 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. Wagram 49-49 et 49-62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat professionnel des industries électriques. — Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique. — Chambre syndicale des constructeurs de gros matériel électrique. — Chambre syndicale des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent. — Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du). — Syndicat professionnel des industries électriques du nord de la France. — Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ELECTRIQUES

Siège social : 9, rue d'Edimbourg, Paris (8e). — Téléphone : Wagram 07-59.

Treizième Bulletin bi-mensuel de 1918.

Sommaire : Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 7 mai 1918, p. 85. — Service de placement, p. 87. — Bibliographie, p. 87.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 7 mai 1918.

Présidence de M. Marcel Meyer.

La séance est ouverte à 14 h. 15.

Sont présents :

M. Marcel Meyer, président ; MM. Grosselin et Larnaude (A.), vice-présidents ; MM. Legouez, Mayer-May, Sciama et Zetter, anciens présidents ; MM. Ancel, André, Aubert (Edmond), Berne, Bouchet, Boussard, Deramat, Eschwege, France (de), Guittard, Iung, Lévis et Schwarberg, membres de la Chambre ; M. Body, secrétaire du Syndicat.

Excusés : MM. Buffet, Devilaine, Michel (Charles), Mizery, Traz (de), Ville le Roulx (de la).

Nécrologie. — M. le Président fait part à la Chambre du décès de M. Drouard (Emile), membre de la première section. La Chambre s'associe aux condoléances qu'au nom du Syndicat M. le Président adresse à Mme Drouard ainsi qu'à MM. L. et A. Legendre, beaux-frères de notre regretté collègue.

M. le Président fait également part à la Chambre du décès de M. Bergerot (Gustave) qui, depuis le commencement de la guerre avait pris en main la direction de la maison de son fils, notre regretté collègue Bergerot (Albert), tué à l'ennemi. La Chambre s'associe aux condoléances qu'au nom du Syndicat M. le Président a adressées à sa famille.

Remerciements. — M. le Président donne lecture à la Chambre d'une lettre par laquelle notre collègue M. **Le Las** (Maurice) remercie des sentiments de sympathie et d'encouragement que notre Syndicat lui a exprimés ainsi qu'à tout son personnel lors d'un récent événement.

Admissions. — La Chambre prononce les admissions suivantes :

1° A titre d'établissement adhérent : la **Société anonyme des usines d'Ornans**, constructions mécaniques et électriques qui, sur la présentation de MM. Rey et Delore, sera inscrite aux *première et sixième sections professionnelles* où elle sera représentée par **M. Jarre** (Léon) ;

2° A titre de membres actifs, délégués d'établissements :

a) M. **Roger** qui, sur sa demande et sur la présentation de M. Ducretet (Fernand), sera inscrit à la *quatrième section professionnelle* comme représentant de la maison Roger ;

b) MM. **Locquin** (André) et **Lefèvre** (Gustave), qui sur la demande des Établissements industriels Grammont, seront inscrits aux *première, deuxième et troisième sections professionnelles* ;

c) Sur la demande de la Compagnie générale de radiotélégraphie et sur la présentation de M. Tronchon, MM. **Magniez** (Henri) et **Petit** (Gaston) seront inscrits à la *première section professionnelle* et M. **Olry** (Paul) à la *quatrième section professionnelle* ;

d) MM. **Baqué** (Georges) et **Chéronnet** (Henri) qui, sur la demande de la Société anonyme des Porcelaines et Appareillages Grammont et sur la présentation de MM. Iung et Meyer-May, seront inscrits à la *quatrième section professionnelle* ;

Digitized by Google

e) M. **Gunther** (Louis) qui, sur la demande des Établissements Gallot et Cie et sur la présentation de MM. Brocq et Gallot, sera inscrit à la *quatrième section professionnelle*;

f) M. **Camillerapp** (Marcel) qui, sur la demande de la Manufacture des Lampes P. B., sera inscrit à la *deuxième section professionnelle*.

Démission. — M. le Président donne lecture à la Chambre d'une lettre par laquelle M. F. Ducretet l'informe que, sur l'avis des docteurs, il doit cesser tout travail actif, et qu'en conséquence, il se voit obligé de donner sa démission de membre de notre Syndicat.

Les membres de la Chambre, faisant droit à cette demande, chargent leur président d'exprimer à notre collègue, avec toute leur sympathie, l'espoir que le repos amènera bientôt la guérison des blessures qu'il a contractées au service de la science et de l'industrie dans l'étude et l'application des rayons X.

Marque syndicale. — M. le Président porte à la connaissance de la Chambre que la Commission de la marque syndicale vient de se réunir avant la séance de la Chambre en vue d'examiner deux nouvelles demandes d'admission à l'usage des marques.

Après examen, elle propose à la Chambre de les ratifier à la suite des soixante-sept demandes d'admission précédemment ratifiées.

Ces demandes qui seront inscrites sous les numéros suivants sont formulées par :

La Société anonyme des Usines d'Ornans, n° 68.

Les Ateliers de Constructions électriques de Delle, n° 69.

Conformément à l'avis de la Commission, la Chambre ratifie ces admissions.

Correspondance. — M. le Président donne lecture à la Chambre de la correspondance suivante :

1° D'une lettre qu'il a reçue de M. Edouard Parel, délégué des Constructions électriques Patay, l'informant de la constitution du Groupement des Constructeurs électriciens de Lyon et de la région lyonnaise.

La Chambre est heureuse d'apprendre que le programme de ce Groupement comporte l'adhésion à notre Syndicat, ce qui, ainsi que le mentionne M. Parel dans sa lettre, resserrera l'entente entre les industriels dont les intérêts sont communs.

2° Une lettre du ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts relative à la création de bibliothèque et musée de la guerre, institution ayant pour mission de centraliser tous les documents français et étrangers qui peuvent constituer la matière des études historiques de l'avenir.

3° Une lettre de l'Association nationale d'Expansion économique, nous adressant un exemplaire des statuts d'une nouvelle « Société France Expansion », Société nationale de renseignements commerciaux et d'action économique, qui a pour objet de fournir aux industriels, commerçants et agriculteurs des indications sur la solvabilité et l'honorabilité des personnes ou établissements avec lesquels ils sont en relations d'affaires, d'instituer un service d'études économiques et de documentation pratique, d'une façon générale d'organiser toutes opérations nécessaires pour faciliter l'action économique française, seconder les entreprises nationales et développer l'emploi de la publicité, notamment à l'étranger.

4° Une lettre de la « Caisse Foncière de Crédit pour l'amélioration du logement dans l'Industrie », qui vient de se créer à Paris, et nous envoie ses statuts.

M. le Président rappelle qu'à la suite des travaux faits par la Commission d'études instituée par l'Union des Industries métallurgiques et minières pour l'établissement d'un programme de lutte contre la tuberculose, l'Union avait pris l'initiative de provoquer la constitution, sur les bases indiquées par cette Commission, d'un organisme de crédit destiné à fournir à l'industrie le concours financier qui lui serait nécessaire pour améliorer le logement de son personnel.

C'est ce programme qui vient d'être réalisé par la création de la « Caisse Foncière de Crédit » dont le président est M. Gabriel Cordier. La Caisse se tient à la disposition de nos adhérents pour leur fournir tous renseignements pouvant les intéresser.

5° Une lettre du ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes (direction des affaires commerciales et industrielles deuxième bureau) accompagnée d'une note relative à la construction, en Espagne, de lignes électriques reliant les centres industriels de ce pays.

6° Une lettre de M. Legouez, accompagnée de documents relatifs :

a) A la formation, en Espagne, d'une sorte de Syndicat de revendeurs de matériel électrique dont le but serait de centraliser les achats de ce matériel au profit de la production allemande, et jouirait de certains privilèges spéciaux pour l'importation en Espagne des produits manufacturés, en vue, surtout, de leur réexportation dans l'Amérique du Sud.

b) Au rachat de l'A. E. G. par le gouvernement allemand.

7° Une lettre du ministère des Travaux publics et des Transports relative à la fixation du prix de vente du courant en fonction du prix du charbon dans les concessions de distribution d'énergie électrique.

8° Une lettre de la Chambre syndicale des Entrepreneurs et Constructeurs électriciens et une lettre de la Chambre syndicale de l'Eclairage et du Chauffage par le gaz et l'électricité relatives au concours qu'elles sont toutes disposées à nous donner pour la réalisation du vœu émis par les membres de la sixième section professionnelle, lors de leur réunion le 20 février 1918, et publié au procès-verbal de la séance du 5 mars 1918 (*R. G. E.* du 6 avril 1918, p. 48 du Bulletin).

9° Deux lettres communiquées par la Chambre de Commerce de Paris et relatives à des demandes de fournitures de lampes de poche, d'ampoules et de réchauds électriques.

10° Une lettre d'une fabrique suisse de lampes à

Digitized by Google

incandescence demandant des offres pour la fourniture de culots de lampes Edison (à vis).

Cette lettre, ainsi que celles de la Chambre de Commerce, déposées au secrétariat, sont tenues à la disposition des adhérents.

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT. — *Réorganisation de l'Union.* — Après avoir rappelé les explications que M. Sciama a eu l'occasion de fournir à la Chambre lors des précédentes réunions, explications consignées aux procès-verbaux des réunions de notre Chambre syndicale et publiés dans la « Revue générale de l'Electricité » (N° du 2 mars 1916, p. 35 du Bulletin, n° du 6 avril 1918, p. 46 du Bulletin et n° du 18 mai 1918, p. 69 du Bulletin), M. le Président indique que conformément à la décision prise par notre Chambre le 5 avril dernier, il s'est mis en rapport avec M. le Président de la Chambre syndicale de la Mécanique afin de régler d'un commun accord la ligne de conduite à tenir par nos délégués lors de l'Assemblée générale de l'Union. Cette assemblée générale qui s'est tenue le 18 avril dernier a définitivement adopté, après discussion de divers amendements, les nouveaux statuts dont un exemplaire est remis à chacun des membres présents.

Après en avoir pris connaissance et à la suite des nouvelles explications fournies par M. Sciama, la Chambre, en vertu des pouvoirs qui lui ont été conférés, décide l'adhésion du Syndicat aux nouveaux statuts de l'Union et charge son président de faire le nécessaire pour la réalisation de cette décision.

La Chambre demande à M. Sciama qui accepte de continuer à être le délégué spécial du Syndicat au sein de l'Union.

En conséquence, et conformément aux termes des statuts de l'Union, notre Syndicat y sera représenté par son président M. **Meyer** (Marcel) et par son délégué spécial M. **Sciama** (Gaston).

GROUPE DES INDUSTRIELS DE LA RÉGION PARISIENNE. — M. le Président fait part à la Chambre de la constitution définitive du « Groupe des Industriels de la Région parisienne » association syndicale qui a pour objet d'étudier et de solutionner en commun toutes les questions présentant un intérêt général pour les industriels de la région parisienne.

Après avoir rappelé les services appréciables rendus par ce groupement avant qu'il soit constitué légalement et indiqué ceux qu'il est en mesure de rendre maintenant, il conseille vivement à nos collègues parisiens de donner leur adhésion personnelle au groupe.

TRAVAUX DES SECTIONS ET COMMISSIONS. — M. le Président indique à la Chambre que les fabricants et consommateurs de charbons agglomérés pour l'électricité appartenant à la cinquième section se sont réunis en vue de répondre à une enquête provoquée par le Comité interministériel des constructions électriques, relativement aux importations des charbons agglomérés. A la suite d'une étude très approfondie de la question, une lettre a été adressée à M. le ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre en lui exposant dans tous ses détails la situation générale concernant les charbons agglomérés pour l'électricité.

RAPPORTS, PROJETS ET PROPOSITIONS DE LOIS. — M. le Président dépose, sur le bureau de la Chambre, les rapports, projets et propositions de lois parus depuis la dernière séance.

En raison de l'heure avancée, la Chambre décide de reporter la suite de l'ordre du jour.

La séance est levée à 15 h. 50.

Le Secrétaire, P. BODY. — *Le Président*, M. MEYER.

Service de placement

(de 9 h. à 11 h.).

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

Ne pouvant insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent, les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* **devront joindre un timbre pour la réponse.**

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons.
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2 000 v;
8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;
9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);

Digitized by Google

10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);

11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;

12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique ;

13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);

14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris;

15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges type);

16° *Arrêté technique du 21 mars* 1911 sur l'application de la loi du 15 juin 1906 ;

17° Renseignements relatifs à l'application de la loi du 5 avril 1910 sur les Retraites ouvrières et paysannes;

18° Renseignements relatifs au fonctionnement de la Caisse syndicale de Retraites, des Forges, de la Construction mécanique, des Industries électriques et de celles qui s'y rattachent.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ENERGIE ÉLECTRIQUE

(Anciennement SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ)

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris (8e). — Téléphone : Central 25-92.

TREIZIÈME BULLETIN BI-MENSUEL DE 1918.

SOMMAIRE : Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 27 mai 1918, p. 88. Bibliographie, p. 92. — Demandes d'emploi, p. LXXVII.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 27 mai 1918.

Présents: MM. F. Meyer, Brylinski, Eschwege, Bizet, présidents d'honneur ; Daniel Berthelot, président ; Baux, Javal, vice-présidents ; Fontaine, secrétaire général ; Brachet, Legouez, Meunier, Nivard et Sée.

Absents excusés : MM. Cahen, vice-président ; Cordier, Mariage et Péridier.

CORRESPONDANCE. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale de la lettre de Mlle Hatzfeld, adressant ses remerciements à la Chambre syndicale pour la subvention qui a été accordée à l'École d'Enseignement technique féminin, pour l'année scolaire 1918-1919.

M. le Président communique la lettre de M. Fonteilles qui lui a été transmise par M. Blondin, concernant des promesses de vente pour l'établissement de deux chutes sur l'Aveyron.

Copie de cette lettre sera adressée à M. le Président de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques.

LISTE DES NOUVEAUX ADHÉRENTS. — M. le Président fait part à la Chambre syndicale des propositions d'admissions.

ACCIDENTS CAUSÉS PAR LE BOMBARDEMENT. — M. le Président donne lecture d'une lettre de M. Sée, président de la onzième Commission de l'Union des Syndicats de l'Electricité, relative à cette question.

M. Sée rappelle que l'arrêt de la Cour de Cassation du 19 avril 1918 fait entrer dans les accidents du travail les accidents résultant du bombardement et survenus au cours du travail. Si la Compagnie d'assurances, à laquelle l'employeur est assuré pour les risques de la loi de 1898, n'a pas exclu explicitement le risque de guerre, l'employeur est couvert contre le nouveau risque. Si la Compagnie d'assurances a exclu le risque de guerre, il y a lieu de contracter une nouvelle assurance dont on aura à faire accepter le principe et à discuter le taux. Un projet de loi, tendant à étendre les opérations de la caisse nationale d'assurances à tous les accidents de la loi de 1898, a été déposé.

M. Sée signale l'intérêt de ce projet de loi qui permettrait aux industriels, en cas de refus, de continuer de la part des Compagnies d'assurances à la suite d'un accident, de couvrir par la caisse nationale les conséquences de ces nouveaux accidents et constituerait, dans le cas où les Compagnies d'assurances consentiraient à assurer ce nouveau risque, une concurrence favorable aux industriels.

CHAMBRE DE COMPENSATION DES FRETS CHARBONNIERS. — M. le Président informe la Chambre syndicale que le ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre a décidé de réaliser l'uniformisation des frets par région, Manche et Atlantique; l'assurance étant la même pour

Digitized by Google

les deux régions, le fret proprement dit étant différent entre ces deux régions. Les opérations de compensation nécessaires pour uniformiser le fret sont extrêmement complexes; elles doivent être faites par un organisme spécial : la Chambre de Compensation des Frets charbonniers, qui fonctionnera sous le contrôle de l'État et avec la garantie qui sera donnée, par lettre, par le ministre de l'Armement, de couvrir la Chambre de Compensation contre tous risques de pertes éventuelles.

Le ministre de l'Armement doit prendre un arrêté, fixant le taux de la taxation du fret, assurance comprise.

L'État ferait l'assurance moyennant le paiement d'une somme fixée par tonne. Pour les navires alliés, la question est réglée, elle est encore en suspens pour les navires des nations neutres, l'État étant en pourparlers avec les Compagnies d'assurances et les armateurs. Il est probable que le foyer domestique continuera à être détaxé, et que les usines d'électricité ne subiront aucunement les charges de cette détaxe, ainsi, d'ailleurs, que cela se passe actuellement.

La Chambre de Compensation serait constituée par une Société anonyme, à capital variable, dont les actionnaires seraient, en principe, des importateurs. L'Administration de cette Société sera assurée par des représentants des importateurs. Le Président de cette Société serait M. Delmas, ancien armateur à la Rochelle. Le Conseil d'Administration comprendrait, notamment, des représentants des industries électriques, des industries du gaz, etc.

Modifications aux cahiers des charges et aux polices d'abonnement depuis la guerre. — M. le Président communique à la Chambre syndicale le résumé des réponses reçues des membres du Syndicat à la circulaire du 23 avril 1918, concernant les modifications intervenues dans leurs cahiers des charges et dans leurs polices d'abonnement depuis la guerre.

Statistique des distributions d'énergie électrique. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale de la note circulaire adressée, le 1er mai 1918, par M. Mahieu, directeur des services de la voirie routière, à MM. les ingénieurs en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique, pour la mise à jour des tableaux statistiques, récapitulatifs, A et B institués par la circulaire du 15 avril 1912.

Inventaire des forces hydrauliques des cours d'eau faisant partie du domaine public. — M. le Président dépose sur le bureau l'inventaire des forces hydrauliques disponibles sur les cours d'eau faisant partie du domaine public, au 1er juillet 1917; cet inventaire a été établi en exécution des prescriptions de la circulaire ministérielle du 6 novembre 1916.

Caisse foncière de crédit pour l'amélioration du logement dans l'industrie. — M. le Président communique à la Chambre syndicale la lettre de la Caisse foncière de Crédit pour l'amélioration du logement dans l'industrie, du 29 avril 1918, la liste des membres du Conseil d'administration et les statuts.

Union des industries métallurgiques et minières. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale le rapport de M. G. Widmer sur les logements pour célibataires.

Syndicat professionnel de l'industrie du gaz. — M. le Président signale à la Chambre syndicale les circulaires reçues de ce Syndicat depuis la dernière séance.

Chambre de Commerce de Paris. — M. le Président indique que le numéro 82 du Bulletin d'informations de la Chambre de Commerce de Paris « Documents sur la guerre » a été adressé aux membres du Syndicat qui en ont fait la demande.

Comité électrotechnique français. — M. le Président signale à la Chambre syndicale le rapport du Comité électrotechnique français sur les essais sur l'aluminium.

Bibliographie. — M. le Président fait part à la Chambre syndicale que le « Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale » de mars-avril 1918, a publié une Revue de culture mécanique, par M. Max Ringelmann. Il dépose sur le bureau une brochure du Service des Produits métallurgiques du ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre, sur la centralisation, la répartition et la péréquation des fontes, sous le contrôle de l'Etat.

Communications diverses. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale des circulaires de l'« Exportateur français », du « Parti français » et de la « Ligue nationale » contre l'alcoolisme.

Documents officiels. — M. le Secrétaire général fait part à la Chambre syndicale des documents officiels, rapports, projets et propositions de lois parus depuis la dernière séance.

Cette liste sera publiée dans la « Revue générale de l'Electricité ».

Avis aux adhérents du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique.

Nous pouvons faire parvenir aux adhérents, contre remboursement de nos frais, en originaux ou en copies suivant nos ressources d'archives, ceux de ces documents qui les intéresseraient.

Partie législative. — *Chambre des députés.* — *Propositions de lois.* — Proposition de loi tendant à l'application aux colonies de la loi du 16 mars 1917 sur l'organisation du crédit au petit et au moyen commerce, à la

Digitized by Google

petite et à la moyenne industrie, présentée par M. René Boisneuf (29 janvier 1918) (n° 4251).

Proposition de loi concernant la vérification des compteurs à gaz, à eau et à électricité présentée par M. Louis Guichard (5 février 1918) (n° 4279).

Proposition de loi tendant à permettre au sous-traitant dont le marché est postérieur au 1er août 1914 de bénéficier des dispositions analogues à celles qui ont été prévues par la loi du 23 janvier 1918, présentée par M. Charles Leboucq (8 février 1918) (n° 4299).

Proposition de loi tendant à proroger le délai accordé par la loi du 31 juillet 1917, pour la déclaration des bénéfices commerciaux et industriels, présentée par M. J. Denais (19 mars 1918) (n° 4473).

Proposition de loi tendant à régulariser la situation des cotisants pour les retraites ouvrières et paysannes en retard dans leurs versements par suite de la guerre, présentée par M. L. Marin (7 mai 1918) (n° 4640).

Proposition de loi ayant pour but le développement des affaires françaises à l'étranger par la création d'une Société d'expansion commerciale, présentée par M. Jules Siegfried (7 mai 1918) (n° 4642).

Proposition de loi tendant à assurer la protection des petits commerçants et des petits industriels mobilisés, présentée par MM. Barthe et Levasseur (7 mai 1918) (n° 4644).

Proposition de loi portant établissement d'une taxe simple sur les paiements effectués à l'occasion de tous actes de commerce et de toutes transactions sur les produits de l'industrie et de l'agriculture et supprimant certains impôts qui entravent et gênent considérablement l'activité économique nationale, présentée par M. Bokanovski et plusieurs de ses collègues (14 mai 1918) (n° 4667).

Proposition de loi concernant l'emploi du pétrole et da l'essence et la circulation des automobiles (14 mai 1918) (n° 4625).

Propositions de résolutions. — Proposition de résolution tendant à exonérer de toute pénalité les employeurs qui auront effectué avant le 10 mars 1918 les déclarations prévues par la loi du 31 juillet 1917, présentée par M. Joseph Denais (26 février 1918) (n° 4361).

Proposition de résolution tendant à l'application de mesures destinées à assurer une distribution ininterrompue des charbons et à réaliser une économie de fret, présentée par M. Petitjean (26 février 1918) (n° 4369).

Rapports. — Rapport fait au nom de la Commission de la législation civile et criminelle chargée d'examiner la proposition de loi, adoptée par la Chambre des députés, adoptée avec modifications par le Sénat, relative à la suppression du registre des inscriptions en matière hypothécaire et modifiant les articles 2148, 2150, 2152, 2153 et 2108 du code civil par M. M. Viollette (31 janvier 1918) (n° 4267).

Rapport supplémentaire fait au nom de la Commission de la législation civile et criminelle chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des députés, adopté avec de nouvelles modifications par le Sénat, relatif aux modifications apportées aux baux à loyer par l'état de guerre, par M. E. Bender (6 février 1918) (n° 4287).

Rapport fait au nom de la Commission de la législation fiscale chargée d'examiner le projet de loi ayant pour objet le relèvement des tarifs de certaines taxes et le remaniement de divers impôts (art. 1er, majoration du taux de l'impôt général sur le revenu), par M. Vincent Auriol (7 mars 1918) (n° 4456).

Rapport fait au nom de la Commission de la législation fiscale chargée d'examiner le projet de loi ayant pour objet d'accroître, par des mesures fiscales, les produits de l'exploitation de divers services publics, de limiter les fraudes, de remanier divers impôts existants et d'instituer des impôts sur la dépense et une taxe annuelle sur les capitaux recueillis à titre gratuit, par M. Hennessy (21 mars 1918) (n° 4494).

Rapport fait au nom de la Commission de l'agriculture chargée d'examiner le projet de loi modifiant les lois des 2 janvier et 7 avril 1917 en ce qui concerne les encouragements à la culture mécanique, par M. J. Durand (21 mars 1918) (n° 4483).

Rapport fait au nom de la Commission de la législation fiscale chargée d'examiner le projet de loi ayant pour objet le relèvement des tarifs de certaines taxes et le remaniement de divers impôts (art. 5 à 12) (taxes de timbre et d'enregistrement), par Ernest Lafont (22 mars 1918) (n° 4516).

Rapport fait au nom de la Commission d'assurance et de prévoyance sociales chargée d'examiner le projet de loi étendant, en vue de l'application de la loi du 9 avril 1918, les opérations de la Caisse nationale d'assurances en cas d'accidents, par M. André Paisant (*Journal officiel*, 2 mai 1918).

Avis. — Avis présenté au nom de la Commission du budget sur la proposition de résolution de M. E. Barthe tendant à relever de 3 à 5 pour 100 l'intérêt de crédit dont sont passibles certains droits que la loi du 15 février 1875 autorise les contribuables à payer en obligations cautionnées ou en obligations d'admission temporaire, par M. A. Grodet (5 février 1918) (n° 4283).

Avis présenté au nom de la Commission du budget sur le projet de loi ayant pour objet d'autoriser le relèvement temporaire des tarifs sur les grands réseaux de chemins de fer d'intérêt général, par M. L. Marin (21 mars 1918) (n° 4488).

Avis présenté au nom de la Commission du budget sur le projet de loi modifiant les lois des 2 janvier et 7 avril 1917 en ce qui concerne les encouragements à la culture mécanique, par M. Dariac (22 mars 1918) (n° 4521).

Annexe au Rapport supplémentaire fait au nom de la Commission du budget chargée d'examiner le projet de loi portant fixation du budget ordinaire des services civils de l'exercice 1918, et de donner un avis : 1° sur le projet de loi ayant pour objet le relèvement des tarifs de certaines taxes et le remaniement de divers impôts ; 2° sur le projet de loi ayant pour objet d'accroître par des mesures fiscales les produits de l'exploitation de divers services publics, de limiter les fraudes,

Digitized by Google

de remanier divers impôts existants et d'instituer des impôts sur la dépense et une taxe annuelle sur les capitaux recueillis à titre gratuit (Loi de finances), par M. L. Marin (22 mars 1918) (n° 4518).

Partie contentieuse. — *Cour de Cassation.* — 18 avril 1918. — Veuve Dick c. Bonvarlet. — I. Instances. — Décret du 10 août 1914. — Décision définitive. — Caractères. — Voies de recours extraordinaires. — II. Accidents du travail. — Bombardements aériens. — Loi de 1898 applicable.

1er mai 1918. — Compagnie départementale d'énergie électrique c. Dumas. — Moratorium. — Prorogation des échéances. — Décret du 24 novembre 1914. — Créances à raison de ventes commerciales. — Décret du 27 octobre 1914. — Paiement de fournitures de marchandises. — Vente commerciale. — Sens de ces impressions. — Vente d'un fonds de commerce.

Cours d'Appel. — Nîmes (1re Ch.), 11 décembre 1916. — Société d'Eclairage électrique d'Alais c. Société Houillère du Nord d'Alais. — Concession d'énergie électrique. — Société houillère. — Production de courant électrique. — Installation d'une usine spéciale. — Vente de courant à une Compagnie d'éclairage. — Article 632 du Code de commerce. — Acte de commerce. — Compétence commerciale.

Paris, 26 octobre 1917. — Quinefault c. Société Castro frères, G. Lattès et Cie. — Société en commandite simple. — Paiement des intérêts dus aux associés différés. — Moratorium des sociétés. — Assemblée générale. — Résolution de différer le paiement d'intérêts compris statutairement dans les frais généraux. — Acte d'Administration. — Non-modification des statuts. — Majorité liant la minorité. — Décret du 29 août 1914 applicable à toutes les sociétés régies par la loi française. — Déclaration prescrite par l'article 3 du décret du 29 août 1914. — Sanction. — Non-forclusion, mais ouverture d'une action du créancier lésé.

Amiens, 27 décembre 1917. — Finzel (François) et Finzel (Louis) c. Caillez et Lézier. — I. Jugement étranger. — Exequatur. — Droit de revision du tribunal français. — II. Avaries. — Clause F. O. B. — Livraison au moment de l'embarquement. — Prétendue mouille. — Vice apparent. — Absence de constatation. — Acheteurs non recevables à l'invoquer.

Paris, 10 janvier 1918. — Société Générale Immobilière c. demoiselle Athènes. — Bail à loyer. — Termes échus non payés. — Autorisation de déménager donnée au locataire débiteur de loyers par le juge des référés. — Enlèvement du mobilier. — Etat descriptif détaillé notifié au nouveau propriétaire. — Meubles grevés du privilège du bailleur non payé. — Dispositions insuffisantes pour sauvegarder les droits dudit bailleur. — Articles 2076 et 2073 du Code civil. — Article 5 du décret du 1er septembre 1914. — Nécessité d'une autorisation expresse du bailleur impayé pour déplacer le mobilier formant son gage. — Tierce personne acceptée expressément par lui comme séquestre dudit mobilier. — Infirmation.

Bordeaux, 6 février 1918. — Gicquel. — Etat de guerre. — Action en justice. — Instances. — Exception de mobilisation. — Ouvrier d'usine. — Hommes en sursis d'appel. — Non-assimilation aux mobilisés

Paris, 21 février 1918. — Davène, Robin et Cie c. Delon ès qualité. — I. Société anonyme. — Apport d'un marché de travaux. — Ratification et acceptation par l'Assemblée générale. — Délibération non revêtue de toutes les signatures utiles. — Nullité de forme non opposable aux tiers. — II. Paiement des travaux en espèces et en actions à souscrire. — Lieu convenu pour le versement, en dépôt, du premier quart. — Convention licite. — Souscription faite après clôture de la liste des souscripteurs. — Assistance à une Assemblée au lieu et place d'un souscripteur réel. — Mandat verbal. — III. Nullité, prononcée ultérieurement, de la Société après une existence de fait non opposable aux créanciers sociaux ayant régulièrement traité.

Tribunaux civils. — Lyon, 8 avril 1916. — Bourgeon. — Bail. — Déclaration du locataire conforme aux prescriptions des décrets moratoires. — Contestation du bailleur. — Décision du juge de paix. — Moratorium accordé pour partie de la dette. — Appel du jugement et assignation en payement des loyers postérieurs. — Jugement rendu en dernier ressort. — Appel irrecevable. — Rejet en la forme du surplus de la demande. Réserve du fond du droit. — Compétence exclusive de la juridiction cantonale au point de vue moratorium. — Règle d'ordre public.

Le Mans, 24 mai 1916. — Société du Gaz du Mans, Vannes et Vendôme c. Charleau. — Concession de gaz. — Compteurs et appareils en location. — Absence de police. — Droit du concessionnaire de faire cesser la location à son gré moyennant préavis.

Pontoise, 7 décembre 1916. — Compagnie française d'Eclairage par le Gaz c. M. Amé. — Concession de gaz. — Hausse du charbon. — Relèvement du prix du gaz. — Avenant. — Abonné sans police. — Refus de payer. — Dénonciation du contrat. — Police exigée par le concessionnaire au prix majoré. — Condamnation de l'abonné.

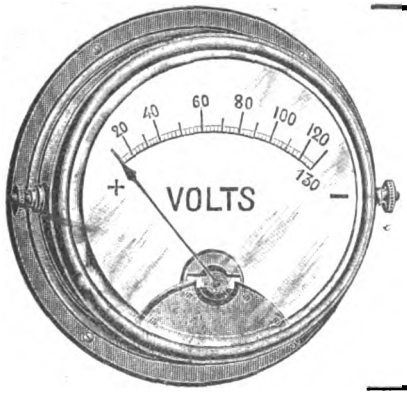
Pontoise, 5 avril 1917. — Société d'Eclairage, Chauffage et Force motrice c. Choiseau. — Concession de gaz. — Hausse des charbons. — Avenant relevant les prix. — Abonné. — Refus de paiement. — Comdamnation.

Compiègne (référé) 19 juin 1917. — Commelin c. ministre de la Guerre. — Concession de gaz. — Usines. — Occupation par des troupes manœuvrant devant l'ennemi. — Machines détérioriées et marchandises détruites. — Dommages de guerre. — Autorité judiciaire. — Incompétence.

Seine, 4 décembre 1917. — Coubé c. Société Prométhée. — Délais. — Dette échue avant la mobilisation. — Décret du 9 août 1914 (art. 3). — Exception de moratorium. — Rejet.

Le Havre, 18 février 1918. — Freulon c. Société l'Aiglon. — Louage de services. — Employé mobilisé.

Digitized by Google

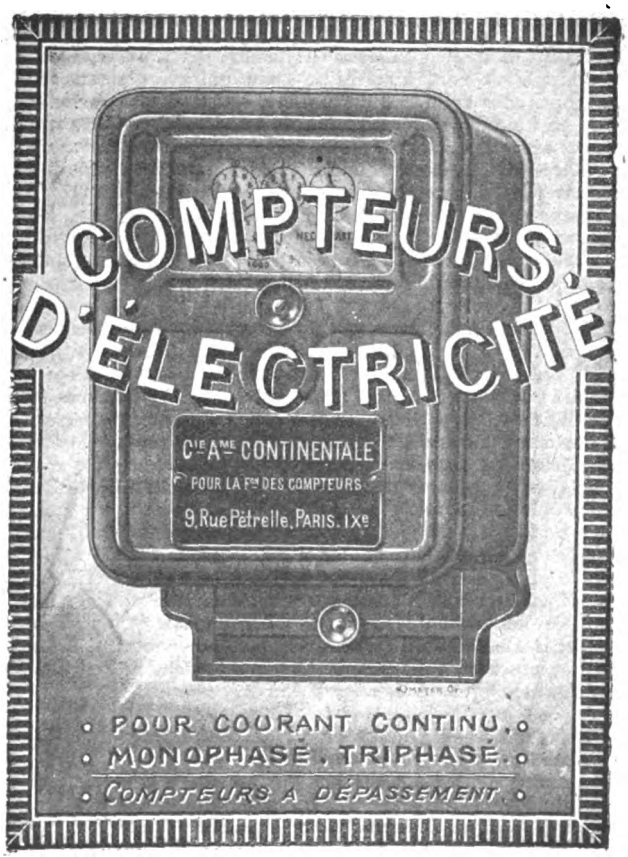


Maison fondée par L. DESRUELLES en 1881.

Ateliers GRAINDORGE (O. DUGAST DIRECTEUR)

4, RUE DU BORRÉGO, PARIS (20e Arrt). — Téléph. ROQUETTE 22-53

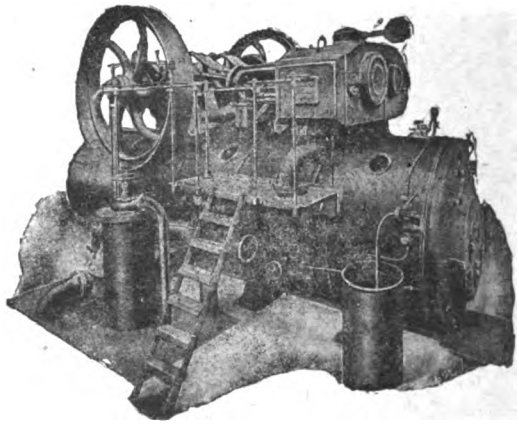
VOLTMÈTRES, AMPÈREMÈTRES, MILLIAMPÈREMÈTRES, INDUSTRIELS
pour Contrôle,
pour Tableaux,
pour la Poche,
pour Automobiles.



Société des Anciens Établissements

WEYHER & RICHEMOND

Société Anonyme. Capital 4.400.000 francs.
52, Route d'Aubervilliers, PANTIN (Seine).



Mi-fixe Compound à surchauffe.

La **force motrice** la plus **économique**, la plus **pratique**, jusqu'à 350 chevaux.

MI-FIXES toutes puissances.
Tous travaux MÉCANIQUE GÉNÉRALE.

MOTEURS ÉLECTRIQUES

COURANT ALTERNATIF
TRIPHASÉ — DIPHASÉ — MONOPHASÉ

NOUVEAU DISPOSITIF DE BAGUES A VENTILATION AUTOMATIQUE

Plus d'usure de charbons. — Plus de mise en court-circuit.
Plus de relevage des balais.

Construits en série par la "Cie UNIVERSEL ELECTRIC"

Téléphone : ROQUETTE 29-19

Établissements ROULLAND FRÈRES (A. & M.) (E. S. E.)
35, Rue de Bagnolet, PARIS (XXe)

Adr. télég. : UNILECTRIC PARIS

Digitized by Google

marcher en avant et en arrière, le moteur étant réversible. Le courant pour la commande des tambours est fourni par des accumulateurs placés sur un autre bateau spécial portant 115 éléments au chlorure contenus dans des caisses de bois de teck doublées de plomb. Chaque batterie donne environ 150 A pendant 7 heures, il y a deux de ces bateaux dont l'un est service pendant que l'autre a sa batterie en chargement. Ce bateau est attaché derrière le toueur et devant le convoi à remorquer. Le chargement se fait par une station électrique établie à Chaterley entre les deux extrémités du tunnel. Cette station comprend 2 moteurs Campbell à succion, de 70 ch chacun, et deux dynamos à courant continu donnant 45 kw à 300 v et 600 t : min. La puissance prévue était très forte, mais l'expérience a démontré qu'il ne faut guère que 10 unités par trajet simple, y compris les pertes par accumulateurs. Le touage permet de remorquer des trains de 30 bateaux chargés de 20 t chacun ; la durée du passage a été réduite de 90 à 50 min par rapport au halage par chevaux.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654.25. — L'état actuel de la radiotélégraphie à grande distance et le réseau transocéanique français; Léon Bouthillon. *Génie civil*, 3, 10 et 17 août 1918, t. LXXIII, p. 85, 101 et 127, 12000 mots, 54 fig. — L'auteur rappelle tout d'abord les caractéristiques essentielles des radiocommunications. Il fait un exposé sommaire de la technique actuelle de la radiotélégraphie à grande distance en insistant particulièrement sur l'emploi des tubes à trois électrodes. Il décrit les grands réseaux radiotélégraphiques actuels. Il étudie ensuite les principes généraux d'établissement d'une radiocommunication à grande distance et à grand rendement qu'on peut résumer comme il suit : chaque station doit consister en deux postes distincts pour la réception et la transmission, installés de telle sorte qu'ils puissent travailler simultanément avec le correspondant. Elle comporte, à l'émission, une antenne de grande hauteur et de grande capacité, alimentée par une puissance de plusieurs centaines de kilowatts. Elle doit posséder les machines et appareils de rechange nécessaires pour qu'un service absolument continu soit réalisable. L'auteur discute également les différents systèmes d'émission qu'on pourrait adopter et il termine en étudiant l'organisation d'un réseau transocéanique français et en montrant les avantages considérables qui en résulteraient pour notre pays.

654.5. — Transmission télégraphique par câbles sous-marins. *Bulletin des Ingénieurs civils*, avril-juin 1918, t. LXXI, p. 282. — L'inventeur J.-B. Discon emploie le sélénium pour amplifier les signaux reçus et fait agir une ou plusieurs sources indépendantes de rayons lumineux ; ces rayons sont concentrés sur les cellules de sélénium et réfléchis par un galvanomètre. On a constaté que la vitesse pratique de transmission croît avec l'intensité de l'éclairage. Les cellules de sélénium agissent sur un recorder à siphon ou un relais. Des essais sont en cours sur plusieurs câbles atlantiques ; avec 45 rayons lumineux distincts pris tous sur une lampe à tungstène de 500 bougies et concentrés sur un miroir de galvanomètre de 0,125 m de long et 9 mm de large. Ces rayons sont réfléchis de ce miroir à une distance de 1,85 m sur les cellules de sélénium. Avec cet appareil le taux normal de 200 lettres à la minute peut être porté à 400.

MATIÈRES PREMIÈRES

621.315.6. — Les matières plastiques dérivées de la condensation des phénols et des aldéhydes ; la bakelite et corps du même ordre; Albert Hulin. *La Nature*, 16 novembre 1918, n° 2 345, p. 152-155, 2 200 mots. — L'auteur donne d'abord l'historique des procédés employés par Léo Bakeland pour obtenir des matières plastiques par la condensation des phénols ou aldéhydes. La constitution chimique actuellement admise de ces composés est divisée en quatre stades : 1° le novolac ; 2° le résol ou bakelite A ; 3° le résitol ou bakelite B ; 4° le résite ou bakelite C. L'auteur, après avoir examiné la manière d'obtenir ces quatre matières, en cite les applications. En électricité la bakelite C vaut, comme diélectrique, la meilleure des gommes laques ; par sa résistance aux chocs, aux intempéries, à la chaleur, à la vapeur, il la surpasse beaucoup. La bakelite A, coulée dans l'enroulement d'un induit de dynamo ou d'une bobine de transformateur et chauffée sous contre-pression, formera un bloc devenu bakelite C et les moindres circonvolutions de cet enduit seront admirablement isolées. Un tel enduit sera recommandable pour les machines exposées aux chocs à la poussière et à la graisse, ainsi que dans les tramways. Le papier imprégné de la bakelite constitue le « micarta Pertinasse » qui remplace les lames de mica. Ce corps peut être moulé avec toutes les insertions en cuivre que l'on veut (pas de vis, pièces diverses), ce qui facilite son emploi. Le prix de revient est peu élevé et son aspect est agréable. Dès son apparition, la bakelite a été l'objet d'une communication très importante que l'on retrouvera dans « La Revue électrique », 15 août 1910, t. XIV, p. 112-113.

662.271 (42). — Production du tungstène en Angleterre. *Bulletin des Ingénieurs civils*, avril-juin 1918, t. LXXI, p. 286. — Dès le début de la guerre, une société s'était fondée et installée à Widness dans le Lancashire et, en juin 1915, elle produisait de la poudre de tungstène. La fabrication atteint 3 tonnes par vingt-quatre heures en moyenne. Dans un premier atelier, le minerai de wolfram est broyé, criblé et mélangé avec des cendres de soude. Un séparateur magnétique sépare le wolfram du minerai d'étain qui l'accompagne. Dans un second atelier, le mélange de minerai et de soude est grillé dans un four à réverbère et on fait bouillir le produit du grillage dans l'eau, ce qui donne une solution de tungstate de soude que l'on filtre. On la traite ensuite par l'acide chlorhydrique, ce qui permet d'obtenir l'acide tungstique en pâte. On sèche cette pâte, on la réduit en poudre et on la met dans des creusets avec de l'anthracite pulvérisé ; en chauffant fortement, on obtient la réduction de l'acide. Le métal est alors lavé et séché et emballé dans des caisses revêtues intérieurement d'étain. Le tungstène ainsi obtenu a une pureté moyenne de 98 1/2 pour 100, soit 1 pour 100 de plus que le tungstène de provenance allemande, on a même obtenu 99 pour 100. Cette pureté est précieuse pour la préparation de l'acier à coupe rapide, elle réduit l'usure des creusets. Pour obtenir ces bons résultats il faut une surveillance continue et de nombreux essais. Ceux-ci sont effectués dans un laboratoire spécial par des chimistes qui cherchent sans cesse à perfectionner les méthodes de production.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : H. Bertin.

Digitized by Google

UNIS CALOR FRANCE

CHAUFFAGE ELECTRIQUE

CALOR

DÉPOSÉ Nº 9171

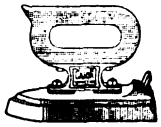
Société Anonyme au capital de 200 000 fr.

200, rue Boileau, LYON

Téléphone : *41-04*

FERS

FOURNEAUX



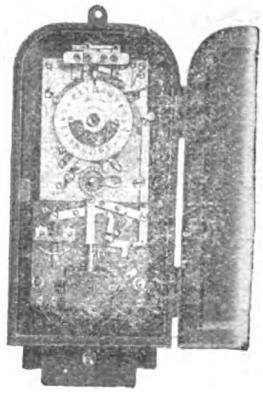
RADIATEURS

CHAUFFE-PIEDS

FABRIQUE D'APPAREILS ÉLECTRIQUES

Fr. SAUTER, Bâle

(SUISSE)



Fabrique comme spécialités :

Interrupteurs et commutateurs horaires pour compteurs à double tarif.

Interrupteurs et commutateurs horaires pour éclairage d'escaliers.

Minuteries pour éclairage d'escaliers.

Allumeurs-extincteurs automatiques pour moteurs, éclairage public, etc.

DYNAMOS-MOTEURS

TRANSFORMATEURS

FINK & JORAS

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

CABINES HAUTE TENSION & BASSE TENSION

TABLEAUX DE DISTRIBUTION

APPAREILLAGE — RHÉOSTATS — COFFRETS

RÉPARATIONS — TRANSFORMATIONS

Installations complètes d'USINES

Ateliers : 19, rue Édouard-Nieuport } SURESNES

Bureaux : 24, rue Pagès }

Téléphone **293**

Société "ÉLECTRO-CABLE"

Anciens Etablissements DEBAUGE ET Cie

(FILS ET CABLES ÉLECTRIQUES)

2, Rue de Penthièvre, 2, Paris

Téléphones : ELYSÉES 49-42 et 49-43

Fils et Câbles Électriques

USINE à PARIS

DÉPOTS à :

ALGER, BORDEAUX, LILLE,

LYON, MARSEILLE, NANCY, NICE,

ROUEN & TOULOUSE

Digitized by Google

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Siège social 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. Wagram 49-49 et 49-62.

Syndicats adhérents à l'Union : SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES. — SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — CHAMBRE SYNDICALE DES CONSTRUCTEURS DE GROS MATÉRIEL ÉLECTRIQUE. — CHAMBRE SYNDICALE DES FORCES HYDRAULIQUES, DE L'ÉLECTROMÉTALLURGIE, DE L'ÉLECTROCHIMIE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT. — SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ (USINES ÉLECTRIQUES DU). — SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DU NORD DE LA FRANCE. — CHAMBRE SYNDICALE DES ENTREPRENEURS ET CONSTRUCTEURS ÉLECTRICIENS.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ELECTRIQUES

Siège social : 9, rue d'Edimbourg, Paris (8e). — Téléphone : Wagram 07-59.

TREIZIÈME BULLETIN BI-MENSUEL DE 1918.

SOMMAIRE : Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 7 mai 1918, p. 85. — Service de placement, p. 87. — Bibliographie, p. 87.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 7 mai 1918.

Présidence de M. Marcel Meyer.

La séance est ouverte à 14 h. 15.

Sont présents :

M. Marcel Meyer, président ; MM. Grosselin et Larnaude (A.), vice-présidents ; MM. Legouez, Mayer-May, Sciama et Zetter, anciens présidents ; MM. Ancel, André, Aubert (Edmond), Berne, Bouchet, Boussard, Deramat, Eschwege, France (de), Guittard, Iung, Lévis et Schwarberg, membres de la Chambre ; M. Body, secrétaire du Syndicat.

Excusés : MM. Buffet, Devilaine, Michel (Charles), Mizery, Traz (de), Ville le Roulx (de la).

NÉCROLOGIE. — M. le Président fait part à la Chambre du décès de M. Drouard (Emile), membre de la première section. La Chambre s'associe aux condoléances qu'au nom du Syndicat M. le Président adresse à Mme Drouard ainsi qu'à MM. L. et A. Legendre, beaux-frères de notre regretté collègue.

M. le Président fait également part à la Chambre du déces de M. Bergerot (Gustave) qui, depuis le commencement de la guerre avait pris en main la direction de la maison de son fils, notre regretté collègue Bergerot (Albert), tué à l'ennemi. La Chambre s'associe aux condoléances qu'au nom du Syndicat M. le Président a adressées à sa famille.

REMERCIEMENTS. — M. le Président donne lecture à la Chambre d'une lettre par laquelle notre collègue M. **Le Las** (Maurice) remercie des sentiments de sympathie et d'encouragement que notre Syndicat lui a exprimés ainsi qu'à tout son personnel lors d'un récent événement.

ADMISSIONS. — La Chambre prononce les admissions suivantes :

1° A titre d'établissement adhérent : la **Société anonyme des usines d'Ornans**, constructions mécaniques et électriques qui, sur la présentation de MM. Rey et Delore, sera inscrite aux *première et sixième sections professionnelles* où elle sera représentée par M. **Jarre** (Léon) ;

2° A titre de membres actifs, délégués d'établissements :

a) M. **Roger** qui, sur sa demande et sur la présentation de M. Ducretet (Fernand), sera inscrit à la *quatrième section professionnelle* comme représentant de la maison Roger ;

b) MM. **Locquin** (André) et **Lefèvre** (Gustave), qui sur la demande des Établissements industriels Grammont, seront inscrits aux *première, deuxième et troisième sections professionnelles* ;

c) Sur la demande de la Compagnie générale de radiotélégraphie et sur la présentation de M. Tronchon, MM. **Magniez** (Henri) et **Petit** (Gaston) seront inscrits à la *première section professionnelle* et M. **Olry** (Paul) à la *quatrième section professionnelle* ;

d) MM. **Baqué** (Georges) et **Chéronnet** (Henri) qui, sur la demande de la Société anonyme des Porcelaines et Appareillages Grammont et sur la présentation de MM. Iung et Meyer-May, seront inscrits à la *quatrième section professionnelle* ;

Digitized by Google

e) M. **Gunther** (Louis) qui, sur la demande des Établissements Gallot et Cie et sur la présentation de MM. Brocq et Gallot, sera inscrit à la *quatrième section professionnelle*;

f) M. **Camillerapp** (Marcel) qui, sur la demande de la Manufacture des Lampes P. B., sera inscrit à la *deuxième section professionnelle*.

Démission. — M. le Président donne lecture à la Chambre d'une lettre par laquelle M. F. Ducretet l'informe que, sur l'avis des docteurs, il doit cesser tout travail actif, et qu'en conséquence, il se voit obligé de donner sa démission de membre de notre Syndicat.

Les membres de la Chambre, faisant droit à cette demande, chargent leur président d'exprimer à notre collègue, avec toute leur sympathie, l'espoir que le repos amènera bientôt la guérison des blessures qu'il a contractées au service de la science et de l'industrie dans l'étude et l'application des rayons X.

Marque syndicale. — M. le Président porte à la connaissance de la Chambre que la Commission de la marque syndicale vient de se réunir avant la séance de la Chambre en vue d'examiner deux nouvelles demandes d'admission à l'usage des marques.

Après examen, elle propose à la Chambre de les ratifier à la suite des soixante-sept demandes d'admission précédemment ratifiées.

Ces demandes qui seront inscrites sous les numéros suivants sont formulées par :

La Société anonyme des Usines d'Ornans, n° 68.

Les Ateliers de Constructions électriques de Delle, n° 69.

Conformément à l'avis de la Commission, la Chambre ratifie ces admissions.

Correspondance. — M. le Président donne lecture à la Chambre de la correspondance suivante :

1° D'une lettre qu'il a reçue de M. Edouard Parel, délégué des Constructions électriques Patay, l'informant de la constitution du Groupement des Constructeurs électriciens de Lyon et de la région lyonnaise.

La Chambre est heureuse d'apprendre que le programme de ce Groupement comporte l'adhésion à notre Syndicat, ce qui, ainsi que le mentionne M. Parel dans sa lettre, resserrera l'entente entre les industriels dont les intérêts sont communs.

2° Une lettre du ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts relative à la création de bibliothèque et musée de la guerre, institution ayant pour mission de centraliser tous les documents français et étrangers qui peuvent constituer la matière des études historiques de l'avenir.

3° Une lettre de l'Association nationale d'Expansion économique, nous adressant un exemplaire des statuts d'une nouvelle « Société France Expansion », Société nationale de renseignements commerciaux et d'action économique, qui a pour objet de fournir aux industriels, commerçants et agriculteurs des indications sur la solvabilité et l'honorabilité des personnes ou établissements avec lesquels ils sont en relations d'affaires, d'instituer un service d'études économiques et de documentation pratique, d'une façon générale d'organiser toutes opérations nécessaires pour faciliter l'action économique française, seconder les entreprises nationales et développer l'emploi de la publicité, notamment à l'étranger.

4° Une lettre de la « Caisse Foncière de Crédit pour l'amélioration du logement dans l'Industrie », qui vient de se créer à Paris, et nous envoie ses statuts.

M. le Président rappelle qu'à la suite des travaux faits par la Commission d'études instituée par l'Union des Industries métallurgiques et minières pour l'établissement d'un programme de lutte contre la tuberculose, l'Union avait pris l'initiative de provoquer la constitution, sur les bases indiquées par cette Commission, d'un organisme de crédit destiné à fournir à l'industrie le concours financier qui lui serait nécessaire pour améliorer le logement de son personnel.

C'est ce programme qui vient d'être réalisé par la création de la « Caisse Foncière de Crédit » dont le président est M. Gabriel Cordier. La Caisse se tient à la disposition de nos adhérents pour leur fournir tous renseignements pouvant les intéresser.

5° Une lettre du ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes (direction des affaires commerciales et industrielles deuxième bureau) accompagnée d'une note relative à la construction, en Espagne, de lignes électriques reliant les centres industriels de ce pays.

6° Une lettre de M. Legouez, accompagnée de documents relatifs :

a) A la formation, en Espagne, d'une sorte de Syndicat de revendeurs de matériel électrique dont le but serait de centraliser les achats de ce matériel au profit de la production allemande, et jouirait de certains privilèges spéciaux pour l'importation en Espagne des produits manufacturés, en vue, surtout, de leur réexportation dans l'Amérique du Sud.

b) Au rachat de l'A. E. G. par le gouvernement allemand.

7° Une lettre du ministère des Travaux publics et des Transports relative à la fixation du prix de vente du courant en fonction du prix du charbon dans les concessions de distribution d'énergie électrique.

8° Une lettre de la Chambre syndicale des Entrepreneurs et Constructeurs électriciens et une lettre de la Chambre syndicale de l'Eclairage et du Chauffage par le gaz et l'électricité relatives au concours qu'elles sont toutes disposées à nous donner pour la réalisation du vœu émis par les membres de la sixième section professionnelle, lors de leur réunion le 20 février 1918, et publié au procès-verbal de la séance du 5 mars 1918 (*R. G. E.* du 6 avril 1918, p. 48 du Bulletin).

9° Deux lettres communiquées par la Chambre de Commerce de Paris et relatives à des demandes de fournitures de lampes de poche, d'ampoules et de réchauds électriques.

10° Une lettre d'une fabrique suisse de lampes à

Digitized by Google

incandescence demandant des offres pour la fourniture de culots de lampes Edison (à vis).

Cette lettre, ainsi que celles de la Chambre de Commerce, déposées au secrétariat, sont tenues à la disposition des adhérents.

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT. — *Réorganisation de l'Union.* — Après avoir rappelé les explications que M. Sciama a eu l'occasion de fournir à la Chambre lors des précédentes réunions, explications consignées aux procès-verbaux des réunions de notre Chambre syndicale et publiés dans la « Revue générale de l'Electricité » (N° du 2 mars 1916, p. 35 du Bulletin, n° du 6 avril 1918, p. 46 du Bulletin et n° du 18 mai 1918, p. 69 du Bulletin), M. le Président indique que conformément à la décision prise par notre Chambre le 5 avril dernier, il s'est mis en rapport avec M. le Président de la Chambre syndicale de la Mécanique afin de régler d'un commun accord la ligne de conduite à tenir par nos délégués lors de l'Assemblée générale de l'Union. Cette assemblée générale qui s'est tenue le 18 avril dernier a définitivement adopté, après discussion de divers amendements, les nouveaux statuts dont un exemplaire est remis à chacun des membres présents.

Après en avoir pris connaissance et à la suite des nouvelles explications fournies par M. Sciama, la Chambre, en vertu des pouvoirs qui lui ont été conférés, décide l'adhésion du Syndicat aux nouveaux statuts de l'Union et charge son président de faire le nécessaire pour la réalisation de cette décision.

La Chambre demande à M. Sciama qui accepte de continuer à être le délégué spécial du Syndicat au sein de l'Union.

En conséquence, et conformément aux termes des statuts de l'Union, notre Syndicat y sera représenté par son président M. **Meyer** (Marcel) et par son délégué spécial M. **Sciama** (Gaston).

GROUPE DES INDUSTRIELS DE LA RÉGION PARISIENNE. — M. le Président fait part à la Chambre de la constitution définitive du « Groupe des Industriels de la Région parisienne » association syndicale qui a pour objet d'étudier et de solutionner en commun toutes les questions présentant un intérêt général pour les industriels de la région parisienne.

Après avoir rappelé les services appréciables rendus par ce groupement avant qu'il soit constitué légalement et indiqué ceux qu'il est en mesure de rendre maintenant, il conseille vivement à nos collègues parisiens de donner leur adhésion personnelle au groupe.

TRAVAUX DES SECTIONS ET COMMISSIONS. — M. le Président indique à la Chambre que les fabricants et consommateurs de charbons agglomérés pour l'électricité appartenant à la cinquième section se sont réunis en vue de répondre à une enquête provoquée par le Comité interministériel des constructions électriques, relativement aux importations des charbons agglomérés. A la suite d'une étude très approfondie de la question, une lettre a été adressée à M. le ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre en lui exposant dans tous ses détails la situation générale concernant les charbons agglomérés pour l'électricité.

RAPPORTS, PROJETS ET PROPOSITIONS DE LOIS. — M. le Président dépose, sur le bureau de la Chambre, les rapports, projets et propositions de lois parus depuis la dernière séance.

En raison de l'heure avancée, la Chambre décide de reporter la suite de l'ordre du jour.

La séance est levée à 15 h. 50.

Le Secrétaire, P. BODY. — *Le Président,* M. MEYER.

Service de placement

(de 9 h. à 11 h.).

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

Ne pouvant insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent, les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* **devront joindre un timbre pour la réponse.**

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons.
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2 000 v;
8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;
9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);

Digitized by Google

10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);

11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;

12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique ;

13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);

14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris;

15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges type);

16° *Arrêté technique du 21 mars* 1911 sur l'application de la loi du 15 juin 1906 ;

17° Renseignements relatifs à l'application de la loi du 5 avril 1910 sur les Retraites ouvrières et paysannes;

18° Renseignements relatifs au fonctionnement de la Caisse syndicale de Retraites, des Forges, de la Construction mécanique, des Industries électriques et de celles qui s'y rattachent.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ENERGIE ÉLECTRIQUE

(Anciennement SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ)

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris (8e). — Téléphone : Central 25-92.

TREIZIÈME BULLETIN BI-MENSUEL DE 1918.

SOMMAIRE : Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 27 mai 1918, p. 88. Bibliographie, p. 92. — Demandes d'emploi, p. LXXVII.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 27 mai 1918.

Présents: MM. F. Meyer, Brylinski, Eschwege, Bizet, présidents d'honneur ; Daniel Berthelot, président ; Baux, Javal, vice-présidents; Fontaine, secrétaire général ; Brachet, Legouez, Meunier, Nivard et Sée.

Absents excusés : MM. Cahen, vice-président ; Cordier, Mariage et Péridier.

CORRESPONDANCE. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale de la lettre de Mlle Hatzfeld, adressant ses remerciements à la Chambre syndicale pour la subvention qui a été accordée à l'Ecole d'Enseignement technique féminin, pour l'année scolaire 1918-1919.

M. le Président communique la lettre de M. Fonteilles qui lui a été transmise par M. Blondin, concernant des promesses de vente pour l'établissement de deux chutes sur l'Aveyron.

Copie de cette lettre sera adressée à M. le Président de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques.

LISTE DES NOUVEAUX ADHÉRENTS. — M. le Président fait part à la Chambre syndicale des propositions d'admissions.

ACCIDENTS CAUSÉS PAR LE BOMBARDEMENT. — M. le Président donne lecture d'une lettre de M. Sée, président de la onzième Commission de l'Union des Syndicats de l'Electricité, relative à cette question.

M. Sée rappelle que l'arrêt de la Cour de Cassation du 19 avril 1918 fait entrer dans les accidents du travail les accidents résultant du bombardement et survenus au cours du travail. Si la Compagnie d'assurances, à laquelle l'employeur est assuré pour les risques de la loi de 1898, n'a pas exclu explicitement le risque de guerre, l'employeur est couvert contre le nouveau risque. Si la Compagnie d'assurances a exclu le risque de guerre, il y a lieu de contracter une nouvelle assurance dont on aura à faire accepter le principe et à discuter le taux. Un projet de loi, tendant à étendre les opérations de la caisse nationale d'assurances à tous les accidents de la loi de 1898, a été déposé.

M. Sée signale l'intérêt de ce projet de loi qui permettrait aux industriels, en cas de refus, de continuer de la part des Compagnies d'assurances à la suite d'un accident, de couvrir par la caisse nationale les conséquences de ces nouveaux accidents et constituerait, dans le cas où les Compagnies d'assurances consentiraient à assurer ce nouveau risque, une concurrence favorable aux industriels.

CHAMBRE DE COMPENSATION DES FRETS CHARBONNIERS. — M. le Président informe la Chambre syndicale que le ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre a décidé de réaliser l'uniformisation des frets par région, Manche et Atlantique; l'assurance étant la même pour

Digitized by Google

les deux régions, le fret proprement dit étant différent entre ces deux régions. Les opérations de compensation nécessaires pour uniformiser le fret sont extrêmement complexes; elles doivent être faites par un organisme spécial : la Chambre de Compensation des Frets charbonniers, qui fonctionnera sous le contrôle de l'État et avec la garantie qui sera donnée, par lettre, par le ministre de l'Armement, de couvrir la Chambre de Compensation contre tous risques de pertes éventuelles.

Le ministre de l'Armement doit prendre un arrêté, fixant le taux de la taxation du fret, assurance comprise.

L'État ferait l'assurance moyennant le paiement d'une somme fixée par tonne. Pour les navires alliés, la question est réglée, elle est encore en suspens pour les navires des nations neutres, l'État étant en pourparlers avec les Compagnies d'assurances et les armateurs. Il est probable que le foyer domestique continuera à être détaxé, et que les usines d'électricité ne subiront aucunement les charges de cette détaxe, ainsi, d'ailleurs, que cela se passe actuellement.

La Chambre de Compensation serait constituée par une Société anonyme, à capital variable, dont les actionnaires seraient, en principe, des importateurs. L'Administration de cette Société sera assurée par des représentants des importateurs. Le Président de cette Société serait M. Delmas, ancien armateur à la Rochelle. Le Conseil d'Administration comprendrait, notamment, des représentants des industries électriques, des industries du gaz, etc.

Modifications aux cahiers des charges et aux polices d'abonnement depuis la guerre. — M. le Président communique à la Chambre syndicale le résumé des réponses reçues des membres du Syndicat à la circulaire du 23 avril 1918, concernant les modifications intervenues dans leurs cahiers des charges et dans leurs polices d'abonnement depuis la guerre.

Statistique des distributions d'énergie électrique. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale de la note circulaire adressée, le 1er mai 1918, par M. Mahieu, directeur des services de la voirie routière, à MM. les ingénieurs en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique, pour la mise à jour des tableaux statistiques, récapitulatifs, A et B institués par la circulaire du 15 avril 1912.

Inventaire des forces hydrauliques des cours d'eau faisant partie du domaine public. — M. le Président dépose sur le bureau l'inventaire des forces hydrauliques disponibles sur les cours d'eau faisant partie du domaine public, au 1er juillet 1917; cet inventaire a été établi en exécution des prescriptions de la circulaire ministérielle du 6 novembre 1916.

Caisse foncière de crédit pour l'amélioration du logement dans l'industrie. — M. le Président communique à la Chambre syndicale la lettre de la Caisse foncière de Crédit pour l'amélioration du logement dans l'industrie, du 29 avril 1918, la liste des membres du Conseil d'administration et les statuts.

Union des industries métallurgiques et minières. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale le rapport de M. G. Widmer sur les logements pour célibataires.

Syndicat professionnel de l'industrie du gaz. — M. le Président signale à la Chambre syndicale les circulaires reçues de ce Syndicat depuis la dernière séance.

Chambre de Commerce de Paris. — M. le Président indique que le numéro 82 du Bulletin d'informations de la Chambre de Commerce de Paris « Documents sur la guerre » a été adressé aux membres du Syndicat qui en ont fait la demande.

Comité électrotechnique français. — M. le Président signale à la Chambre syndicale le rapport du Comité électrotechnique français sur les essais sur l'aluminium.

Bibliographie. — M. le Président fait part à la Chambre syndicale que le « Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale » de mars-avril 1918, a publié une Revue de culture mécanique, par M. Max Ringelmann. Il dépose sur le bureau une brochure du Service des Produits métallurgiques du ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre, sur la centralisation, la répartition et la péréquation des fontes, sous le contrôle de l'Etat.

Communications diverses. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale des circulaires de l'« Exportateur français », du « Parti français » et de la « Ligue nationale » contre l'alcoolisme.

Documents officiels. — M. le Secrétaire général fait part à la Chambre syndicale des documents officiels, rapports, projets et propositions de lois parus depuis la dernière séance.

Cette liste sera publiée dans la « Revue générale de l'Electricité ».

Avis aux adhérents du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique.

Nous pouvons faire parvenir aux adhérents, contre remboursement de nos frais, en originaux ou en copies suivant nos ressources d'archives, ceux de ces documents qui les intéresseraient.

Partie législative. — *Chambre des députés.* — *Propositions de lois.* — Proposition de loi tendant à l'application aux colonies de la loi du 16 mars 1917 sur l'organisation du crédit au petit et au moyen commerce, à la

Digitized by Google

petite et à la moyenne industrie, présentée par M. René Boisneuf (29 janvier 1918) (n° 4251).

Proposition de loi concernant la vérification des compteurs à gaz, à eau et à électricité présentée par M. Louis Guichard (5 février 1918) (n° 4279).

Proposition de loi tendant à permettre au sous-traitant dont le marché est postérieur au 1er août 1914 de bénéficier des dispositions analogues à celles qui ont été prévues par la loi du 23 janvier 1918, présentée par M. Charles Leboucq (8 février 1918) (n° 4299).

Proposition de loi tendant à proroger le délai accordé par la loi du 31 juillet 1917, pour la déclaration des bénéfices commerciaux et industriels, présentée par M. J. Denais (19 mars 1918) (n° 4473).

Proposition de loi tendant à régulariser la situation des cotisants pour les retraites ouvrières et paysannes en retard dans leurs versements par suite de la guerre, présentée par M. L. Marin (7 mai 1918) (n° 4640).

Proposition de loi ayant pour but le développement des affaires françaises à l'étranger par la création d'une Société d'expansion commerciale, présentée par M. Jules Siegfried (7 mai 1918) (n° 4642).

Proposition de loi tendant à assurer la protection des petits commerçants et des petits industriels mobilisés, présentée par MM. Barthe et Levasseur (7 mai 1918) (n° 4644).

Proposition de loi portant établissement d'une taxe simple sur les paiements effectués à l'occasion de tous actes de commerce et de toutes transactions sur les produits de l'industrie et de l'agriculture et supprimant certains impôts qui entravent et gênent considérablement l'activité économique nationale, présentée par M. Bokanovski et plusieurs de ses collègues (14 mai 1918) (n° 4667).

Proposition de loi concernant l'emploi du pétrole et da l'essence et la circulation des automobiles (14 mai 1918) (n° 4625).

Propositions de résolutions. — Proposition de résolution tendant à exonérer de toute pénalité les employeurs qui auront effectué avant le 10 mars 1918 les déclarations prévues par la loi du 31 juillet 1917, présentée par M. Joseph Denais (26 février 1918) (n° 4361).

Proposition de résolution tendant à l'application de mesures destinées à assurer une distribution ininterrompue des charbons et à réaliser une économie de fret, présentée par M. Petitjean (26 février 1918) (n° 4369).

Rapports. — Rapport fait au nom de la Commission de la législation civile et criminelle chargée d'examiner la proposition de loi, adoptée par la Chambre des députés, adoptée avec modifications par le Sénat, relative à la suppression du registre des inscriptions en matière hypothécaire et modifiant les articles 2148, 2150, 2152, 2153 et 2108 du code civil par M. M. Viollette (31 janvier 1918) (n° 4267).

Rapport supplémentaire fait au nom de la Commission de la législation civile et criminelle chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des députés, adopté avec de nouvelles modifications par le Sénat, relatif aux modifications apportées aux baux à loyer par l'état de guerre, par M. E. Bender (6 février 1918) (n° 4287).

Rapport fait au nom de la Commission de la législation fiscale chargée d'examiner le projet de loi ayant pour objet le relèvement des tarifs de certaines taxes et le remaniement de divers impôts (art. 1er, majoration du taux de l'impôt général sur le revenu), par M. Vincent Auriol (7 mars 1918) (n° 4456).

Rapport fait au nom de la Commission de la législation fiscale chargée d'examiner le projet de loi ayant pour objet d'accroître, par des mesures fiscales, les produits de l'exploitation de divers services publics, de limiter les fraudes, de remanier divers impôts existants et d'instituer des impôts sur la dépense et une taxe annuelle sur les capitaux recueillis à titre gratuit, par M. Hennessy (21 mars 1918) (n° 4494).

Rapport fait au nom de la Commission de l'agriculture chargée d'examiner le projet de loi modifiant les lois des 2 janvier et 7 avril 1917 en ce qui concerne les encouragements à la culture mécanique, par M. J. Durand (21 mars 1918) (n° 4483).

Rapport fait au nom de la Commission de la législation fiscale chargée d'examiner le projet de loi ayant pour objet le relèvement des tarifs de certaines taxes et le remaniement de divers impôts (art. 5 à 12) (taxes de timbre et d'enregistrement), par Ernest Lafont (22 mars 1918) (n° 4516).

Rapport fait au nom de la Commission d'assurance et de prévoyance sociales chargée d'examiner le projet de loi étendant, en vue de l'application de la loi du 9 avril 1918, les opérations de la Caisse nationale d'assurances en cas d'accidents, par M. André Paisant (*Journal officiel*, 2 mai 1918).

Avis. — Avis présenté au nom de la Commission du budget sur la proposition de résolution de M. E. Barthe tendant à relever de 3 à 5 pour 100 l'intérêt de crédit dont sont passibles certains droits que la loi du 15 février 1875 autorise les contribuables à payer en obligations cautionnées ou en obligations d'admission temporaire, par M. A. Grodet (5 février 1918) (n° 4283).

Avis présenté au nom de la Commission du budget sur le projet de loi ayant pour objet d'autoriser le relèvement temporaire des tarifs sur les grands réseaux de chemins de fer d'intérêt général, par M. L. Marin (21 mars 1918) (n° 4488).

Avis présenté au nom de la Commission du budget sur le projet de loi modifiant les lois des 2 janvier et 7 avril 1917 en ce qui concerne les encouragements à la culture mécanique, par M. Dariac (22 mars 1918) (n° 4521).

Annexe au Rapport supplémentaire fait au nom de la Commission du budget chargée d'examiner le projet de loi portant fixation du budget ordinaire des services civils de l'exercice 1918, et de donner un avis : 1° sur le projet de loi ayant pour objet le relèvement des tarifs de certaines taxes et le remaniement de divers impôts ; 2° sur le projet de loi ayant pour objet d'accroître par des mesures fiscales les produits de l'exploitation de divers services publics, de limiter les fraudes,

Digitized by Google

de remanier divers impôts existants et d'instituer des impôts sur la dépense et une taxe annuelle sur les capitaux recueillis à titre gratuit (Loi de finances), par M. L. Marin (22 mars 1918) (n° 4518).

Partie contentieuse. — *Cour de Cassation.* — 18 avril 1918. — Veuve Dick c. Bonvarlet. — I. Instances. — Décret du 10 août 1914. — Décision définitive. — Caractères. — Voies de recours extraordinaires. — II. Accidents du travail. — Bombardements aériens. — Loi de 1898 applicable.

1er mai 1918. — Compagnie départementale d'énergie électrique c. Dumas. — Moratorium. — Prorogation des échéances. — Décret du 24 novembre 1914. — Créances à raison de ventes commerciales. — Décret du 27 octobre 1914. — Paiement de fournitures de marchandises. — Vente commerciale. — Sens de ces impressions. — Vente d'un fonds de commerce.

Cours d'Appel. — Nîmes (1re Ch.), 11 décembre 1916. — Société d'Eclairage électrique d'Alais c. Société Houillère du Nord d'Alais. — Concession d'énergie électrique. — Société houillère. — Production de courant électrique. — Installation d'une usine spéciale. — Vente de courant à une Compagnie d'éclairage. — Article 632 du Code de commerce. — Acte de commerce. — Compétence commerciale.

Paris, 26 octobre 1917. — Quinefault c. Société Castro frères, G. Lattès et Cie. — Société en commandite simple. — Paiement des intérêts dus aux associés différés. — Moratorium des sociétés. — Assemblée générale. — Résolution de différer le paiement d'intérêts compris statutairement dans les frais généraux. — Acte d'Administration. — Non-modification des statuts. — Majorité liant la minorité. — Décret du 29 août 1914 applicable à toutes les sociétés régies par la loi française. — Déclaration prescrite par l'article 3 du décret du 29 août 1914. — Sanction. — Non-forclusion, mais ouverture d'une action du créancier lésé.

Amiens, 27 décembre 1917. — Finzel (François) et Finzel (Louis) c. Cailliez et Lézier. — I. Jugement étranger. — Exequatur. — Droit de revision du tribunal français. — II. Avaries. — Clause F. O. B. — Livraison au moment de l'embarquement. — Prétendue mouille. — Vice apparent. — Absence de constatation. — Acheteurs non recevables à l'invoquer.

Paris, 10 janvier 1918. — Société Générale Immobilière c. demoiselle Athènes. — Bail à loyer. — Termes échus non payés. — Autorisation de déménager donnée au locataire débiteur de loyers par le juge des référés. — Enlèvement du mobilier. — Etat descriptif détaillé notifié au nouveau propriétaire. — Meubles grevés du privilège du bailleur non payé. — Dispositions insuffisantes pour sauvegarder les droits dudit bailleur. — Articles 2076 et 2073 du Code civil. — Article 5 du décret du 1er septembre 1914. — Nécessité d'une autorisation expresse du bailleur impayé pour déplacer le mobilier formant son gage. — Tierce personne acceptée expressément par lui comme séquestre dudit mobilier. — Infirmation.

Bordeaux, 6 février 1918. — Gicquel. — Etat de guerre. — Action en justice. — Instances. — Exception de mobilisation. — Ouvrier d'usine. — Hommes en sursis d'appel. — Non-assimilation aux mobilisés

Paris, 21 février 1918. — Davène, Robin et Cie c. Delon ès qualité. — I. Société anonyme. — Apport d'un marché de travaux. — Ratification et acceptation par l'Assemblée générale. — Délibération non revêtue de toutes les signatures utiles. — Nullité de forme non opposable aux tiers. — II. Paiement des travaux en espèces et en actions à souscrire. — Lieu convenu pour le versement, en dépôt, du premier quart. — Convention licite. — Souscription faite après clôture de la liste des souscripteurs. — Assistance à une Assemblée au lieu et place d'un souscripteur réel. — Mandat verbal. — III. Nullité, prononcée ultérieurement, de la Société après une existence de fait non opposable aux créanciers sociaux ayant régulièrement traité.

Tribunaux civils. — Lyon, 8 avril 1916. — Bourgeon. — Bail. — Déclaration du locataire conforme aux prescriptions des décrets moratoires. — Contestation du bailleur. — Décision du juge de paix. — Moratorium accordé pour partie de la dette. — Appel du jugement et assignation en payement des loyers postérieurs. — Jugement rendu en dernier ressort. — Appel irrecevable. — Rejet en la forme du surplus de la demande. Réserve du fond du droit. — Compétence exclusive de la juridiction cantonale au point de vue moratorium. — Règle d'ordre public.

Le Mans, 24 mai 1916. — Société du Gaz du Mans. Vannes et Vendôme c. Charleau. — Concession de gaz. — Compteurs et appareils en location. — Absence de police. — Droit du concessionnaire de faire cesser la location à son gré moyennant préavis.

Pontoise, 7 décembre 1916. — Compagnie française d'Eclairage par le Gaz c. M. Amé. — Concession de gaz. — Hausse du charbon. — Relèvement du prix du gaz. — Avenant. — Abonné sans police. — Refus de payer. — Dénonciation du contrat. — Police exigée par le concessionnaire au prix majoré. — Condamnation de l'abonné.

Pontoise, 5 avril 1917. — Société d'Eclairage, Chauffage et Force motrice c. Choiseau. — Concession de gaz. — Hausse des charbons. — Avenant relevant les prix. — Abonné. — Refus de paiement. — Comdamnation.

Compiègne (référé) 19 juin 1917. — Commelin c. ministre de la Guerre. — Concession de gaz. — Usines. — Occupation par des troupes manœuvrant devant l'ennemi. — Machines détérioriées et marchandises détruites. — Dommages de guerre. — Autorité judiciaire. — Incompétence.

Seine, 4 décembre 1917. — Coubé c. Société Prométhée. — Délais. — Dette échue avant la mobilisation. — Décret du 9 août 1914 (art. 3). — Exception de moratorium. — Rejet.

Le Havre, 18 février 1918. — Freulon c. Société l'Aiglon. — Louage de services. — Employé mobilisé.

Digitized by Google

— Mise en sursis. — Chef de service. — Refus de réintégration. — Indemnité due.

Seine, 8 mars 1918. — Société anonyme de l'Hôtel de la Méditerranée c. dame Bussat. — Conseil des Prud'hommes. — Loi du 27 mars 1907. — Article 26. — Bureau de conciliation et de jugement. — Présence personnelle. — Avocat ou avoué. — Représentation des parties. — Jugement par défaut. — Infirmation. — Jugement nul.

Seine, 25 mars 1918. — Bail à loyer. — Demande en paiement de loyers. — Loi du 9 mars 1918. — Incompétence du Tribunal civil pour connaître d'une telle demande. — Qualités des parties et conventions passées entre elles à l'occasion d'un bail à loyer. — Compétence du Tribunal. — Preneurs engagés solidairement. — Condamnation.

Versailles, 3 avril 1918. — Étranger. — Loi du 21 janvier 1918. — Contrat de société entre Français et sujet de puissance ennemie. — Résiliation. — Référé.

Tribunal de Commerce. — Seine, 13 novembre 1917. — Banque. — Coffre-fort. — Location. — Opposition.

Tribunal correctionnel. — Bordeaux, 1er février 1918. — Contrefaçon. — Provocation à la commettre. — Absence de caractères frauduleux entachant la recevabilité de la poursuite et d'agissements déloyaux. — Rejet de l'exception. — Dommages et intérêts. — Condamnation.

Justice de paix. — Le Raincy, 20 novembre 1916. — Fusion des Gaz c. Rochut. — Concession de gaz. — Hausse des charbons. — Relèvement des prix par la ville. — Autre relèvement par le Conseil de préfecture. — Abonnés. — Obligation de payer.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907 ;

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1901 et 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail ;

3° Décrets portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898 ;

4° Circulaire ministérielle du 24 mai 1911, relative aux secours à donner aux personnes victimes d'un contact accidentel avec des conducteurs d'énergie électrique (affiche destinée à être apposée exclusivement à l'intérieur des usines et dans leurs dépendances) ;

5° Circulaire analogue à la précédente (affiche destinée à être apposée à l'extérieur des usines, à la porte des mairies, à l'intérieur des écoles et dans le voisinage des lignes à haute tension) ;

6° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray ;

7° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs ;

8° Rapport de la Commission des compteurs, présenté au nom de cette Commission par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903 ;

10° Modèle type de bulletin de commande de compteurs ;

11° Décret du 1er octobre 1913 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques ;

12° Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, et les principaux décrets, arrêtés et circulaires pour l'application de cette loi ;

13° Modèle de police d'abonnement ;

14° Calculs à fournir dans l'état de renseignements joint à une demande de traversée de voie ferrée par une canalisation électrique aérienne ;

15° Guide juridique et administratif des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et de ses annexes, par Ch. Sirey (2e édition) ;

16° Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines ;

17° Cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires destinés à supporter des tensions supérieures à 2 000 v ;

18° Communication de M. Zetter sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence ;

19° Cahier des charges type pour le cas de concession par communes ;

20° Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques de la première catégorie dans les immeubles et leurs dépendances ;

21° Instructions sur les premiers soins à donner aux victimes des accidents électriques (arrêté de M. le ministre du Travail du 9 octobre 1913).

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. NOLET.

Digitized by Google

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Siège social 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. Wagram 49-49 et 49-62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat professionnel des industries électriques. — Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique. — Chambre syndicale des constructeurs de gros matériel électrique. — Chambre syndicale des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent. — Syndicat professionnel de l'industeie du gaz (Usines électriques du). — Syndicat professionnel des industries électriques du nord de la France. — Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Quatorzième Bulletin bi-mensuel de 1918.

Sommaire : Réunion du 5 juin 1918, p. 93.

Réunion du 5 juin 1918.

Présents : MM. Gabriel Cordier, président ; de Courville, M. Meyer, vice-présidents ; Fontaine, secrétaire ; Beauvois-Devaux, trésorier ; Baux, Brachet, Brylinski, Cahen, Eschwege, Javal, Larnaude, Legouez, F. Meyer, R. Pinot, R. Sée, de Seynes.

Mobilisés : MM. Bellanger, A. Boutan, Cance, de la Ville le Roulx.

Excusés : MM. Bizet, Gall, Godinet, Grosselin, Hammer, Lépine, Sartiaux, Séjournet.

Adoption du procès-verbal de la séance du 1er mai 1918. — Le procès-verbal de la séance du 1er mai 1918 est adopté sans observation.

Circulaire ministérielle sur l'uniformisation des types de matériel et de courant employés par l'industrie électrique. — M. le Président fait connaître que les conclusions présentées par le Comité d'électricité au sujet de l'uniformisation des types de matériel et de courant employés par l'industrie électrique, ont été adoptées par M. le ministre des Travaux publics, qui vient de prendre une série de mesures portées à la connaissance des ingénieurs en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique par une circulaire du 27 avril 1918.

Travaux des commissions. — *Première Commission.* — M. F. Meyer signale la création à Cordoue d'une importante société électrique, créée au capital de 25 millions par un industriel français, qui pourra jouer dans la péninsule un rôle analogue à celui de l'A. E. G. en Allemagne. Les capitaux de cette nouvelle affaire sont en partie français et en partie espagnols, mais la prépondérance est acquise au capital français.

Quatrième Commission. — M. Legouez donne quelques renseignements sur la première séance de la Sous-Commission de l'aluminium qui s'est réunie le 17 mai dernier. Cette Sous-Commission, présidée par M. Legouez, avec M. Lafontaine comme secrétaire, comprend actuellement 20 membres, qui sont :

MM. Beaujard, Blondin, Boyoud, Brachet, Brylinski, Bunet, Cothias, Drouin, Dusaugey, Grosselin, Jarry, Larnaude, Level, de la Mathe, M. Meyer, Meyer-May, Paré, Risler, Ticier, Zetter.

Au cours de sa première réunion, la Commission a décidé de faire établir tout d'abord six rapports : l'un sur les canalisations aériennes et souterraines (M. Dusaugey) ; le second sur les canalisations intérieures (M. M. Meyer) ; le troisième sur le matériel téléphonique et télégraphique (M. Meyer-May) ; le quatrième sur le gros appareillage (M. Drouin) ; le cinquième sur le petit appareillage (M. Zetter) ; le sixième sur les bobinages des machines électriques (MM. Bunet et Lafontaine).

La prochaine réunion doit avoir lieu le 14 juin.

M. Dusaugey est en train de préparer une communication importante qui sera soumise à la Société des Electriciens et M. Legouez compte se mettre en rapport avec M. Cudebec, ingénieur américain, qui a eu l'occasion d'étudier et d'établir, aux Etats-Unis, des lignes de 120 000 v.

Sixième Commission. — En l'absence de M. Bizet, président de la sixième Commission, M. Brylinski donne quelques indications sur les travaux en cours. Il indique notamment que la sixième Commission propose à l'Union des Syndicats de l'Electricité : 1° de demander pour elle

Digitized by Google

l'autorisation d'effectuer, au laboratoire d'électricité, des essais sur la conductibilité calorifique des isolants ; 2° de lui accorder un crédit d'environ 500 fr pour ces essais; 3° de demander à la Chambre syndicale des Constructeurs de gros matériel électrique que ses adhérents veuillent bien mettre à sa disposition les matériaux et éléments nécessaires à l'exécution des essais.

Le Comité donne tous pouvoirs au Président de la sixième Commission pour mener à bien ces travaux et pour faire en son nom les démarches nécessaires.

M. Brylinski signale que la Commission a décidé de demander des garanties plus sévères contre les échauffements et qu'en ce qui concerne la limitation des voltages, elle n'a pris encore aucune décision.

Il ajoute que la sixième Commission étudiera les transformateurs lorsqu'elle aura terminé les questions relatives aux alternateurs.

Onzième Commission. — M. R. Sée signale un arrêt intéressant de la Cour de Cassation qui a cassé récemment un arrêt de la Cour d'Appel d'Amiens refusant d'admettre, au bénéfice de la loi de 1898, les ayants droit d'un ouvrier tué aux environs de Dunkerque par une bombe ennemie pendant qu'il exécutait son travail.

Cet arrêt va contre les déclarations multiples des ministres qui avaient affirmé que le risque de guerre n'étant pas un risque professionnel, la loi sur les accidents du travail ne lui est pas applicable.

En présence de ce fait nouveau, les représentants des grandes unions syndicales ont été d'avis de demander au Sénat, actuellement saisi du projet de loi sur la réparation des dommages causés aux victimes civiles de la guerre, de stipuler expressément que cet arrêt s'appliquera à tous les citoyens sans distinction, et en particulier à ceux qui sont victimes d'accidents au cours de leur travail.

M. Sée entretient ensuite le Comité de la question de la taxe sur les paiements et notamment de son application aux matières premières.

Douzième Commission. — M. Brylinski résume la séance de la douzième Commission qui a eu lieu le 11 mai et au cours de laquelle a été discuté un rapport de M. Iliovici sur la tarification.

Il ressort de ce travail que l'idée d'enregistrer l'énergie apparente n'est pas réalisable, mais qu'on peut, par contre, construire des compteurs enregistrant l'énergie réactive. Les gros abonnés, en particulier, peuvent avoir deux compteurs : l'un enregistrant l'énergie active, l'autre enregistrant l'énergie réactive.

Treizième Commission. — La treizième Commission n'a pas encore reçu le rapport qu'une Sous-Commission a été chargée d'établir sur des essais d'isolation des rails.

Le dépôt de ce rapport ne saurait tarder.

Quatorzième Commission. — La quatorzième Commission a ouvert une enquête auprès de tous les exploitants des réseaux électriques au sujet des phénomènes du vieillissement des isolateurs, qui ont pu être constatés.

De nombreuses réponses sont déjà parvenues.

DOCUMENTS OFFICIELS. — M. le Président dépose sur le bureau les documents officiels parus depuis la dernière séance du Comité.

RAPPORTS, PROJETS ET PROPOSITIONS DE LOIS. — M. le Président dépose sur le bureau les rapports, projets et propositions de lois parus depuis la dernière séance du Comité.

Personne ne demandant plus la parole, la séance est levée.

Le Secrétaire, J. TRIBOT-LASPIÈRE

Le Président, G. CORDIER.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ELECTRIQUES

Siège social : 9, rue d'Edimbourg, Paris (8e). — Téléphone : Wagram 07-59.

QUATORZIÈME BULLETIN BI-MENSUEL DE 1918.

SOMMAIRE : Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 4 juin 1918, p. 94. — Documents de l'Office national du Commerce extérieur, p. 96. — Service de placement, p. 96. — Bibliographie, p. 97.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 4 juin 1918.

Présidence de M. Marcel Meyer.

La séance est ouverte à 14 h. 30.

Sont présents : M. Marcel Meyer, président ; M. Larnaude (André), vice-président; MM. Legouez, Meyer-May, anciens présidents ; MM. André, Berne, Bouchet, Boussard, Deramat, Eschwege, Girardeau, Guittard, Iung, Legendre, Lévis, Schwarberg, Traz (de), membres de la Chambre ; M. Body, secrétaire.

Excusés : MM. Ancel, Cordier (F), Grosselin,

Digitized by Google

Michel (Charles), Mizery, Portevin, Rey et Zetter.

Le procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 5 avril 1918 est adopté.

Celui de la séance du 7 mai 1918 n'ayant pas encore été publié dans la « Revue générale de l'Électricité », son adoption sera soumise à la prochaine réunion de la Chambre syndicale.

Admissions. — La Chambre prononce les admissions suivantes :

1° Établissements adhérents :

a) L'**appareillage électrique Grivolas** est, sur sa demande, inscrit à la *cinquième section professionnelle* où il sera représenté par M. **Viallet** (Francisque).

b) La **Compagnie générale de radiotélégraphie** est, sur sa demande inscrite à la *première section professionnelle* où elle sera représentée par MM. **Magniez** (Henri) et **Petit** (Gaston).

2° A titre de membres actifs :

a) Sur la demande de la Société française des Téléphones système Berliner, M. **Parmentier** (Louis) sera inscrit à la *quatrième section professionnelle* comme représentant de cette société ;

b) Sur la demande de la Compagnie pour la fabrication des Compteurs et Matériel d'usines à gaz, et sur la présentation de MM. Michel (Ch.) et Brocq, M. **Grassot** (Émile), sera inscrit à la *quatrième section professionnelle* comme représentant de cette Compagnie.

c) Sur la demande des Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est et sur la présentation de MM. Legouez et Meyer (Marcel), M. **Claveleira** (Alphonse), sera inscrit à la *première section professionnelle* comme représentant de cet établissement.

Marque syndicale. — M. le Président porte à la connaissance de la Chambre que la Commission de la Marque syndicale vient de se réunir en vue d'examiner trois nouvelles demandes d'admission à l'usage des marques.

Après examen, elle propose à la Chambre de les ratifier à la suite des 69 demandes d'admissions précédemment ratifiées.

Ces demandes, qui seront inscrites sous les numéros suivants, sont formulées par :

M. **Dubois** (R), inscrit sous le numéro 70 ;

La Société **Electro-Câble** inscrite sous le numéro 71 ;

La **Compagnie de Fives-Lille** inscrite sous le numéro 72 ;

L'**Electro Matériel**, inscrit sous le numéro 73.

Conformément à l'avis de la Commission, la Chambre ratifie ces admissions.

Correspondance. — M. le Président donne lecture à la Chambre de la correspondance suivante :

1° Une lettre de M. Parel, délégué des Constructions électriques Patay au bureau de la Chambre syndicale lyonnaise, accusant réception à M. Marcel Meyer de la lettre, qu'au nom du Syndicat, il lui a adressée le 8 mai 1918, et confirmant en outre l'entretien que M. Patay et lui ont eu avec notre président relativement à la constitution du groupement des Constructeurs-électriciens de Lyon et de la région lyonnaise, groupement dont il est fait mention au procès-verbal de la séance du 7 mai 1918.

2° Une lettre de l'Union des Industries métallurgiques et minières nous communiquant un tarif des assurances contre les accidents du travail spécial aux faits de guerre et engageant à y souscrire ceux de nos adhérents qui désirent mettre leur responsabilité à couvert à ce sujet.

Après examen de la question, la Chambre décide de transmettre aux membres du Syndicat le tarif des primes et la lettre de l Union en émettant le vœu que l'Union agisse auprès des organismes d'assurance pour que les avenants correspondants à ce tarif spécial soient établis en toute équité.

3° Une lettre de l'Ecole d'enseignement technique féminin, 20, rue Pergolèse, à Paris, nous adressant le programme de son enseignement.

4° Une lettre par laquelle la Fédération nationale de l'Automobile, du Cycle, de l'Aéronautique et des Sports nous informe de sa constitution et nous indique la composition de son bureau pour l'exercice 1918.

5° Une lettre de Mme Vve E. Drouard nous informant qu'à la suite du décès de son mari, elle continue les affaires de la maison sous la firme « Mme Vve E. Drouard ».

6° Une lettre du Groupement économique des Industries françaises soumettant à notre approbation différentes demandes formulées au cours de son Assemblée générale le 24 avril 1918. La transmission aux pouvoirs publics de ces vœux relatifs à l'avenir de notre pays et à la vitalité de nos industries, a été confiée aux parlementaires présents à cette Assemblée avec mandat d'intervenir auprès du gouvernement en vue d'en obtenir la réalisation.

7° Une lettre du Comptoir d'Exportation des Produits métallurgiques nous adressant copie du procès-verbal de la séance tenue le 8 avril 1918 par la Commission des constructeurs électriciens, pour l'approvisionnement et la répartition des produits sidérurgiques.

8° Différentes lettres concernant des demandes de représentation tant en France qu'à l'étranger (Melbourne).

Union des Industries métallurgiques et minières et des Industries qui s'y rattachent. — Après avoir rappelé que, lors de sa dernière séance, la Chambre syndicale l'avait chargé de faire le nécessaire pour la réalisation de la décision qu'elle venait de prendre, de donner l'adhésion du Syndicat aux nouveaux statuts de l'Union, M. le Président donne lecture de la lettre qu'il a adressée le 18 mai 1918 à M. le Président de l'Union pour l'informer de cette décision.

M. le Président rappelle ensuite que l'examen d'une demande de fixation des salaires formulée par les dessinateurs de la métallurgie avait été confié à l'Union des Industries métallurgiques et minières (*R. G. E.*, n° du

Digitized by Google

6 avril 1918, p. 47, colonne 2 du Bulletin *Correspondance*), et que nous avons procédé auprès de nos adhérents à une enquête destinée à nous fournir les éléments de la réponse à l'Union ; nous avons reçu un assez grand nombre de renseignements, et M. le Président donne lecture de la lettre qu'il a adressée à M. le Président de l'Union afin de lui faire connaître le résultat de cette enquête de laquelle il ressort que le pourcentage de l'élévation des appointements consentis par nos adhérents depuis le début de la guerre aux dessinateurs qu'ils emploient, varie actuellement entre 35 et 80 pour 100.

Revision des tarifs de salaires. — L'Union des Industries métallurgiques et minières a reçu, en communication, du ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre un mémoire établi par la Fédération des ouvriers en métaux et similaires de France, mémoire demandant une revision générale des salaires sur la base d'une large augmentation, avec modification profonde des usages constants de nos industries.

M. le Président indique que le Groupe des Industriels de la région parisienne qui, dès le 30 mars 1918, avait adressé au ministre de l'Armement une lettre relative à cette revision vient, sur la demande de l'Union, de faire connaître au ministre son avis sur le mémoire établi par la Fédération des ouvriers en métaux.

Examen des modifications a apporter aux statuts du syndicat. — M. le Président expose à la Chambre qu'une revision des statuts et du règlement intérieur de notre Syndicat se trouve nécessitée par différentes causes, savoir :

1° Par l'adhésion de notre Syndicat aux nouveaux statuts de l'Union des Industries métallurgiques et minières qui impose des cotisations supplémentaires aux établissements inscrits aux six premières sections;

2° Par la réorganisation des sections professionnelles de manière à permettre l'étude et la défense des intérêts industriels et commerciaux de chacune des spécialités de notre industrie ;

3° Par la question soulevée à la Chambre relative à la nationalité des adhérents.

En conséquence, il demande à la Chambre de vouloir bien nommer une Commission qui sera chargée de procéder à l'étude de la revision des Statuts et du règlement intérieur.

Sur la proposition de son président, la Chambre décide que cette Commission sera composée du Bureau de la Chambre, des présidents de sections et des délégués constituant la Commission permanente de législation.

Cours d'apprentis. — M. le Président indique à la Chambre que les cours d'apprentis qui, pour des raisons spéciales, avaient dû être momentanément suspendus, viennent de reprendre le mercredi 22 mai dans les mêmes conditions qu'antérieurement.

Travaux des sections et commissions. — M. le Président expose à la Chambre qu'après avoir accepté de discuter devant le Comité permanent de conciliation et d'arbitrage de la Seine la demande d'établissement de tarifs de salaires formulée par le Syndicat ouvrier pour les ouvriers travaillant dans les fabriques d'accumulateurs de la région parisienne, les fabricants d'accumulateurs sont actuellement réunis afin d'examiner s'il y a lieu d'apporter une modification aux barèmes établis par le ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre.

M. le Président indique d'autre part que la Commission des salaires s'est réunie le 25 mai, sous la présidence de M. Zetter, afin d'examiner la demande formulée par la Fédération des ouvriers relativement à la fixation des indemnités de déplacement à payer par les industriels, aux ouvriers envoyés par eux pour exécuter certains travaux de réparation ou de montage.

Après discussion, la Commission des salaires a décidé que chacun des établissements adhérents représentés à la Commission ferait connaître, par lettre adressée à M. Zetter, la façon dont est appliquée chez lui l'attribution de l'indemnité de déplacement ainsi que le taux auquel elle est fixée.

Rapports, projets et propositions de lois. — M. le Président dépose sur le bureau les rapports, projets et propositions de lois parus depuis la dernière séance.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 16 h. 15.

Le Secrétaire, P. Body — *Le Président,* M. Meyer.

Documents de l'Office national du Commerce extérieur.

Nous signalons à nos adhérents les très intéressants renseignements concernant le commerce d'exportation que contiennent ces bulletins. Leur collection, annotée pour notre industrie et classée par pays, peut être consultée au Secrétariat.

Service de placement

(de 9 h. à 11 h.).

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

Ne pouvant insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent, les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h. à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* **devront joindre un timbre pour la réponse.**

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous

Digitized by Google

signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons.
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2 000 v;
8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;
9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);
11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;
12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique ;
13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);
14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris;
15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges type);
16° *Arrêté technique du 21 mars 1911* sur l'application de la loi du 15 juin 1906 ;
17° Renseignements relatifs à l'application de la loi du 5 avril 1910 sur les Retraites ouvrières et paysannes;
18° Renseignements relatifs au fonctionnement de la Caisse syndicale de Retraites, des Forges, de la Construction mécanique, des Industries électriques et de celles qui s'y rattachent.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ENERGIE ÉLECTRIQUE

(Anciennement SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ)

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris (8e). — Téléphone : Central 25-92.

QUATORZIÈME BULLETIN BI-MENSUEL DE 1918.

SOMMAIRE : Procès-verbal de la séance du Comité consultatif du 17 juin 1918, p. 97. — Bibliographie, p. 99.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité consultatif du lundi 17 juin 1918.

Présents : MM. Frénoy, président ; Doucerain ; Fontaine, secrétaire général.
Absents excusés : MM. Hussenot et Sirey.

AUGMENTATION DU PRIX COURANT. — Une Société adhérente expose que jusqu'à ce jour elle a continué son service sans augmentation de tarifs, mais que toutes les matières premières et la main-d'œuvre ont augmenté et que, lorsque la machine à vapeur marche sans condensation, le prix du kilowatt-heure arrive, avec le prix du charbon et des huiles, à dépasser de beaucoup le prix de vente, surtout pour la force motrice. La Société consultante désire savoir si elle peut demander aux clients et aux communes une augmentation forfaitaire par annuité.

Le Comité consulatif donne l'avis suivant :

La Société ne peut pas augmenter directement le prix du courant aux abonnés, parce qu'elle est obligée de fournir dans les conditions du cahier des charges. Elle peut demander à la commune concédante une modification de son traité de concession par augmentation des tarifs. Si la commune n'y consent pas, la Société devra porter la question devant le Conseil de Préfecture. C'est la procédure qui a été suivie par les Compagnies de Gaz en ce qui concerne la hausse du charbon. Le consommateur doit être desservi dans les termes du cahier des charges ; par suite, il faut demander une modification momentanée du cahier des charges dans des conditions propres à sauvegarder les intérêts du concessionnaire.

En ce qui concerne les augmentations de subventions que la Compagnie a demandées aux communes pour les installations qui n'étaient pas encore réalisées et

Digitized by Google

l'augmentation des tarifs pour les abonnés desservis par ces nouvelles concessions, la Compagnie est en règle, puisque les communes ont accepté ces augmentations et que leur délibération est actuellement soumise à l'approbation préfectorale.

Un membre actif du Syndicat demande si une Société qui a obtenu dans certaines communes une participation aux frais d'installation des lignes et postes dont l'exécution lui serait très onéreuse, par suite du prix élevé des matériaux et de la main-d'œuvre, peut se refuser à exécuter son marché, si les communes ne consentent pas à augmenter le chiffre de leur participation. La même Société demande si la loi Failliot peut s'appliquer aux Sociétés de distribution d'énergie électrique.

Le Comité consultatif donne l'avis ci-après :

La loi Failliot s'applique aux contrats commerciaux conclus avant la guerre et non pas aux concessions de services publics. Cela est dit tout au long dans le rapport au Sénat. Par conséquent, la loi du 21 janvier 1918 ne s'applique pas aux Sociétés de distribution d'énergie électrique qui sont en possession de concessions. La Société ne peut donc pas réclamer des municipalités la résiliation des contrats qui l'obligent à installer des lignes, à raison du prix élevé des matériaux et de la main-d'œuvre. D'ailleurs, la loi Failliot n'autorise qu'à résilier ou à suspendre les contrats ; elle n'autoriserait pas à demander des augmentations de prix ou, ici, une augmentation de la participation de la commune concédante aux dépenses.

Quant à l'augmentation des tarifs, (question qui a été tranchée par le Conseil d'État dans l'affaire de Bordeaux et qui peut être appliquée aux Sociétés d'Électricité comme aux Sociétés de Gaz) la Société consultante peut, en principe, demander aux communes, à titre d'imprévision, une augmentation des tarifs, mais elle ne doit pas appuyer sa demande sur le texte de la loi du 21 janvier 1918 qui est tout à fait étrangère à la question des augmentations de tarifs pour charges imprévues. Si la commune ne consent pas à accorder l'augmentation, la Société devra porter la question devant le Conseil de Préfecture.

Redevance pour occupation du domaine communal. — Une Compagnie électrique indique qu'elle est en désaccord avec un certain nombre de communes concédantes au sujet des redevances d'occupation du domaine communal. Ses traités ont été passés postérieurement à la loi du 15 juin 1906, mais antérieurement au décret du 17 octobre 1907 et a fortiori au décret du 17 mai 1908, relatifs au cahier des charges type. Ses traités sont absolument muets sur la question des redevances.

Le Comité consultatif donne l'avis ci-après :

Dans les conditions indiquées, la Compagnie n'a pas à payer les redevances, puisque ces redevances ne sont pas conventionnelles et que, d'autre part, celles qui sont indiquées par la loi du 15 juin 1906 n'étaient pas applicables tant que le décret de 1907 n'était pas intervenu. On pourrait se demander si, à l'époque où le décret est intervenu, les redevances ne sont pas devenues applicables. C'est une question qui pourrait être posée. Le Comité consultatif ne connaît pas d'espèces.

Traversée de voies publiques par des canalisations appartenant a un industriel pour desservir un autre industriel. — Une Société adhérente expose qu'un industriel de sa ville fournit du courant à une usine contiguë à la sienne. Ce courant est transmis sans traversée de voie publique. La seconde usine possède une annexe qui est reliée au bâtiment principal par des canalisations qui traversent des voies publiques et transportent une fraction de l'énergie provenant de la même source. La Société consultante, qui possède le monopole de la distribution de l'énergie électrique pour tous usages, demande si elle peut s'opposer au maintien desdites canalisations qui ont été établies sans son autorisation.

Le Comité consultatif donne l'avis suivant :

C'est une distribution par un tiers et non une fourniture directe par un industriel dans les dépendances de son usine. L'usinier reçoit déjà son courant d'un tiers qui peut le desservir, tant qu'il est dans l'îlot, mais ce tiers ne peut pas desservir ce qui n'est pas dans l'îlot. La Compagnie concessionnaire peut donc s'opposer à cette fourniture et demander à la commune, qui a autorisé la pose des canalisations, de les faire retirer, à peine de dommages-intérêts.

Contributions. — Un membre actif du Syndicat indique qu'il continue à recevoir les feuilles de contributions, patentes, portes et fenêtres, etc., pour l'usine dont il est propriétaire et qui a cessé de fonctionner depuis le 2 août 1914. Il demande si, à la fin de la guerre, il devra rembourser l'intégralité desdites sommes.

Le Comité consultatif répond comme suit :

Le patentable qui est inscrit au rôle comme exerçant sa profession au 1er janvier, doit payer la patente pour l'année entière, s'il exerçait effectivement sa profession au 1er janvier — bien qu'il ait été empêché de l'exercer depuis sa mobilisation — (Conseil d'État, 11 juillet 1871, Pétrin ; 15 avril 1872, Baraux, interruption de l'exercice d'une profession du fait de la guerre).

Mais le patentable qui avait cessé, en fait, d'exercer sa profession au cours de l'année où il a été mobilisé, ne doit pas être porté au rôle des patentes au 1er janvier suivant (Conseil d'État, 7 novembre 1873, Collas ; 18 juin 1872, Ponsot ; 2 novembre 1891, Genety ; 23 janvier 1872, Alberti).

Donc, il y aura lieu de demander décharge de la patente pour les années 1915 et suivantes.

Bénéfices de guerre. — Une Société adhérente expose qu'en 1904, elle avait acquis des moulins, des chutes d'eau et divers immeubles, qu'elle a cédés au début de 1918. Le prix de vente a été partagé entre les actionnaires. La Société demande si la prétention d'un

Digitized by Google

inspecteur de l'Enregistrement de percevoir la contribution extraordinaire des bénéfices de guerre sur le prix de vente restant aux actionnaires est fondée. La Compagnie prétend qu'elle a fait un acte civil et non un acte de commerce.

Le Comité consultatif donne l'avis ci-après :

Le caractère de l'opération n'est pas à considérer. Le produit de la vente a dû rentrer dans l'actif social et du moment qu'il y a, d'après le bilan, pendant la guerre, un bénéfice supérieur à celui d'avant-guerre, il y a un bénéfice qui est passible de l'impôt sur les bénéfices de guerre.

La loi du 1er juillet 1916 établit l'impôt sur les bénéfices de guerre sur la comparaison des bilans d'avant-guerre et de la période de guerre, tels qu'ils se comportent, et non sur le caractère des opérations dont les résultats entrent dans la composition de ces bilans. Or, le produit de la vente des biens doit figurer au bilan ; d'où, en principe, l'impôt est assis sur ce produit.

Accidents du travail causés par le bombardement. — Le Comité consultatif indique, en ce qui concerne les accidents causés aux ouvriers par le bombardement, pendant le travail, que les industriels sont couverts par les contrats en cours avec les Compagnies d'assurances et que la proposition par ces Compagnies de nouveaux contrats n'est pas justifiée, en droit ; au point de vue du droit strict, les Compagnies d'assurances n'ont pas à demander un avenant pour surprime.

Application de la loi du 31 décembre 1917. — Le Comité consultatif donne l'avis suivant :

On doit essayer de soutenir que, chaque fois qu'un commerçant achète des matières premières et des combustibles qui doivent entrer dans la composition, en tant que matières premières, ou dans la fabrication, en tant que combustibles, d'un produit, qui est revendu par ce commerçant à un consommateur qui paiera la taxe, on doit admettre que le commerçant n'a pas à acquitter la taxe sur le paiement de ces matières premières ou de ces combustibles.

La loi a voulu éviter que, lorsqu'un commerçant achetait un objet pour son commerce, c'est-à-dire *pour en faire commerce*, cet objet soit frappé plusieurs fois de la taxe. La loi a admis, en ce qui concerne un *produit* acheté par le commerçant *pour en faire commerce*, que le commerçant ne doit pas payer la taxe sur ce produit. La question se pose de savoir si la taxe doit être payée par lui pour l'achat de la matière première, qui n'est pas revendue directement, mais qui sert à la fabrication d'un produit qui sera ensuite revendu et qui paiera la taxe. L'administration prétend que la matière première, qui sert à la fabrication, n'est pas achetée pour en faire commerce ; si elle est achetée *pour les besoins du commerce*, elle n'est pas destinée *à être revendue*. On peut soutenir que la matière première est un élément d'un produit fabriqué qui va être consommé. Le jour où le consommateur paiera la taxe sur un produit ouvré, il paiera un prix qui dépendra de la valeur du produit ouvré, lequel sera fonction de la matière première, de la main-d'œuvre, des frais généraux, etc. ; par conséquent, on peut dire que le jour où le consommateur final, celui qui consomme l'objet, paiera la taxe sur le prix de cet objet, il paiera, en réalité, dans ce prix, la taxe sur tous les éléments qui ont été commercialement les éléments de fabrication de ce produit. L'esprit de la loi paraît donc être d'exonérer le commerçant du paiement de la taxe sur les achats de matières premières et de combustibles. La question des achats d'outillage est plus délicate. Il y a des parties de la discussion devant la Chambre qu'on a pu mettre en lumière. Le ministre, M. Klotz, a fait valoir que les matières premières ne devaient pas payer pour éviter la répercussion des prix.

Il ne faut pas uniquement s'attacher à dire : « Tout ce qui est acheté pour les besoins du commerce est exonéré », mais, d'autre part, on doit, en principe, considérer que tout ce qui entre, en réalité, dans le prix de revient d'une manière assez directe, notamment les matières premières et les combustibles, doit être exonéré.

Quant à la force motrice, on peut l'assimiler à du combustible.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907 ;

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1901 et 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail ;

3° Décrets portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898 ;

4° Circulaire ministérielle du 24 mai 1911, relative aux secours à donner aux personnes victimes d'un contact accidentel avec des conducteurs d'énergie électrique (affiche destinée à être apposée exclusivement à l'intérieur des usines et dans leurs dépendances) ;

5° Circulaire analogue à la précédente (affiche destinée à être apposée à l'extérieur des usines, à la porte des mairies, à l'intérieur des écoles et dans le voisinage des lignes à haute tension) ;

6° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray ;

7° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs ;

8° Rapport de la Commission des compteurs, présenté au nom de cette Commission par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903 ;

10° Modèle type de bulletin de commande de compteurs ;

11° Décret du 1er octobre 1913 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques ;

12° Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, et

Digitized by Google

les principaux décrets, arrêtés et circulaires pour l'application de cette loi ;

13° Modèle de police d'abonnement ;

14° Calculs à fournir dans l'état de renseignements joint à une demande de traversée de voie ferrée par une canalisation électrique aérienne ;

15° Guide juridique et administratif des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et de ses annexes, par Ch. Sirey (2e édition) ;

16° Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines ;

17° Cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires destinés à supporter des tensions supérieures à 2 000 v ;

18° Communication de M. Zetter sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence ;

19° Cahier des charges type pour le cas de concession par communes ;

20° Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques de la première catégorie dans les immeubles et leurs dépendances ;

21° Instructions sur les premiers soins à donner aux victimes des accidents électriques (arrêté de M. le ministre du Travail du 9 octobre 1913).

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. NOUET.

Digitized by Google

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Siège social 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. Wagram 49-49 et 49-62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat professionnel des industries électriques. — Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique. — Chambre syndicale des constructeurs de gros matériel électrique. — Chambre syndicale des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent. — Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du). — Syndicat professionnel des industries électriques du nord de la France. — Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ELECTRIQUES

Siège social : 9, rue d'Edimbourg, Paris (8e). — Téléphone : Wagram 07-59.

Quinzième Bulletin bi-mensuel de 1918.

Sommaire : Documents de l'Office national du Commerce extérieur, p. 101. — Service de placement, p. 101. Bibliographie, p. 101.

Documents de l'Office national du Commerce extérieur.

Nous signalons à nos adhérents les très intéressants renseignements concernant le commerce d'exportation que contiennent ces bulletins. Leur collection, annotée pour notre industrie et classée par pays, peut être consultée au Secrétariat.

Service de placement

(de 9 h. à 11 h.).

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

Ne pouvant insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent, les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* **devront joindre un timbre pour la réponse.**

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons.
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2 000 v;
8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;
9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);
11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;
12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique ;
13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);
14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris;
15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges type);
16° *Arrêté technique du 21 mars* 1911 sur l'application de la loi du 15 juin 1906 ;
17° Renseignements relatifs à l'application de la loi du 5 avril 1910 sur les Retraites ouvrières et paysannes;
18° Renseignements relatifs au fonctionnement de la Caisse syndicale de Retraites, des Forges, de la Construction mécanique, des Industries électriques et de celles qui s'y rattachent.

Digitized by Google

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ENERGIE ÉLECTRIQUE

(Anciennement SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ)

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris (8e). — Téléphone : Central 25-92.

QUINZIÈME BULLETIN BI-MENSUEL DE 1918.

SOMMAIRE : Procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 24 juin 1918, p. 102. — Liste des nouveaux adhérents, p. 104. — Bibliographie, p. 104.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 24 juin 1918.

Présents : MM. F. Meyer, Brylinski, présidents d'honneur; Daniel Berthelot, président; Baux, vice-président; Fontaine, secrétaire général; Legouez, Meunier et Nivard.

Absents excusés : MM. Eschwege, président d'honneur; Javal, vice-président; Gabriel Cordier, Mariage et Péridier.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

CITATION A L'ORDRE DU JOUR DE L'USINE ÉLECTRIQUE D'AMIENS. — M. le Président donne lecture de la lettre de M. Bizet, du 10 juin 1918, communiquant une lettre de M. le Ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre informant la Compagnie d'Électricité d'Amiens qu'il a décidé de porter à l'ordre du jour du personnel des usines de guerre le personnel dirigeant et ouvrier de cette Compagnie.

Le texte de cette citation qui a paru au « Bulletin des usines de Guerre » et a été reproduit dans la « Revue générale de l'Électricité » est ainsi conçu :

« Le ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre porte à la connaissance des Usines de Guerre la belle conduite du personnel dirigeant et ouvrier de la Compagnie d'Electricité d'Amiens :

« Sous l'énergique direction de M. Pasquier, directeur, et de M. Husson, ingénieur, a, avec le plus grand sang-froid, sous un bombardement violent, tant par obus que par torpilles et bombes d'avions, continué à assurer le service de la production et de la distribution d'énergie électrique pour les besoins militaires, publics et privés de la région d'Amiens.

« Un tué et un blessé dans le personnel. »

LISTE DES NOUVEAUX ADHÉRENTS. — M. le Président fait part à la Chambre syndicale des propositions d'admissions.

DIPLOME DE GUERRE. — M. le Président informe la Chambre syndicale qu'il s'occupe du choix d'une médaille qui serait décernée avec un diplôme, dans les conditions indiquées dans une précédente séance de la Chambre syndicale, au personnel des usines électriques situées près du front ou dans les régions envahies.

FIXATION DU PRIX DU CHARBON. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale d'une lettre de M. Rivoire-Vicat, président du Comité d'Electricité, en date du 11 juin 1918, signalant l'intérêt qu'il y a à fixer par trimestre le prix du charbon servant de base pour le prix du kilowatt-heure et de la réponse qu'il a adressée à M. Rivoire-Vicat, le 18 juin 1918, pour l'informer de l'accord de la Chambre syndicale à cet égard.

CHAMBRE DE COMPENSATION DES FRETS CHARBONNIERS. — M. le Président donne lecture de la lettre de M. Nobel, en date du 29 mai 1918, demandant à la Chambre syndicale de vouloir bien lui donner, par lettre, le mandat d'accepter les fonctions d'administrateur de la Chambre de compensation des frets charbonniers, en qualité de directeur de l'office des charbons.

M. le Président, par lettre du 10 juin 1918, a confirmé à M. Nobel le désir de la Chambre syndicale de lui voir accepter lesdites fonctions.

OFFICE DES CHARBONS. — M. le Président rend compte de la réunion de l'Office des charbons, du 13 juin 1918.

Dans cette réunion, M. Javal et M. Nobel ont donné quelques détails sur la décision prise par le ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre d'accorder aux usines d'électricité de la région parisienne une ristourne par tonne pour leur permettre de compenser, dans une certaine mesure, l'augmentation du prix du charbon qui va résulter du fait que ces usines ne reçoivent plus les charbons français dans la même proportion que l'année dernière. Cette décision est due, en majeure partie, aux efforts de M. Petsche.

Pour les stations centrales de province, celles qui consomment du charbon anglais reçoivent une prime provenant de la Caisse de compensation alimentée par le versement des usines recevant du charbon français.

M. Nivard fait remarquer qu'il y a intérêt à conserver les deux prix parce que certaines usines ont traité sur la base du prix des charbons anglais.

Digitized by Google

APPLICATION DE LA LOI DU 31 DÉCEMBRE 1917. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale de l'avis donné par le Comité consultatif, dans sa séance du 17 juin 1918, sur l'application de la loi du 31 décembre 1917.

M. Nivard rend compte de la réunion qui a eu lieu au ministère des Finances entre M. Klotz, ministre des Finances, M. Delille, directeur de l'Enregistrement, et les représentants des groupements industriels.

La manière de voir de l'administration de l'Enregistrement peut être résumée ainsi : ne considérer et ne dégrever que les matières premières qui se retrouvent sans dénaturation dans le produit fabriqué.

M. Pinot a fait observer au ministre que la loi du 31 décembre 1917 était difficile d'application et qu'il était nécessaire de trouver un critérium. Le critérium proposé par M. le député Denais, rapporteur de la loi du 31 décembre 1917, était celui de l'appropriation : lorsqu'un objet quelconque tombe dans le patrimoine d'une société ou d'une personne, il doit payer la taxe; ainsi l'outillage doit payer, mais toutes les matières premières ou le charbon qui entrent dans le prix de revient d'un produit revendu ne doivent pas payer.

Après une très longue discussion, la décision a été prise d'adjoindre à l'administration de l'Enregistrement, à titre consultatif, une commission de quatre membres choisis par les industriels et les commerçants désignés par leurs corporations pour interpréter la loi tant dans son mode d'application que dans son esprit.

L'administration de l'Enregistrement prétend faire payer la taxe sur le charbon, les huiles, l'outillage, etc.

La Chambre syndicale décide d'envoyer une circulaire aux adhérents pour leur donner, dans l'état actuel des choses, les conseils résultant de l'exposé de M. Nivard.

ACCIDENTS DU TRAVAIL CAUSÉS PAR LE BOMBARDEMENT. — M. le Président donne lecture de l'avis que le Comité consultatif a donné sur cette question dans sa dernière séance.

BRIS D'ISOLATEURS. — M. le Président communique à la Chambre syndicale la réponse de M. le Ministre des Travaux publics et des Transports, en date du 26 mai 1918, à la lettre qu'il lui avait adressée pour le saisir des plaintes des adhérents au sujet des bris d'isolateurs et de jets de fils de fer ou autres objets sur les lignes électriques de leurs exploitations.

Copie de cette lettre a été transmise aux membres actifs du Syndicat.

Plusieurs membres ont demandé que la Chambre syndicale intervienne auprès du Ministre de l'Instruction publique pour obtenir que les instituteurs avertissent les enfants des accidents qu'ils peuvent provoquer et des pénalités qu'ils encourent.

LOI RELATIVE AUX TRAITÉS DE GRÉ A GRÉ ET AUX ACHATS SANS MARCHÉ PASSÉS OU EFFECTUÉS PAR LES COMMUNES ET PAR LES ÉTABLISSEMENTS PUBLICS DE BIENFAISANCE. — M. le Président informe la Chambre syndicale que la loi relative aux traités de gré à gré et aux achats sans marché passés ou effectués par les communes et par les établissements publics de bienfaisance a été promulguée au « Journal officiel » du 19 juin 1918.

PROLONGATION DE CONCESSIONS. — M. le Président donne lecture à la Chambre syndicale de la lettre de M. Viette, du 27 mai 1918, demandant si la Chambre syndicale se préoccupe d'obtenir des pouvoirs publics le vote de dispositions légales accordant aux concessionnaires d'éclairage électrique un droit de prolongation de leurs traités de même ordre que celui donné aux locataires à bail.

PROJET DE LOI RELATIF AU RECENSEMENT INDUSTRIEL. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale le rapport présenté au nom de la Commission de législation commerciale et industrielle, par M. Legouez, et dont les conclusions ont été adoptées par la Chambre de Commerce de Paris dans sa séance du 22 mai 1918.

COMITÉ ÉLECTROTECHNIQUE FRANÇAIS. — M. le Président donne lecture de la lettre de M. Gabriel Cordier, en date du 15 juin 1918, indiquant qu'il a été désigné par la Chambre syndicale des Forces hydrauliques pour représenter cette Chambre au sein du Comité électrotechnique français. La Chambre syndicale nomme M. G. Roux, ingénieur conseil, comme délégué du Syndicat au Comité électrotechnique français en remplacement de M. Gabriel Cordier.

CIRCULAIRE ENVOYÉE AUX MEMBRES ACTIFS DEPUIS LA DERNIÈRE SÉANCE. — M. le Président rappelle que, depuis la dernière séance, la circulaire n° 11 transmettant une lettre de M. le Ministre des Travaux publics relative aux bris d'isolateurs, a été adressée aux membres actifs du Syndicat.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE. — La Chambre syndicale décide que l'assemblée générale ordinaire annuelle du Syndicat aura lieu fin septembre.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ. — M. le Président signale à la Chambre syndicale les circulaires reçues de ce Syndicat depuis la dernière séance.

ASSOCIATION NATIONALE D'EXPANSION ÉCONOMIQUE. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale des notes de la séance du Conseil d'administration de cette Association, du 4 juin 1918, relatives aux contributions indirectes, au droit de timbre et d'enregistrement et à l'impôt sur le revenu.

CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS. — M. le Président rappelle que le numéro 83 du Bulletin d'Information de la Chambre de Commerce de Paris, « Documents sur la

Digitized by Google

guerre », a été adressé aux membres du Syndicat qui en ont fait la demande.

BIBLIOGRAPHIE. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale le rapport présenté par M. Gabriel Hanra à la Section d'hygiène urbaine et rurale du Musée social sur l'énergie électrique au village et son application à l'agriculture, et le rapport de M. H. H. Stœk, à l'Université de l'Illinois, sur l'emmagasinage des charbons bitumineux.

DOCUMENTS OFFICIELS. — M. le Secrétaire général fait part à la Chambre syndicale des documents officiels et des documents parlementaires parus depuis la dernière séance.

Cette liste sera publiée dans la « Revue générale de l'Electricité ».

Liste des nouveaux adhérents au Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique.

Membres actifs :

COMPAGNIE D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE, usine électrique de Guran, Cierp (Haute-Garonne), présentée par MM. L. Melot et E. Fontaine.

M. JACQ (Eugène), docteur, propriétaire de l'usine de Guipavas (Finistère), présenté par MM. Muzellec et Bizet.

M. LORIEUX, station centrale électrique, rue Saint-Nicolas, Neauphle-le-Château (Seine-et-Oise), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

M. PEYVEL, usine électrique de Perrégaux (Algérie), présenté par MM. Fontaine et Javal.

SOCIÉTÉ ANONYME DES FORCES DE LA SELUNE, Le Vieux-Quesnoy, Avranches (Manche), présentée par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

SOCIÉTÉ D'ÉLECTRICITÉ DU LITTORAL NORMAND, avenue Dozulé, Cabourg (Calvados), présentée par MM. de Marchena et Foy.

STATION ÉLECTRIQUE DE MONCEY, Moncey (Doubs), présentée par MM. C. Vincent et Bouzereau.

MM. VEYRENC et Cie, usines de Lao-Kay et Dap-Cau à Dap-Cau (Tonkin), présentés par MM. Planté et Ricou.

Membres adhérents :

MM.

ACREMAN (Georges), directeur des Exploitations Gaz et Électricité de Lourdes, présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

BRETON (Raymond), ingénieur A. M. et E. S. E., usine de Vaugouin, La Rochelle-Pallice (Charente-Inférieure), présenté par MM. D. Berthelot et Rodier.

FAUCHER (Louis-Alexandre), chef de réseau, Compagnie d'Électricité industrielle, usine de Guran, Cierp (Haute-Garonne), présenté par MM. L. Melot et E. Fontaine.

FLUSIN (Georges), station électrique de Moncey (Doubs), présenté par MM. C. Vincent et Bouzereau.

FONTENAY (Henri), ingénieur, directeur de la Société anonyme des Forces motrices de la Diège, rue Pasteur, à Ussel (Corrèze), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

JACQ (Eugène), docteur, propriétaire, exploitant l'usine électrique de Guipavas (Finistère), présenté par MM. Muzellec et Bizet.

de JOYBERT (Raoul), directeur de la Société d'Électricité du littoral normand, avenue Dozulé, Cabourg (Calvados), présenté par MM. de Marchena et Foy.

LORIEUX, station centrale électrique, rue Saint-Nicolas, Neauphle-le-Château (Seine-et-Oise), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

PINSON (Emile), ingénieur des Arts et Manufactures, 54, rue La Boétie, Paris (VIIIe), présenté par MM. Azaria et Bizet.

VEYRENC (Albert), gérant statutaire de la Société Veyrenc et Cie, Dap-Cau (Tonkin), présenté par MM. Planté et Ricou.

Membres correspondants :

MM. LE RICHE (Henry), ancien propriétaire de l'usine électrique de Briouze, sous-lieutenant, compagnie E. L. 6 (service électrique), secteur postal 178, présenté par MM. P. Meunier et Hom.

MARCHEL (Edouard-Emile), ingénieur, Forges de Gueugnon (Saône-et-Loire), présenté par MM. Lacretelle et Rouyat.

PASQUALINI (Laurent), chef du service électrique des Forges de Gueugnon (Saône-et-Loire), présenté par MM. Lacretelle et Rouyat.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907 ;

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1901 et 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail ;

3° Décrets portant règlements d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898 ;

4° Circulaire ministérielle du 24 mai 1911, relative aux secours à donner aux personnes victimes d'un contact accidentel avec des conducteurs d'énergie électrique (affiche destinée à être apposée exclusivement à l'intérieur des usines et dans leurs dépendances) ;

5° Circulaire analogue à la précédente (affiche destinée à être apposée à l'extérieur des usines, à la porte des mairies, à l'intérieur des écoles et dans le voisinage des lignes à haute tension) ;

6° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray ;

7° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs ;

8° Rapport de la Commission des compteurs, présenté au nom de cette Commission par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903, etc.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J.-B. NOUET.

Digitized by Google

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. Wagram 49-49 et 49-62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat professionnel des industries électriques. — Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique. — Chambre syndicale des constructeurs de gros matériel électrique. — Chambre syndicale des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent. — Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du). — Syndicat professionnel des industries électriques du nord de la France. — Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ELECTRIQUES

Siège social : 9, rue d'Edimbourg, Paris (8e). — Téléphone : Wagram 07-59.

Seizième Bulletin bi-mensuel de 1918.

Sommaire : Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 2 juillet 1918, p. 105. Service de placement, p. 107.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 2 juillet 1918.

Présidence de M. André Larnaude, vice-président du Syndicat.

La séance est ouverte à 14 h. 15.

Sont présents : MM. Meyer-May, Mildé, Sciama et Zetter, anciens présidents; MM. Grosselin et Larnaude (André), vice-présidents; MM. Ancel, André, Aubert (Edmond), Boussard, Deramat, Eschwege, France (de), Guittard, Legendre, Lévis, Mizery, Rey, Schwarberg, Ville Le Roulx (de la), membres de la Chambre; M. Body, secrétaire du Syndicat.

Excusés : MM. Bouchet, Brandt, Michel (Charles).

En ouvrant la séance, M. André Larnaude expose à la Chambre que M. Marcel Meyer n'a pu, à son grand regret, présider cette réunion en raison de son état de santé qui l'a obligé à quitter Paris pour quelque temps.

La Chambre adresse à M. Marcel Meyer ses meilleures marques de sympathie et s'associe au vœu formulé par M. André Larnaude de voir notre président revenir bientôt parmi nous.

Procès-verbaux. — Le procès-verbal de la séance du 5 avril 1918 est adopté.

Par suite du retard apporté à leur impression les procès-verbaux des séances des 7 mai et 4 juin 1918 seront soumis à l'adoption de la Chambre lors de sa prochaine séance.

Admissions. — La Chambre prononce les admissions suivantes :

1° A titre d'établissement adhérent :

a) Sur la présentation de MM. Azaria et Boussard, la **Compagnie générale d'Entreprises électriques**, entreprises d'installations électriques, 20, rue du Laos, à Paris, qui sera inscrite à la *sixième section professionnelle* où elle sera représentée par M. Desmeure (Victor).

b) Sur la présentation de MM. Cotté et Gardy, l'**Appareillage électrique Genteur**, construction d'appareillage électrique, 122, avenue Philippe-Auguste, à Paris, qui sera inscrit à la *deuxième section professionnelle*.

Cette admission est prononcée sous réserve de la désignation du délégué chargé de représenter cet établissement à la deuxième section.

2° A titre de membre actif, délégué d'établissement :

M. **Isselin** (Ernest) qui, sur la demande des Etablissements industriels E.-C. Grammont et Alexandre Grammont, et sur la présentation de MM. Etienne et François Grammont, sera inscrit à la *troisième section professionnelle*.

Démission. — M. le Président donne lecture à la Chambre d'une lettre par laquelle la Société des Ateliers électriques de Saint-Ouen, inscrite à la *premiere section professionnelle*, demande de la considérer comme démissionnaire.

La Chambre charge son président d'intervenir auprès de cet établissement afin qu'il revienne sur sa décision.

Marque syndicale. — M. le Président porte à la connaissance de la Chambre que la Commission de la Marque syndicale vient de se réunir avant la séance de la Chambre en vue d'examiner une nouvelle demande d'admission à l'usage des Marques.

Après examen, elle propose à la Chambre de la rati-

Digitized by Google

fier à la suite des soixante-treize demandes d'admission précédemment ratifiées.

Cette demande, qui sera inscrite sous le numéro suivant, est formulée par la *Compagnie générale d'Entreprises électriques*, n° 74.

Conformément à l'avis de la Commission, la Chambre ratifie cette admission.

CORRESPONDANCE. — M. le Président donne lecture à la Chambre de la correspondance suivante :

1° Une lettre de la Compagnie Electro-Mécanique demandant si la création d'un organisme centralisateur ne pourrait pas être envisagée en vue d'assurer une répartition judicieuse des matières premières mises à la disposition de notre industrie.

M. le Président indique que copie de la lettre et de la note de la Compagnie Electro-Mécanique ont été adressées au président de la première section professionnelle.

2° Une lettre par laquelle M. le ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre nous fournit des renseignements sur l'activité économique déployée par les Allemands en Suisse et concernant éventuellement l'électrification des chemins de fer fédéraux, et nous signale le grand intérêt qui s'attacherait à la constitution d'un groupe d'établissements français en vue de contrecarrer les efforts éventuels des Allemands.

M. le Président indique que, par voie de circulaire, les adhérents intéressés de notre Syndicat ont été saisis de cette question.

3° Une lettre et une note de la Société française radio-électrique relative à la question des avenants proposés par les compagnies d'assurances pour l'extension éventuelle des conséquences de la loi du 9 avril 1898.

La Chambre décide d'adresser copie de la lettre et de la note de notre adhérent à l'Union des Industries métallurgiques et minières qui s'est occupée de cette question.

4° Une lettre de M. Houdart, président du Comité d'apprentissage, nous informant de l'organisation d'un concours-exposition des apprentis organisé par ce Comité, salle des Agriculteurs, 8, rue d'Athènes, et nous demandant de vouloir bien désigner un représentant de notre Chambre syndicale pour estimer et apprécier les travaux des apprentis.

M. Zetter, qui a bien voulu accepter cette nouvelle mission, indique qu'il a examiné avec le plus grand intérêt les travaux présentés par différentes écoles d'apprentissage :

L'École de Mécanique, 27, avenue de Choisy;

L'École de Mécanique, 35, avenue Emile-Zola;

L'École de Pré-apprentissage, 51 *bis*, rue des Epinettes;

La Société Electro-Mécanique (Le Bourget).

C'est avec le plus grand plaisir qu'il a constaté que des résultats très satisfaisants avaient été obtenus, et, à son avis, il estime qu'il y aurait le plus grand intérêt, non seulement à encourager ces efforts, mais encore à les intensifier, tous ces jeunes gens devant, à la fin des hostilités à un moment où la main-d'œuvre exercée sera si rare, nous procurer des ressources précieuses.

En terminant, il exprime le désir que les industriels adhérents à notre Syndicat, apportent dans la mesure de leurs moyens leur concours à l'œuvre si louable et si digne d'intérêt à laquelle s'adonne le Comité d'apprentissage.

Après avoir remercié M. Zetter de la communication très intéressante qu'il vient de faire, la Chambre charge son président d'écrire à M. Houdart pour lui demander sous quelle forme matérielle il envisagerait la collaboration de nos adhérents.

5° Une lettre de l'Office commercial français en Suisse nous envoyant copie d'une lettre d'une maison suisse, désireuse d'entrer en rapports avec des maisons françaises, fabriquant des appareils, indicateurs de contrôle, susceptibles de s'intéresser à la construction et de l'exploitation d'un nouvel appareil « Electro-Indicateur » breveté.

Lettre et documents sont tenus, au Secrétariat, à la disposition des adhérents que cette question pourrait intéresser.

6° Une lettre qui nous est communiquée par la Chambre de Commerce de Paris, et relative à une demande de représentation d'appareils électriques à Montevideo.

7° Une lettre qui nous est transmise par la « Revue générale de l'Electricité », d'un soldat belge prisonnier en Hollande, qui désirerait faire dans ce pays de la représentation pour le matériel électrique.

Cette lettre ainsi que la précédente sont déposées au Secrétariat du Syndicat.

REVISION DES BARÈMES DE SALAIRES DE LA RÉGION PARISIENNE. — M. le Président donne la parole à M. Zetter qui, en l'absence de M. Marcel Meyer, a assisté à la réunion du groupe des Industriels de la région parisienne.

M. Zetter expose que M. P. Richemond, président du groupe, ayant été convoqué d'urgence par M. le ministre de l'Armement pour recevoir communication des propositions des ouvriers au sujet de leur demande de modification du barème de salaires de la région parisienne, le Conseil du Groupe s'est réuni le 27 juin 1918 afin d'examiner les modifications demandées.

Puis, après avoir donné lecture des propositions présentées à cette réunion par M. Richemond, comme suite à un entretien qu'il a eu avec M. le colonel Weyl, M. Zetter indique qu'une seconde entrevue ayant eu lieu le 28 juillet entre M. Richemond et M. le colonel Weyl, le Groupe des Industriels de la région parisienne doit se réunir à nouveau le 3 courant afin d'examiner de nouvelles propositions.

M. le Président remercie M. Zetter de l'exposé qu'il vient de faire à la Chambre et rend hommage au dévouement inlassable dont il ne cesse de faire montre à l'égard du Syndicat.

COMITÉ DE LA CONSTRUCTION MÉCANIQUE. — M. le Président donne la parole à M. Sciama afin qu'il expose à la Chambre le but que se propose ce Comité.

Digitized by Google

M. Sciama indique que le 18 juin 1918 a eu lieu au siège de la Chambre syndicale de la Mécanique la réunion de l'Assemblée constitutive du Comité, réunion au cours de laquelle ont été approuvés ses statuts.

Il indique qu'il sera formé entre les Chambres syndicales adhérentes à ces statuts une union qui prendrait pour titre : *Comité de la construction mécanique, métallique et électrique.*

Cette nouvelle organisation complètement indépendante de l'Union des Industries métallurgiques et minières et qui groupe tout le domaine de la construction a pour but :

L'étude et la défense des intérêts économiques, techniques et commerciaux, communs aux industries représentées par les Chambres syndicales adhérentes ; la représentation commune de ces industries auprès des pouvoirs publics.

Fonctionnement du comité. — Par le fait même que l'objet propre du Comité doit s'exercer dans un domaine où une discipline étroite est indispensable pour aboutir à une véritable cohésion patronale, il a été jugé nécessaire d'établir, au sein même de ce Comité, une autorité centralisatrice susceptible de prendre des décisions rapides et d'imprimer des directives devant lesquelles toutes les Chambres syndicales adhérentes devront s'engager à se conformer dans l'intérêt commun.

Aussi, est-il prévu, dans les statuts, la création d'un Comité directeur, composé de six membres au moins et de quinze membres au plus, élu par l'Assemblée générale et secondé dans sa tâche par des commissions composées, pour chaque section, de personnalités compétentes prises dans les Chambres syndicales adhérentes, et même en dehors, et qui préparent les éléments de ses décisions.

Toutefois, la constitution de cette forte discipline n'exclura, en aucune façon, l'autonomie des Chambres syndicales, autonomie qui demeure à la base des statuts.

Les communications du Comité parviennent en effet aux adhérents par l'intermédiaire des Chambres syndicales, et ce n'est que sur leur demande qu'il est dérogé à ce principe.

Cotisations. — La réalisation du programme du Comité devant entraîner nécessairement des frais importants, il a été établi, afin de lui fournir les ressources indispensables, un système de cotisations basé sur le nombre d'employés et d'ouvriers qu'emploie chaque adhérent des Chambres syndicales, et dont le taux va croissant avec le nombre de ces employés et ouvriers.

En outre, les frais d'organisation et de fonctionnement du Comité étant considérables et pouvant s'accroître soudainement, il a paru nécessaire de stipuler au même article la possibilité d'établissement d'une cotisation annuelle exceptionnelle.

En terminant, M. Sciama fait ressortir la grande utilité pour les constructeurs de se grouper, et il conclut en déclarant que le Syndicat professionnel des Industries électriques doit donner son adhésion aux statuts du Comité de la mécanique.

Différentes observations sont présentées par plusieurs membres de la Chambre, et après discussion, la Chambre décide l'adhésion du Syndicat aux statuts du Comité de la mécanique, et charge son président de faire le nécessaire pour la réalisation de cette décision.

La Chambre demande à M. Sciama, qui accepte, d'être le délégué spécial du Syndicat au sein du Comité.

En conséquence, et conformément aux statuts du Comité, notre Syndicat y sera représenté par son président, M. Meyer (Marcel) et par son délégué spécial, M. Sciama (Gaston).

TRAVAUX DES SECTIONS. — M. le Président indique que, à l'issue de la réunion tenue le 4 juin 1918, au siège du Syndicat, par les fabricants d'accumulateurs, il a adressé les 14 et 27 juin 1918, à M. le ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre deux lettres dont il donne lecture à la Chambre, lettres par lesquelles il porte à la connaissance du ministre les primes que les fabricants d'accumulateurs affiliés à notre Syndicat et à la Chambre syndicale des Constructeurs de gros matériel électrique se déclarent prêts à accorder à certaines catégories de manœuvres spécialisés.

Ces primes spéciales qui ne s'appliquent qu'à certains travaux spéciaux et pendant l'exécution de ces travaux, s'ajoutent aux taux d'affûtage prévus dans le tarif général du ministère de l'Armement.

RAPPORTS, PROJETS ET PROPOSITIONS DE LOIS. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre les rapports, projets et propositions de lois parus depuis la dernière séance.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 16 heures.

Le Secrétaire, P. BODY — *Le Président de séance,* André LARNAUDE.

Service de placement

(de 9 h. à 11 h.).

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

Ne pouvant insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent, les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* **devront joindre un timbre pour la réponse.**

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Digitized by Google

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ENERGIE ÉLECTRIQUE

(Anciennement SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ)

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris (8e). — Téléphone : Central 25-92.

SEIZIÈME BULLETIN BI-MENSUEL DE 1918.

SOMMAIRE : Liste des nouveaux adhérents, p. 108. — Bibliographie, p. 108.

Liste des nouveaux adhérents au Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique.

Membres actifs :

M. LANÇON (Gustave), directeur concessionnaire de l'éclairage électrique régional, usine électrique Notre-Dame, Pertuis (Vaucluse), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

SOCIÉTÉ D'ÉLECTRICITÉ DE LA VALLÉE DU RHONE, Le Teil (Ardèche), présentée par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Membres adhérents :

MM.

BARSU (A.), administrateur délégué de la Société d'électricité de la vallée du Rhône, 28, rue de la République, Lyon, présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

LANÇON (Gustave), directeur concessionnaire de l'éclairage électrique régional, usine électrique Notre-Dame, Pertuis (Vaucluse), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Membres correspondants :

MM.

DILLY (Fernand), chef monteur ingénieur I. D. N, 1, rue Gabrielle, Paris (18e), présenté par MM. Chavanon et Bayle.

DUPONT (Georges-Henri), de la maison Dupont, Cuisnier et Cie, 21, rue du Midi, Le Mans (Sarthe), présenté par MM. J. Larose et E. Fontaine.

SARRIAU (Jean-René), ingénieur au Laboratoire central d'électricité, 4, rue Treilhard, Paris (8e), présenté par MM. Ch. David et A. Durand.

VIGON (Paul), élève ingénieur, 23, avenue de la Gare, Nice (Alpes-Maritimes), présenté par MM. E. Fontaine et Valenciennes.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907 ;

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1901 et 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail ;

3° Décrets portant règlements d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898 ;

4° Circulaire ministérielle du 24 mai 1911, relative aux secours à donner aux personnes victimes d'un contact accidentel avec des conducteurs d'énergie électrique (affiche destinée à être apposée exclusivement à l'intérieur des usines et dans leurs dépendances) ;

5° Circulaire analogue à la précédente (affiche destinée à être apposée à l'extérieur des usines, à la porte des mairies, à l'intérieur des écoles et dans le voisinage des lignes à haute tension) ;

6° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray ;

7° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs ;

8° Rapport de la Commission des compteurs, présenté au nom de cette Commission par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903, etc.

10° Modèle type de bulletin de commande de compteurs ;

11° Décret du 1er octobre 1913 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques ;

12° Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, et les principaux décrets, arrêtés et circulaires pour l'application de cette loi ;

13° Modèle de police d'abonnement ;

14° Calculs à fournir dans l'état de renseignements joint à une demande de traversée de voie ferrée par une canalisation électrique aérienne ;

15° Guide juridique et administratif des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et de ses annexes, par Ch. Sirey (2e édition) ;

16° Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines ;

17° Cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires destinés à supporter des tensions supérieures à 2 000 v ;

18° Communication de M. Zetter sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence ;

19° Cahier des charges type pour le cas de concession par communes ;

20° Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques de la première catégorie dans les immeubles et leurs dépendances ;

21° Instructions sur les premiers soins à donner aux victimes des accidents électriques (arrêté de M. le ministre du Travail du 9 octobre 1913).

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J.-B. NOUET.

Digitized by Google

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. Wagram 49-49 et 49-62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat professionnel des industries électriques. — Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique. — Chambre syndicale des constructeurs de gros matériel électrique. — Chambre syndicale des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent. — Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du). — Syndicat professionnel des industries électriques du nord de la France. — Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Dix-septième Bulletin bi-mensuel de 1918.

Sommaire : Réunion du 3 juillet 1918, p. 109 U.

Réunion du 3 juillet 1918.

Présidence de M. G. Cordier, président.

Sont présents : MM. G. Cordier, président, de Courville, vice-président, Beauvoix-Devaux, trésorier, Baux, Brachet, Brylinski, Eschwege, Larnaude, Legouez, Paré, Sée, Sailly, Sejournet.

Mobilisés : MM. Bellanger, Boutan, Cance, de la Ville le Roulx.

Excusés : MM. M. Meyer, vice-président, Fontaine, secrétaire, Bizet, Cahen, Gall, Grosselin, Hammer, Jung, Lépine, Giros, F. Meyer, Meyer-May, R. Pinot, Sartiaux, Zetter.

Adoption du procès-verbal de la séance du 5 juin 1918. — Le procès-verbal de la séance du 5 juin 1918 est adopté sans observation.

Subvention de 700 fr a l'École des sciences politiques. — M. le Président donne lecture d'une lettre qui lui a été adressée par M. Charles Laurent, président du Comité de patronage des cours spéciaux de l'Ecole des Sciences politiques, et qui demande à l'Union de bien vouloir accorder une subvention de 700 fr à l'Ecole en vue de lui permettre de continuer les cours faits par elle aux officiers réformés ou blessés de guerre.

Le Comité se déclare heureux d'accorder cette subvention à une œuvre dont l'expérience a fait ressortir la grande utilité et les excellents résultats.

A ce sujet, M. Legouez fait connaître que la Chambre de Commerce de Paris organisera, l'hiver prochain, à l'Ecole des hautes études commerciales, des cours du soir destinés à compléter l'éducation commerciale des grands blessés et des réformés qui étaient déjà dans l'industrie ou dans le commerce avant la guerre.

Le Comité s'associe à son Président pour remercier M. Legouez de sa communication et féliciter la Chambre de Commerce de son utile création.

Commission permanente de standardisation. — M. le Président fait connaître qu'un décret du 10 juin 1918 a créé au ministère du Commerce une Commission permanente qui a pour mission d'étudier toutes les mesures susceptibles d'assurer l'unification des types dans la construction mécanique et métallique.

Cette Commission comprend un représentant de la Société des Électriciens, mais non de l'Union des Syndicats de l'Électricité. Or l'objet de l'Union est de grouper en une même association les constructeurs et les exploitants dans le but d'assurer une continuité parfaite dans la construction et dans l'emploi des machines. L'Union a, en particulier, constitué depuis longtemps une Commission spéciale d'unification : il serait donc utile que la Commission permanente du ministère du Commerce comprît un représentant de l'Union, et M. le président est prié d'écrire dans ce sens à M. le ministre du Commerce.

Travaux des Commissions. — *Quatrième Commission.* — M. Legouez fait connaître qu'une lettre récemment reçue des États-Unis, de M. Kennelly, permet d'espérer une entente prochaine au sujet des températures. M. Kennelly demande qu'on tolère une différence de 5° dans l'erreur commise en mesurant les températures par le thermomètre et par les résistances.

Sous-Commission de l'aluminium. — M. Legouez donne également des indications sur les travaux poursuivis par la Sous-Commission de l'aluminium. Cette dernière a été amenée à constater que la métallurgie de l'aluminium est certainement plus avancée qu'on ne le pense généralement et il serait utile dorénavant que les producteurs veuillent bien donner les caractéristiques des différentes qualités de métal qu'ils sont susceptibles de fournir. En même temps, il y aura lieu de déterminer les conditions spéciales d'emploi de chaque qualité et de répandre autant que possible la connaissance des résultats favorables obtenus dans l'emploi du métal jusqu'à ce jour.

M. Dusaugey a été chargé de faire un rapport sur ces

Digitized by Google

deux points. M. Legouez signale également que M. Zetter a apporté à la dernière séance de la Sous-Commission une série d'objets de petit appareillage construits en aluminium qui présentent le plus vif intérêt.

Deux études communiquées en outre par M. Zetter à la Sous-Commission doivent être envoyées à tous les membres. La première de ces études concerne l'emploi de l'aluminium dans l'appareillage électrique, la seconde énumère les données électriques, chimiques et mécaniques qu'il y aurait lieu de connaître pour se guider dans l'extension de l'emploi du métal ou de ses alliages.

M. Dusaugey a d'autre part communiqué à la Sous-Commission son rapport sur les canalisations aériennes et souterraines.

M. Jarry a été chargé par la Sous-Commission de lui fournir les éléments permettant d'établir des cahiers des charges type.

La prochaine réunion de la Sous-Commission est fixée au 26 juillet.

Onzième Commission. — M. R. Sée, président, fait connaître à ses collègues qu'une audience a été accordée le 19 juin dernier par M. le ministre des Finances à une délégation d'industriels présentée par le Comité d'études fiscales. Il a été décidé qu'une entrevue aurait lieu prochainement entre le Directeur général de l'Enregistrement et quatre délégués des industriels pour déterminer exactement les détails d'application de la loi du 31 décembre 1917.

M. le Président informe ensuite le Conseil que M. R. Sée vient de reprendre volontairement du service dans l'armée et que, jusqu'à nouvel ordre, il ne pourra pas exercer ses fonctions de président. D'autre part, M. Kaeuffer, le seul vice-président de cette Commission, habite Lyon, et ne peut par conséquent lui consacrer le temps qu'exigent l'importance et le nombre des questions à l'étude. Dans ces conditions, il a paru à M. le Président qu'il était nécessaire que la onzième Commission compte un deuxième vice-président, et il propose au Comité, d'accord avec M. R. Sée et M. Kaeuffer, de nommer à cette vice-présidence M. Nivard.

Le Comité approuve les vues de M. le Président, et le prie de bien vouloir demander à M. Nivard d'accorder à la Commission tout son concours.

Douzième Commission. — M. Brylinski, président, indique que la douzième Commission a reconnu la possibilité pour les grands abonnés d'avoir deux compteurs : l'un mesurant l'énergie active, l'autre l'énergie réactive.

Les fabricants de compteurs sont prêts à livrer des compteurs à ceux qui le désireront.

Une note a été d'autre part rédigée par la Commission pour être mis à la disposition des abonnés et leur donner les indications nécessaires sur le déphasage et les moyens pratiques d'y remédier.

Cette note sera publiée dans la « Revue générale de l'Electricité » (1) et sera ensuite répandue autant que possible parmi le personnel des sociétés de distribution et dans le public des consommateurs.

Quatorzième Commission. — La quatorzième Commission doit tenir sa première réunion le 5 juillet prochain, mais M. Sailly veut bien faire connaître au Comité les principaux résultats obtenus par l'enquête ouverte au sujet du vieillissement des isolateurs.

Il ressort de cette enquête que les isolateurs construits en France sont excellents et que les accidents qu'on a pu relever semblent venir, non pas de l'isolateur lui-même, mais bien des scellements.

COMITÉ FRANCO-AMÉRICAIN. — M. le Secrétaire donne quelques indications sur le déjeuner qui a été offert à un certain nombre d'ingénieurs américains mobilisés à l'état major de l'armée américaine, par le Comité franco-américain.

DOCUMENTS OFFICIELS. — M. le Président dépose sur le bureau les documents officiels parus depuis la dernière séance du Comité.

RAPPORTS, PROJETS ET PROPOSITIONS DE LOIS. — M. le Président dépose sur le bureau les rapports, projets et propositions de lois parus depuis la dernière séance du Comité.

Personne ne demandant la parole, la séance est levée.

Le Secrétaire, J. TRIBOT-LASPIÈRE — *Le Président,* G. CORDIER.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ELECTRIQUES

Siège social : 9, rue d'Edimbourg, Paris (8e). — Téléphone : Wagram 07-59.

DIX-SEPTIÈME BULLETIN BI-MENSUEL DE 1918.

SOMMAIRE : Service de placement, p. 110 U.

Service de placement

(de 9 h. à 11 h.).

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

Ne pouvant insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent, les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les rensei-

(1) Cette note a été publiée dans le numéro du 20 juillet 1918, t. IV, p. 84.

Digitized by Google

gnements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* **devront joindre un timbre pour la réponse.**

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ENERGIE ÉLECTRIQUE

(Anciennement SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITE)

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris (8e). — Téléphone : Central 25-92.

DIX-SEPTIÈME BULLETIN BI-MENSUEL DE 1918

SOMMAIRE : Avis aux adhérents, p. 111 U.

Avis aux adhérents du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique.

Nous pouvons faire parvenir aux adhérents, contre remboursement de nos frais, en originaux ou en copies suivant nos ressources d'archives, ceux de ces documents qui les intéresseraient.

PARTIE LÉGISLATIVE. — *Documents officiels.* — *Lois.* — Loi du 12 juillet 1918 relative à la consommation du papier en temps de guerre (*Journal officiel*, 13 juillet 1918).

Loi du 20 juillet 1918 complétant les articles 14, 25, 26 de la loi du 3 juillet 1877, relativement aux dégâts et dommages commis aux propriétés par les troupes logées et cantonnées chez l'habitant et au règlement des indemnités de réquisition (*Journal officiel*, 22 juillet 1918).

Loi du 24 juillet 1918 relative aux contributions directes et aux taxes y assimilées de l'exercice 1919 (*Journal officiel*, 25 juillet 1918).

Décrets. — Décret du 6 juin 1918 autorisant et déclarant d'utilité publique des travaux de dérivation de l'Ain à Priay pour la mise en jeu d'une usine hydro-électrique (*Journal officiel*, 25 juin 1918).

Décret du 29 juin 1918 portant création de bureaux de chèques postaux (*Journal officiel*, 1er juillet 1918).

Décret du 17 juillet 1918 réglementant la circulation sur le territoire français (*Journal officiel*, 20 juillet 1918).

Décret du 18 juillet 1918 fixant le taux du tarif applicable en 1919 à la caisse nationale des retraites (section spéciale des retraites ouvrières et paysannes) (*Journal officiel*, 21 juillet 1918).

Décret du 20 juillet 1918 relatif au contre-timbrage des papiers timbrés et des timbres mobiles de dimension (*Journal officiel*, 24 juillet 1918).

Décret du 30 juillet 1918 maintenant un député, à titre de mission temporaire non rétribuée, dans les fonctions de commissaire aux transports maritimes et à la marine marchande (*Journal officiel*, 31 juillet 1918).

Arrêtés. — Arrêté du ministre des Travaux publics et des Transports, du 1er juillet 1918, relatif à l'assurance en matière de transports contre les pertes et avaries qui seraient la conséquence de l'état de guerre. (*Journal officiel*, 2 juillet 1918).

Arrêté du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 16 juillet 1918, modifiant l'arrêté du 4 mai 1918 fixant le taux maximum des primes d'assurances de bombardements (*Journal officiel*, 17 juillet 1918).

Arrêté du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 16 juillet 1918, complétant la liste des entreprises et assureurs étrangers avec lesquels ne peut être réalisée aucune opération de réassurance ou d'assurance directe en France et en Algérie par application de la loi du 15 février 1917 (*Journal officiel*, 17 juillet 1918).

Arrêté du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 16 juillet 1918, radiant des assureurs de la liste dressée par application de la loi du 15 février 1917, relative à la surveillance des opérations de réassurances et d'assurances directes en France et en Algérie (*Journal officiel*, 17 juillet 1918).

Arrêté du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 16 juillet 1918, autorisant des assureurs à pratiquer des assurances de bombardements (*Journal officiel*, 17 juillet 1918).

Listes. — Listes officielles n° 10 des maisons considérées comme ennemies ou comme jouant vis-à-vis de l'ennemi le rôle de personnes interposées (suppléments) (*Journal officiel*, des 1er et 26 juillet 1918).

Circulaires. — Circulaire interministérielle du 3 juillet 1918 relative aux comptes à tenir pour les récupérations de matériaux et de métaux et évacuation de matériel dans les régions victimes de l'invasion (*Journal officiel*, 4 juillet 1918).

Circulaire du 10 juillet 1918 relative à l'application de la loi du 9 mars 1918 sur les baux à loyer (*Journal officiel*, 11 juillet 1918).

Documents parlementaires. — *Sénat.* — *Projet de loi.* — Projet de loi, adopté par la Chambre des députés, portant approbation d'un arrangement conclu le 9 août 1910, entre la France et l'Italie, relatif à l'application des dispositions inscrites à l'article premier par B, de la convention signée à Rome, le 15 avril 1904, par la France et l'Italie et ayant notamment pour objet de faci-

Digitized by Google

liter aux nationaux des deux pays travaillant à l'étranger le bénéfice des assurances sociales (11 juin 1918) (n° 245).

Proposition de loi. — Proposition de loi ayant pour objet l'institution d'un comité central de culture mécanique et la création de stations expérimentales, présentée par M. Chauveau (20 juin 1918) (n° 251).

Rapport. — Rapport fait au nom de la Commission des Finances chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des députés, tendant à modifier et à compléter les dispositions de la loi du 5 août 1914 sur la prorogation des échéances des valeurs négociables en ce qui concerne l'exception de mobilisation, par M. G. Chastenet (7 mai 1918) (n° 198).

Chambre des députés. — Projet de loi. — Projet de loi concernant le relèvement des taxes des colis postaux (18 juin 1918) (n° 4753).

Propositions de lois. — Proposition de loi relative à l'abrogation de l'article 27 de la loi du 31 décembre 1917, instituant une taxe sur les objets de luxe et à son remplacement par une taxe spéciale sur le chiffre d'affaires, présentée par MM. Maurice Nibelle, Carré-Bonvalet et Auguste Celos (13 juin 1918) (n° 4730).

Proposition de loi, adoptée par le Sénat, ayant pour objet de modifier et compléter la loi du 17 mars 1909, relative à la vente et au nantissement des fonds de commerce (13 juin 1918) (n° 4729).

Proposition de loi ayant pour objet de décider que, par modification à l'article 4, paragraphe premier de la loi du 31 mars 1905 sur les accidents du travail, les frais médicaux et pharmaceutiques seront, dans tous les cas et quelle que soit l'incapacité occasionnée par l'accident, à la charge du chef d'entreprise, présentée par M. Pasqual et ses collègues (20 juin 1918) (n° 4761).

Proposition de loi tendant à modifier le tableau B de la loi du 22 mars 1918, portant désignation des marchandises, denrées, fournitures ou objets quelconques soumis à la taxe de 10 pour 100 établie par l'article 27 de la loi du 31 décembre 1917, présentée par MM. le duc de la Trémoille et Cazauvieilh (2 juillet 1918) (n° 4811).

Rapports. — Rapport fait au nom de la Commission du budget, chargée d'examiner le projet de loi concernant l'ouverture et l'annulation de crédits sur l'exercice 1917, par M. L. Marin (18 juin 1918) (n° 4739).

Rapport fait au nom de la Commission du budget chargée d'examiner le projet de loi portant ouverture sur l'exercice 1918 de crédits provisoires concernant les dépenses militaires et les dépenses exceptionnelles des services civils et applicables au troisième trimestre de 1918, par M. L. Marin (13 juin 1918) (n° 4740).

Rapport fait au nom de la Commission du budget chargée d'examiner le projet de loi portant ouverture de crédits additionnels aux crédits provisoires accordés au titre de budget ordinaire des services civils de l'exercice 1918, par M. L. Marin (13 juin 1918) (n° 4737).

Rapport supplémentaire fait au nom de la Commission du budget sur la demande de discussion immédiate et sur le fond de la proposition de M. Roche ayant pour objet d'étendre aux bons et obligations de la défense nationale dont les propriétaires sont dépossédés par suite de faits de guerre les lois et arrêtés ministériels protégeant, dans les mêmes circonstances, les valeurs mobilières et les titres de rente française, par M. Roche (13 juin 1918) (n° 4731).

PARTIE CONTENTIEUSE. — *Conseil d'État.* — 8 mars 1918. — Société d'Eclairage électrique de Bordeaux et du Midi. — Loi du 15 juin 1906. — Concessions antérieures. — Frais de contrôle.

Cour de cassation. — Chambre des requêtes, 22 juillet 1918. — Compagnie du Gaz de Beauvais contre la ville de Beauvais. — Loi du 15 juin 1906. — Concessions antérieures. — Frais de contrôle.

Cours d'appel. — Lyon, 27 octobre 1917. — Compagnie d'Assurances « L'Union » et le « Phénix espagnol » contre Chavignet. — 1° Guerre de 1914. — Délais suspendus. — Clauses de déchéance. — Décret du 10 août 1914, article 5. — Assurance contre les accidents. — Déclaration des sinistres. — Délai suspendu. — 2°, 3° et 4° Assurances terrestres. — Assurances contre les accidents. — Assurance collective et individuelle. — Police unique. — Interdiction d'assigner la Compagnie. — Interprétation. — Sens et portée. — Etendue des risques. — Enfants. — Belle-fille. — Bénéficiaire de l'assurance. — Accident survenu à la belle-fille du patron. — Indemnité. — Stipulation personnelle. — Stipulation par autrui.

Bordeaux, 26 mars 1918. — Chemin de fer. — Arrêté ministériel du 31 mars 1915. — Avaries. — Réclamations. — Délais. — Formes. — Ordre public. — Caractère strictement obligatoire.

Montpellier, 23 novembre 1917. — Compagnie des Chemins de fer du Midi contre de Berthezene. — Chemin de fer. — Arrêté du 31 mars 1915 (art. 7). — Avaries. — Délais pour réclamer une indemnité. — Caractère d'ordre public du décret. — Forclusion. — Réserves acceptées inopérantes.

Paris, 12 avril 1918. — Spéculation illicite. — Elément du délit. — Mauvaise foi nécessaire. — Moyens frauduleux.

Pau, 11 juin 1918. — Rozier contre le ministre de la Guerre. — Réquisitions militaires. — Automobile. — Accessoires non réglementaires. — Prise de possession irrégulière. — Demande d'indemnité. — Loi du 3 juillet 1877. — Incompétence de l'autorité militaire.

Tribunaux civils. — Bazas, 30 avril 1918. — Gallay contre Compagnie des Chemins de fer du Midi. — Chemins de fer. — Arrêté ministériel du 31 mars 1915. — Avaries. — Réclamations. — Ordre public. — Caractère strictement obligatoire.

Seine, 21 février 1917. — Véronne contre de la Rochefoucauld. — Bail à loyer. — Installation de familles nécessiteuses. — Scènes scandaleuses. — Trouble. — Expulsion. — Dommages-intérêts.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J.-B. NOGET.

Digitized by Google

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. Wagram 49-49 et 49-62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat professionnel des industries électriques. — Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique. — Chambre syndicale des constructeurs de gros matériel électrique. — Chambre syndicale des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent. — Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du). — Syndicat professionnel des industries électriques du nord de la France. — Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ELECTRIQUES

Siège social : 9, rue d'Edimbourg, Paris (8e). — Téléphone : Wagram 07-59.

Dix-huitième Bulletin bi-mensuel de 1918.

Sommaire : Service de placement, p. 113 U. — Bibliographie, p. 113 U.

Service de placement

(de 9 h. à 11 h.).

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

Ne pouvant insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent, les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* **devront joindre un timbre pour la réponse**.

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;

2° Les annuaires du Syndicat;

3° La collection complète des Bulletins;

4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;

5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons.

6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;

7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2 000 v;

8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);

10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);

11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;

12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique ;

13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);

14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris;

15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges type);

16° *Arrêté technique du 21 mars* 1911 sur l'application de la loi du 15 juin 1906 ;

17° Renseignements relatifs à l'application de la loi du 5 avril 1910 sur les Retraites ouvrières et paysannes;

18° Renseignements relatifs au fonctionnement de la Caisse syndicale de Retraites, des Forges, de la Construction mécanique, des Industries électriques et de celles qui s'y rattachent.

Digitized by Google

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ENERGIE ÉLECTRIQUE

(Anciennement SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ)

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris (8e). — Téléphone : Central 25-92.

DIX-HUITIÈME BULLETIN BI-MENSUEL DE 1918.

SOMMAIRE : Liste des nouveaux adhérents, p. 114 U. — Avis aux adhérents, p. 114 U. — Bibliographie, p. 116 U. Demandes d'emplois, p. LXXI.

Liste des nouveaux adhérents au Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique.

Membres actifs :

M. JUILLARD (Louis) Station électrique de Madame, Villeneuve-sur-Lot (Lot-et-Garonne), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

MM. Laurent IRIGOIN et Cie, Saint-Jean-Pied-de-Port (Basses-Pyrénées), présentés par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

SOCIÉTÉ DE DISTRIBUTIONS RÉGIONALES D'ÉNERGIE, 18, rue de l'Arcade, Paris (8e), présentée par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

SOCIÉTÉ DU GAZ DE ROCHEFORT, 66, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris (9e), présentée par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

SOCIÉTÉ GAZ ET EAUX, 66, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris (9e), présentée par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

STATION ÉLECTRIQUE DU RUDLIN, Fraize (Vosges), présentée par MM. A Joubert et Renoult.

USINE ÉLECTRIQUE DE BERTRY ET EXTENSIONS, 1, rue de l'Alboni, Paris (16e) présentée par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Membre adhérent :

M. PERNOT (Henri), ingénieur électricien, propriétaire directeur de la Station électrique du Rudlin, Fraize (Vosges), présenté par MM. A. Joubert et Renoult.

Membre correspondant :

M. CARRIER (Paul), Société électrique du Borne, La Roche-sur-Foron (Haute-Savoie), présenté par MM. Bouchage et Viard et la Société des Forces motrices du Haut-Grésivaudan.

Avis aux adhérents du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique.

Nous pouvons faire parvenir aux adhérents, contre remboursement de nos frais, en originaux ou en copies suivant nos ressources d'archives, ceux de ces documents qui les intéresseraient.

PARTIE LÉGISLATIVE. — *Documents officiels.* — *Loi du 15 juin 1906.* — *Circulaires.* — Circulaire du ministre des Travaux publics et des Transports, du 3 août 1918, concernant les tarifs d'énergie électrique prévus en fonction du prix du charbon, établi pour l'année précédente et l'intérêt à fixer ce prix par trimestre.

Circulaire de M. le ministre des Travaux publics et des Transports, du 17 août 1918, relative à l'assimilation des Services des armées alliées aux armées françaises.

Charbons. — Arrêtés. — Arrêté du ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre, du 13 août 1918, fixant les prix définitifs de vente maxima des charbons provenant de mines diverses (*Journal officiel*, 15 août 1918).

Rectificatifs du 13 août 1918 à divers arrêtés fixant les prix de vente maxima des charbons (*Journal officiel*, 15 août 1918).

Dommages de guerre. — Loi. — Loi du 31 juillet 1918 ayant pour objet de protéger les bons et obligations de la défense nationale dont les propriétaires sont dépossédés, soit par suite de faits de guerre, soit par tout autre événement (*Journal officiel*, 2 août 1918).

Reconstitution des régions libérées. — Décrets. — Décret du 20 août 1918 portant organisation de l'administration centrale en ce qui concerne le nombre des emplois et les traitements du personnel des services de reconstitution des régions libérées (*Journal officiel*, 23 août 1918).

Décret du 20 août 1918 portant organisation de l'administration centrale en ce qui concerne le recrutement, l'avancement et la discipline du personnel des services de reconstitution des régions libérées (*Journal officiel*, 23 août 1918).

Décret du 20 août 1918 nommant un directeur à l'Administration centrale du ministère du Blocus et des Régions libérées (*Journal officiel*, 27 août 1918).

Échéances des valeurs négociables. — Loi. — Loi du 26 juillet 1918 modifiant et complétant les dispositions de la loi du 5 août 1914 sur la prorogation des échéances des valeurs négociables en ce qui concerne l'exception de mobilisation (*Journal officiel*, 2 août 1918).

Assurances. — Décret. — Décret du 13 août 1918 relatif à la prorogation des contrats d'assurances, de capitalisation et d'épargne (*Journal officiel*, 21 août 1918).

Arrêté. — Arrêté du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 27 août 1918, autorisant un assureur à pratiquer des assurances de risques

Digitized by Google

de bombardement (*Journal officiel*, 29 août 1918).

Commerce avec les sujets des puissances ennemies. — Listes officielles. — Liste officielle n° 10 des maisons considérées comme ennemies ou comme jouant vis-à-vis de l'ennemi le rôle de personnes interposées (7e supplément) (*Journal officiel*, 9 août 1918).

Liste officielle n° 11 des maisons considérées comme ennemies ou comme jouant vis-à-vis de l'ennemi le rôle de personnes interposées (*Journal officiel*, 23 août 1918).

Loyers. — Décret. — Décret du 29 août 1918 fixant les conditions dans lesquelles l'application de la loi du 9 mars 1918 sur les baux à loyer sera faite aux citoyens sujets et ressortissants des pays étrangers qui seront admis à s'en prévaloir (*Journal officiel*, 31 août 1918).

Circulaire. — Circulaire du ministre de la Justice, du 30 août 1918, relative à l'application aux étrangers de la loi du 9 mars 1918 sur les baux à loyer (*Journal officiel*, 31 août 1918).

Ministères, administrations. — Décrets. — Décret du 20 août 1918 nommant un directeur à l'administration centrale du ministère du Blocus et des régions libérées (*Journal officiel*, 27 août 1918).

Décrets et arrêté du ministre des Travaux publics et des Transports du 21 août 1918 portant promotions et nominations dans le personnel des ingénieurs des Ponts et Chaussées (*Journal officiel*, 28 août 1918).

Arrêtés. — Arrêté du ministre des Travaux publics et des Transports, du 3 août 1918, fixant la composition des première et troisième sections du conseil supérieur des Ponts et Chaussées (*Journal officiel*, 7 août 1918).

Arrêté du ministre des Travaux publics et des Transports, du 6 août 1918, nommant un membre du Conseil supérieur des Travaux publics (*Journal officiel*, 7 août 1918).

Législation diverse. — Décrets. — Décret du 21 août 1918 créant un commissariat général aux essences et combustibles (*Journal officiel*, 23 août 1918).

Décret du 21 août 1918 chargeant un sénateur, à titre de mission temporaire non rétribuée, des fonctions de commissaire général aux essences et combustibles (*Journal officiel*, 23 août 1918).

Arrêté. — Arrêté du ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre, du 1er août 1918, relatif aux machines-outils et à l'outillage mécanique (*Journal officiel*, 3 août 1918).

Documents parlementaires. — Retraites ouvrières. — Chambre des députés. — Avis présenté au nom de la Commission du budget sur le projet de loi tendant à modifier les articles 10 (§ 5) et 36 (§ 6, 1°) de la loi du 5 avril 1910 modifiée, sur les retraites ouvrières et paysannes et l'article 4 (avant-dernier paragraphe) de la loi du 25 février 1914, modifiant la loi du 29 juin 1894 et créant une caisse autonome de retraite des ouvriers mineurs (art. 1er et 2 disjoints), par M. Landry (12 juillet 1918) (n° 4850).

Dommages de guerre. — Sénat. — Rapport fait au nom de la Commission des finances chargée d'examiner la proposition de loi, adoptée par la Chambre des députés, ayant pour objet de protéger les bons et obligations de la défense nationale dont les propriétaires sont dépossédés, soit par suite de faits de guerre, soit par tout autre événement, par M. Guillaume Chastenet. (16 juillet 1918) (n° 308).

Chambre des députés. — Projet de loi ayant pour objet de compléter la loi du 2 avril 1918 en vue de rendre provisoirement applicable aux dommages résultant des accidents visés par cette loi, la procédure de constatation et d'évaluation des dommages de guerre (2 juillet 1918) (n° 4812).

Contributions et impôts. — Chambre des députés. — Projet de loi relatif aux contributions directes et aux taxes y assimilées de l'exercice 1919 (9 juillet 1918) (n° 4827).

Proposition de loi ayant pour objet de modifier le taux de l'impôt sur le revenu établi par la loi du 29 juin 1918, présentée par M. Magniaudé (25 juillet 1918) (n° 4882).

Rapport fait au nom de la Commission du budget chargée d'examiner le projet de loi relatif aux contributions directes et aux taxes y assimilées de l'exercice 1919, par M. L. Marin (11 juillet 1918) (n° 4844).

Assurances. — Chambre des députés. — Rapport fait au nom de la Commission d'assurance et de prévoyance sociales chargée d'examiner le projet de loi relatif à l'assurance et la réassurance par l'Etat des risques de bombardements, par M. André Paisant (2 juillet 1918) (n° 4817).

Budgets, finances, chèques, etc. — Sénat. — Rapport fait au nom de la Commission des finances, chargée d'examiner le projet de loi adopté par la Chambre des députés, adopté avec modifications par le Sénat, modifié par la Chambre des députés, portant fixation du budget ordinaire des services civils de l'exercice 1918, par M. Milliès-Lacroix (28 juin 1918) (n° 286).

Chambre des députés. — Projet de loi tendant à autoriser le barrement et la domiciliation des bons de la Défense nationale (25 juin 1918) (n° 4780).

Projet de loi tendant à interdire l'émission des chèques sur toutes personnes autres que les banquiers, les agents de change, le caissier payeur central du Trésor public, les trésoriers payeurs généraux et les receveurs particuliers des finances (16 juillet 1918) (n° 4852).

Rapport supplémentaire fait au nom de la Commission du budget chargée d'examiner le projet de loi adopté par la Chambre des députés, adopté avec modifications par le Sénat, portant fixation du budget ordinaire des services civils de l'exercice 1918, par M. Louis Marin (25 juin 1918) (n° 4787).

Loyers. — Sénat. — Proposition de loi ayant pour objet la création d'une caisse mutuelle des loyers, présentée par M. G. Lhopiteau (9 juillet 1918) (n° 295).

Chambre des députés. — Projet de loi autorisant le gouvernement à proroger par décret les baux venant à échéance avant le 15 octobre 1918 et complétant les articles 44, 49 et 64 de la loi du 9 mars 1918 relative aux baux à loyer (2 juillet 1918) (n° 4807).

Rapport fait au nom de la Commission de la législation civile et criminelle chargée d'examiner le projet

Digitized by Google

de loi autorisant le gouvernement à proroger par décret les baux venant à échéance avant le 15 octobre 1918 et complétant les articles 44, 49 et 64 de la loi du 9 mars 1918 relative aux baux à loyer, par M. Emile Bender (5 juillet 1918) (n° 4820).

Réquisitions. — Chambre des députés. — Proposition de loi ayant pour but d'accorder un droit de reprise aux propriétaires d'objets réquisitionnés pendant la guerre, présentée par M. L. Deschamps (2 juillet 1918) (n° 4809).

Rapport fait au nom de la Commission du budget chargée d'examiner le projet de loi portant ouverture de crédits sur l'exercice 1918, en vue des opérations de réquisition civile prévues par la loi du 3 août 1917, par M. L. Dubois (28 juin 1918) (n° 4797).

Rapport fait au nom de la Commission de la législation civile et criminelle chargée d'examiner la proposition de loi de M. Louis Deschamps ayant pour but d'accorder un droit de reprise aux propriétaires d'objets réquisitionnés pendant la guerre, par M. Chavoix (24 juillet 1918) (n° 4876).

Culture mécanique. — Sénat. — Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des députés, modifiant les lois des 2 janvier et 7 avril 1917, en ce qui concerne les encouragements à la culture mécanique, par M. Chauveau (16 juillet 1918) (n° 305).

Législation diverse. — Chambre des députés. — Rapport fait au nom de la Commission de l'Administration générale, départementale et communale chargée d'examiner : 1° la proposition de loi de M. L. Bonnevay tendant à organiser l'autonomie administrative des départements ; 2° la proposition de loi de M. Jean Hennessy tendant à la décentralisation administrative et à la représentation des intérêts économiques par la suppression des départements la constitution des régions et l'élection d'assemblées régionales ; 3° la proposition de loi de M. Etienne Rognon et plusieurs de ses collègues, ayant pour objet la réorganisation administrative de la France ; 4° la proposition de résolution de M. E. Barthe concernant la réforme administrative ; 5° la proposition de loi de MM. Victor Peytral et Henri Roy ayant pour objet la réforme administrative, par M. Jean Hennessy (6 février 1918) (n° 4285).

Rapport fait au nom de la Commission de l'administration générale, départementale et communale chargée d'examiner le projet de loi adopté par la Chambre des députés, adopté avec modifications par le Sénat, relatif à la consommation du papier en temps de guerre, par M. Paul Meunier (10 juillet 1918) (n° 4837).

PARTIE CONTENTIEUSE. — *Conseil d'État.* — 17 mai 1918. — Ministre des Travaux publics. — I. Recours au Conseil d'État. — Conseil de préfecture. — Matières répressives. — Délai de deux mois. — Point de départ. — II. Moratorium judiciaire. — Matière répressive. — Contravention de grande voirie. — Non applicabilité.

Cour de cassation. — Chambre des requêtes, 3 juillet 1918. — Bail à loyer. — Bombardement d'une ville par pièces de gros calibre. — Résiliation demandée. — Possibilité de jouir des lieux loués. — Résiliation refusée.

Conseil de préfecture. — Conseil de préfecture d'Eure-et-Loir, 19 mars 1918. — Compagnie centrale d'éclairage et de chauffage par le gaz contre la ville de Chartres. — Demande d'indemnité à raison des charges extracontractuelles survenues depuis la guerre. — Expertise.

Cours d'appel. — Poitiers, 18 février 1918. — Réquisitions militaires. — Matériel de chemin de fer à voie étroite. — Valeur réelle et normale. — Détermination. — Prix commerciaux faussés. — Prix de revient. — Prix d'achat d'avant-guerre. — Offre de l'administration militaire. — Validation.

Paris, 30 avril 1917. — Accident du travail. — Ouvrier mobilisé, affecté à une usine privée. — Direction et surveillance de l'industriel. — Contrat de travail ordinaire entre patron et ouvrier. — Loi du 9 avril 1898 applicable.

Bordeaux, 9 janvier 1918. — Sieur Fort contre Compagnie d'assurances « La Mutuelle ». — Accident du travail. — Enfant mineur. — Ascendants. — Père mobilisé. — Mère employée dans une usine. — Allocation.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907 ;

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1901 et 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail ;

3° Décrets portant règlements d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898 ;

4° Circulaire ministérielle du 24 mai 1911, relative aux secours à donner aux personnes victimes d'un contact accidentel avec des conducteurs d'énergie électrique (affiche destinée à être apposée exclusivement à l'intérieur des usines et dans leurs dépendances) ;

5° Circulaire analogue à la précédente (affiche destinée à être apposée à l'extérieur des usines, à la porte des mairies, à l'intérieur des écoles et dans le voisinage des lignes à haute tension) ;

6° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray ;

7° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs ;

8° Rapport de la Commission des compteurs, présenté au nom de cette Commission par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903, etc.

10° Modèle type de bulletin de commande de compteurs ;

11° Décret du 1er octobre 1913 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques ;

12° Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, et les principaux décrets, arrêtés et circulaires pour l'application de cette loi, etc.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. NOUET.

Digitized by Google

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. Wagram 49-49 et 49-62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat professionnel des industries électriques. — Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique. — Chambre syndicale des constructeurs de gros matériel électrique. — Chambre syndicale des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent. — Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du). — Syndicat professionnel des industries électriques du nord de la France. — Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Dix-neuvième Bulletin bi-mensuel de 1918.

Sommaire : Réunion du 4 septembre 1918, p. 117 U.

Réunion du 4 septembre 1918.

Présidence de M. Gabriel Cordier, président.

Présents : MM. Gabriel Cordier, président ; de Courville, M. Meyer, vice-présidents ; Fontaine, secrétaire ; Baux, Brachet, Brylinski, Hillairet, R. Pinot, Séjournet, de la Ville le Roulx, membres.

Excusés : MM. Beauvois-Devaux, trésorier ; Bizet, Eschwege, Godinet, Hammer, Iung, Lépine, Paré, Sartiaux et Zetter, membres.

Mobilisés : MM. Bellanger, A. Boutan, Cahen, Cance, Cotté, membres.

Adoption du procès-verbal de la réunion du 3 juillet 1918. — Le procès-verbal de la séance du 3 juillet 1918 est adopté sans observation.

Mort de M. Raymond Sée. — M. le Président fait part à ses collègues de la mort de M. Raymond Sée, qui venait de reprendre du service comme commandant d'artillerie et qui est décédé le 28 juillet des suites d'une maladie contractée en visitant un hôpital, qui l'a enlevé en trois jours.

M. Raymond Sée représentait au Comité de l'Union le Syndicat des producteurs et distributeurs d'Energie électrique et il avait été appelé par la confiance de ses collègues à la présidence de la onzième Commission chargée des études législatives et juridiques.

M. Raymond Sée, par la variété de ses connaissances à la fois techniques et juridiques ainsi que par sa grande affabilité, avait conquis l'estime et l'affection de ses collègues ; M. le Président a été certain d'être l'interprète de tous en adressant à Mme Raymond Sée les condoléances émues du Comité et en l'assurant de la part très sincère et très grande que ses membres prenaient à son deuil.

Le Comité s'associe unanimement aux paroles de M. le Président.

Représentation de la Société hydrotechnique aux commissions de l'Union des syndicats de l'électricité. — M. le Secrétaire, ayant assisté à Grenoble à une réunion récente du Comité technique de la Société Hydrotechnique, a fait connaître à M. le Président le désir de la Société Hydrotechnique d'être représentée, si possible, aux principales commissions de l'Union.

Le Comité décide de donner une suite favorable à ce vœu et prie M. le Président de bien vouloir se mettre en rapport avec M. le Président de la Société Hydrotechnique au sujet des commissions où cette Société désirerait être représentée et de la désignation de ses représentants.

Enquête du sous-secrétaire d'État au ministère du commerce sur le régime douanier d'après-guerre et les futurs traités de commerce. — M. le Président donne lecture d'une lettre reçue du sous-secrétaire d'État au ministère du Commerce qui fait connaître qu'il a mis à l'étude la préparation du régime douanier d'après-guerre et des futurs traités de commerce. En vue de cette étude, M. le sous-secrétaire d'État consulte les principaux groupements et demande, en particulier, à l'Union des Syndicats de l'Électricité de lui faire connaître les éléments d'information dont elle peut disposer.

Le programme soumis par M. le sous-secrétaire d'État est vaste et il est certain qu'il y a lieu d'étudier avec soin les différentes questions qui se posent, notamment en ce qui concerne le projet d'une entente à établir entre les Alliés au sujet d'une division fédérale du travail et de la production.

La lettre de M. le sous-secrétaire d'Etat a été trans-

Digitized by Google

mise à M. Sciama, président de la troisième Commission.

Travaux des commissions. — *Quatrième Commission.* — M. le Président dépose sur le bureau du Comité le tirage à part du rapport de M. Zetter sur l'unification des filetages des lampes à vis Edison. Ce rapport est actuellement en cours de distribution et a été envoyé notamment aux présidents de tous les Comités électrotechniques étrangers.

Sous-Commission de l'aluminium. — La Sous-Commission de l'aluminium a tenu une nouvelle séance le 23 août dernier et a discuté la deuxième partie du rapport de M. Dusaugey sur les méthodes d'emploi de l'aluminium dans les installations électriques. M. le Président attire l'attention de ses collègues sur l'importance des travaux que poursuit actuellement la Sous-Commission, qui semble devoir être amenée à reprendre et à compléter les études et expériences faites sur le métal et ses applications.

Sixième Commission. — Les travaux de la sixième Commission continuent et M. Boucherot vient de remettre récemment à ses membres un rapport au sujet des accidents aux turbo-alternateurs à vapeur. A la demande de M. Bizet, ce rapport sera transmis à la quatrième Commission ainsi qu'au Comité électrotechnique.

Onzième Commission. — M. Nivard, vice-président de la Commission, résume les pourparlers qui ont eu lieu entre le ministre des Finances et l'administration de l'Enregistrement d'une part, et les représentants des différents groupements patronaux, parmi lesquels figure l'Union des Syndicats de l'Électricité. Ces pourparlers portaient sur la manière d'interpréter la loi du 31 décembre 1917 et en particulier sur la taxation des matières premières : charbon, énergie électrique. Les entrevues qui ont eu lieu ont permis d'établir une formule équitable d'interprétation, qui est actuellement soumise à M. le ministre et sur laquelle ce dernier va prendre une décision, vraisemblablement vers le milieu de septembre.

Douzième Commission. — M. le Président fait connaître que la note sur le déphasage des grands réseaux qui a été établie par la douzième Commission a été tirée à un très grand nombre d'exemplaires et qu'il n'en a pas été distribué moins de 2 000 exemplaires jusqu'ici. M. Brylinski fait connaître à ce sujet qu'à la suite de cette note, des compagnies de distribution sont en pourparlers avec certains clients pour tenir compte des indications pratiques qu'elle fournit.

Quatorzième Commission. — La quatorzième Commission, chargée de l'étude des porcelaines et verres électrotechniques, vient de constituer quatre sous-commissions ayant respectivement les objets suivants : scellements, constantes des isolateurs, enquêtes sur les isolateurs, documentation.

Rapports, projets et propositions de lois. — M. le Président dépose sur le bureau les rapports, projets et propositions de lois parus depuis la dernière séance du Comité.

Documents officiels. — M. le Président dépose sur le bureau les documents officiels parus depuis la dernière séance du Comité.

Personne ne demandant la parole, la séance est levée.

Le Secrétaire, J. Tribot Laspière — *Le Président,* G. Cordier.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ELECTRIQUES

Siège social : 9, rue d'Edimbourg, Paris (8e). — Téléphone : Wagram 07-59.

Dix-neuvième Bulletin bi-mensuel de 1918.

Sommaire : Hausses sur la série, p. 118 U. — Informations, p. 118 U. — Service de placement, p. 119 U. Bibliographie, p. 119 U.

HAUSSES SUR LA SÉRIE

Nous avons l'honneur d'informer nos adhérents de la sixième section professionnelle que les calculs correspondant aux nouvelles hausses à appliquer, à partir du 1er janvier 1918, aux prix de base de la série 1913 de la Société Centrale des Architectes sont dressés en un tableau qui est en vente au prix de 1 fr. 50 au Secrétariat du Syndicat, 9, rue d'Edimbourg, *de 9 h à 12 h et de 14 h à 18 h.*

Informations.

La Chambre de Commerce de Paris nous remet copie de différentes lettres :

1° Une maison de Milan (Italie) désire entrer en rapport avec des industriels français constructeurs de gazogènes utilisant la lignite ;

2° Deux maisons établies à Milan et Rome (Italie) et un ingénieur représentant demeurant à Périgueux désirent entrer en rapport avec des fabricants français

Digitized by Google

de lampes électriques à filaments métalliques en vue de passer des commandes importantes ;

3° Une maison de Milan (Italie) demande à entrer en rapport avec des constructeurs français d'appareils d'éclairage, de téléphonie et d'isolateurs, désireux de faire de l'exportation en Italie après la guerre ;

4° Une maison de Glasgow (Angleterre) désire entrer en rapport avec des fabricants français de lampes électriques de poche.

Toutes ces lettres sont déposées au Secrétariat et tenues à la disposition de nos adhérents.

Service de placement

(de 9 h. à 11 h.).

Exceptionnellement, et pendant la durée de la guerre, le service de placement est ouvert aux administrations et à tous les industriels, même ne faisant pas partie du Syndicat.

Ne pouvant insérer dans la *Revue* toutes les offres et demandes qui nous parviennent, les personnes intéressées sont priées de s'adresser au Secrétariat où tous les renseignements leur seront donnés, le matin de 9 h à 11 h, ou par lettre, et, dans ce dernier cas, *les personnes n'appartenant pas au Syndicat* devront joindre un timbre pour la réponse.

Nous recommandons *particulièrement* aux industriels pouvant utiliser *des éclopés et mutilés de la guerre* de nous signaler les emplois vacants qu'ils pourraient confier à ces glorieux défenseurs de la Patrie.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat ;
2° Les annuaires du Syndicat ;
3° La collection complète des Bulletins ;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection ;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons.
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques ;
7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2 000 v ;
8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence ;
9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907) ;
10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905) ;
11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose » ;
12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique ;
13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées) ;
14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris ;
15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges type) ;
16° *Arrêté technique du 21 mars* 1911 sur l'application de la loi du 15 juin 1906 ;
17° Renseignements relatifs à l'application de la loi du 5 avril 1910 sur les Retraites ouvrières et paysannes ;
18° Renseignements relatifs au fonctionnement de la Caisse syndicale de Retraites, des Forges, de la Construction mécanique, des Industries électriques et de celles qui s'y rattachent.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ENERGIE ÉLECTRIQUE

(Anciennement SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ)

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris (8e). — Téléphone : Central 25-92.

DIX-NEUVIÈME BULLETIN BI-MENSUEL DE 1918.

SOMMAIRE : Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 29 juillet 1918, p. 119 U. Avis aux adhérents du Syndicat, p. 122 U. — Bibliographie, p. 124 U.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 29 juillet 1918.

Présents : MM. F. Meyer, Brylinski, Eschwege et Bizet, présidents d'honneur ; Daniel Berthelot, président ; Cahen et Javal, vice-présidents ; Fontaine, secrétaire général ; Brachet et Nivard.

Absents excusés : MM. G. Cordier, Legouez et Tricoche.

NÉCROLOGIE. — M. Javal a le regret de faire part à la Chambre syndicale du décès de M. Raymond Sée, ancien directeur de l'Ouest-Lumière, membre de la Chambre syndicale, président de la Commission des

Digitized by Google

questions d'exploitation administrative et commerciale du Syndicat et de la 11e Commission de l'Union des Syndicats de l'Electricité. M. Sée est décédé au service de l'Etat. Il était commandant d'artillerie, sous-directeur d'une poudrerie du Sud-Ouest.

Les condoléances de la Chambre syndicale seront exprimées à la famille de M. Raymond Sée.

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté après une modification demandée par M. Bizet.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

DISTINCTIONS HONORIFIQUES. — M. le Président annonce à la Chambre syndicale que M. Petsche a été promu commandeur de la Légion d'honneur (*Journal officiel*, 11 juillet 1918), M. Bloch a été nommé chevalier de la Légion d'honneur (*Journal officiel*, 14 juillet 1918) et M. Cuvelette, de la Section technique du matériel chimique, a été nommé lieutenant-colonel (*Journal officiel*, 21 juillet 1918).

LISTE DES NOUVEAUX ADHÉRENTS. — M. le Président fait part à la Chambre syndicale des propositions d'admissions.

MUTATION. — La Chambre syndicale approuve la mutation de M. Turquet, membre correspondant, qui a demandé à être admis dans la catégorie des membres adhérents en qualité de représentant de la Société anonyme des Forces de la Sélune.

DIPLÔME ET MÉDAILLE DE GUERRE. — M. le Président fait connaître à la Chambre syndicale les démarches qu'il a faites relativement à cette question.

Il conclut qu'une médaille peut être facilement choisie parmi les modèles qui lui ont été soumis.

La Chambre syndicale demande qu'une circulaire soit adressée aux usines que la question peut concerner pour leur signaler la création du diplôme et de la médaille et les prier de faire connaître au Syndicat la liste des candidats proposés, qui devrait être accompagnée de toutes les justifications à l'appui.

APPLICATION DE LA LOI DU 15 JUIN 1906 AUX CONCESSIONS ANTÉRIEURES A CETTE LOI. — M. le Président donne connaissance d'une lettre de Me Frenoy, président du Comité consultatif, informant la Chambre syndicale que la Chambre des Requêtes de la Cour de cassation a rendu le 22 juillet 1918 un arrêt de rejet du pourvoi de la Société du Gaz de Beauvais contre un jugement du tribunal civil de Beauvais du 18 avril 1912, sur la question des frais de contrôle, en ce qui concerne les concessions *antérieures* à la loi du 15 juin 1906. La loi du 15 juin 1906 est déclarée leur être applicable, même pour les *frais de contrôle*.

Le Conseil d'Etat avait déjà appliqué la loi aux concessions antérieures, dans un arrêt du 8 mars 1918, en disant que la loi ne distinguait pas entre les concessions antérieures ou postérieures à la loi.

La question étant ainsi tranchée, on pourra seulement opposer des prescriptions annales.

APPLICATION DE LA LOI DE FINANCES DU 29 JUIN 1918. — M. le Président communique à la Chambre syndicale une lettre, en date du 10 juillet 1918, de l'Union des Syndicats de l'Electricité appelant l'attention du Syndicat sur les articles 19 et 23 de la loi de finances du 29 juin 1918 (*Journal officiel* du 30 juin 1918) relatifs au droit de timbre et aux paiements effectués par l'Etat, les départements, les communes et les établissements publics. L'article 12 de cette loi rend obligatoire, dans un délai de trois mois à compter de leur date, l'enregistrement de tous les actes sous seings privés constatant des conventions synallagmatiques et autres que ceux visés par l'article 22 de la loi du 11 juin 1859.

Le Comité consultatif, dont l'avis a été sollicité à ce sujet, a répondu dans une note du 13 juillet 1918 qui a été portée à la connaissance des adhérents du Syndicat, que les polices d'abonnement étant comprises dans les actes visés par l'article 22 de la loi du 11 juin 1859 ne doivent pas être obligatoirement enregistrées dans les trois mois de leur date.

BRIS D'ISOLATEURS ET ACCIDENTS D'ÉLECTROCUTION. — M. le Président communique à la Chambre syndicale la circulaire du ministre des Travaux publics du 6 juin 1918 et la circulaire du ministre de l'Instruction publique du 15 septembre 1917 relatives aux mesures à prendre en vue d'empêcher les accidents d'électrocution dont les enfants sont victimes en grimpant le long des pylônes supportant des conducteurs électriques à haute tension.

M. Monmerqué a répondu à une lettre de M. Fontaine, que le ministre des Travaux publics avait demandé à M. le garde des sceaux d'adresser des instructions dans le sens indiqué par M. le président du Syndicat dans sa lettre du 17 mai 1918 relative aux canalisations électriques et à la répression des bris d'isolateurs.

SIMPLIFICATION DANS L'APPROBATION DES PROJETS D'EXÉCUTION DES USINES HYDRAULIQUES. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale une circulaire du ministre des Travaux publics, du 14 janvier 1918, relative à la simplification dans l'approbation des projets d'exécution des usines hydrauliques.

SALAIRES DU PERSONNEL DES USINES ÉLECTRIQUES DE LA RÉGION PARISIENNE. — M. le Président communique à la Chambre syndicale la lettre qu'il a adressée au ministre de l'Armement le 29 juin 1918 et la réponse du ministre de l'Armement du 5 juillet 1918.

M. le Président fait connaître les questions posées et les solutions proposées à la réunion de la Commission des Salaires du 20 juillet 1918.

DÉPHASAGE SUR LES RÉSEAUX A COURANT ALTERNATIF. — M. le Président rappelle à la Chambre syndicale que M. Brylinski a bien voulu diriger avec sa compétence

Digitized by Google

et son autorité les études de la Commission nommée par l'Union des Syndicats de l'Electricité pour examiner la question du déphasage des grands réseaux de distribution par courant alternatif. Cette question est à l'ordre du jour de la Chambre syndicale depuis le mois d'avril 1917.

M. le Président donne lecture de la lettre de M. Brylinski, du 9 juillet 1918, faisant connaître son opinion sur la note de M. Déflassieux, du Comité technique de la Chambre syndicale des constructeurs de Gros matériel électrique.

M. Brylinski indique à la Chambre syndicale que la Commission du déphasage de l'Union des Syndicats de l'Electricité n'a pas encore terminé ses travaux, mais que les études sont arrivées à un point tel qu'il est possible d'en tirer des conclusions.

Les membres de la Commission ont été unanimement d'avis qu'il fallait tenter de combattre le déphasage ; pour arriver à ce but, ils proposent d'établir un tarif par lequel les abonnés auront avantage à diminuer leur déphasage.

Il ne s'agit pas d'imposer une pénalité, mais au contraire d'établir un tarif tel que les abonnés verront que l'économie qu'ils réaliseront sera supérieure à la dépense qu'ils seront obligés de faire pour réduire leur déphasage.

Deux solutions ont été examinées : soit réunir les appareils de mesure en un seul compteur, ce qui est réalisable, pourvu que la part de la puissance réactive ne dépasse pas 30 pour 100 de celle de la puissance active, soit installer séparément un compteur d'énergie active et un compteur d'énergie réactive; c'est la deuxième solution qui a paru la meilleure.

L'installation d'un seul compteur ne pourrait avoir d'intérêt que pour les petits abonnés et aurait l'inconvénient de ne pas permettre à l'abonné de se rendre compte des économies qu'il réalise.

Le nouveau système devra s'appliquer de préférence aux nouveaux abonnés et aux abonnés dont les polices arrivent à expiration, ainsi qu'aux abonnés demandant des modifications à leur contrat.

M. Brylinski précise que les cahiers des charges ne mettent aucun obstacle à ce que des conventions de ce genre soient passées avec les abonnés qui ont des contrats à des prix inférieurs au tarif maximum et que les constructeurs peuvent fournir, dès à présent, à très bon compte, des compteurs d'énergie réactive.

M. Brylinski indique que, dans le but de donner quelques explications aux abonnés sur cette matière un peu nouvelle et délicate pour certains d'entre eux, une note a été publiée dans la « Revue générale de l'Electricité » ; cette note qui a été tirée à un très grand nombre d'exemplaires pourra être remise à toutes les personnes qui le désireraient et aux sociétés qui désireraient la distribuer à leur personnel ou à leurs abonnés.

Compensation du prix des charbons. — M. Javal rend compte à la Chambre syndicale de la séance de la Commission de compensation du 28 juin 1918 dont le procès-verbal restera annexé au procès-verbal de la présente séance.

M. Javal fait part de ses démarches auprès du Bureau national des charbons pour obtenir la fixation des prix trimestriels des charbons qui sont réclamés par de nombreux adhérents de province. Il espère qu'une solution interviendra à ce sujet à bref délai.

Réglementation nouvelle des déclarations d'expéditions en matière de transports par chemins de fer. — M. le Président communique à la Chambre syndicale une note de l'Union des Syndicats de l'Électricité, du 27 juillet 1918, sur la réglementation nouvelle des déclarations d'expéditions en matière de transports par chemins de fer. Cette note sera tenue à la disposition des membres du Syndicat qui désireraient la consulter.

Inventaire des ressources et besoins économiques de la France au lendemain de la guerre. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale d'une circulaire du sous-secrétaire d'État au ministère du Commerce et de l'Industrie, du 29 juin 1918, relative à l'inventaire des ressources et besoins économiques de la France au lendemain de la guerre.

Circulaires envoyées aux membres actifs depuis la dernière séance. — M. le Président rappelle à la Chambre syndicale que les circulaires nos 12 à 17 relatives aux dégrèvements sur contributions foncières, mobilières, patentes, etc., aux mesures à prendre pour empêcher les accidents d'électrocution dont les enfants sont victimes en grimpant le long des pylônes qui supportent des conducteurs électriques à haute tension, à l'application de la loi du 31 décembre 1917 et à l'application de la loi de finances du 29 juin 1918, ont été envoyées aux membres actifs du Syndicat depuis la dernière séance.

Comité électrotechnique français. — M. le Président donne lecture de la lettre de M. Brylinski, président du Comité électrotechnique français, relative à la nomination de M. Gaston Roux comme délégué du Syndicat audit Comité.

Union des industries métallurgiques et minières. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale une note de l'Union des industries métallurgiques et minières sur le rapport de M. Perchot relatif à la proposition de loi sur les fabrications de guerre.

Syndicat professionnel de l'industrie du gaz. — M. le Président signale à la Chambre syndicale les circulaires reçues de ce Syndicat depuis la dernière séance.

Association nationale d'expansion économique. — M. le Président dépose sur le bureau les circulaires parues depuis la dernière séance.

Cours municipaux d'apprentis mécaniciens. — M. le Président donne lecture à la Chambre syndicale de la

Digitized by Google

lettre du directeur des cours professionnels de Pavillon-sous-Bois sollicitant l'adhésion du Syndicat à titre de membre bienfaiteur.

BIBLIOGRAPHIE. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale le numéro de mai-juin 1918 du « Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale » renfermant une revue de culture mécanique par M. Max Ringelmann, le « Bulletin de la Fédération des industriels et des commerçants français » de mai-juin 1918, et deux brochures de l'Université de l'Illinois sur « l'économie de combustible dans les chauffes à mains » et « les forets en acier tordu en vis ».

PROCHAINE RÉUNION DE LA CHAMBRE SYNDICALE. — La Chambre syndicale décide que la prochaine réunion aura lieu au mois de septembre.

FIXATION DE LA DATE DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE. — La Chambre syndicale décide que l'assemblée générale ordinaire annuelle du Syndicat aura lieu le lundi 30 septembre 1918, à 16 heures, et arrête comme suit l'ordre du jour :

1° Ouverture de l'assemblée par le président ;

2° Compte rendu du secrétariat sur les travaux de l'exercice ;

3° Rapport des trésorier et vérificateurs ;

4° Election de la Chambre syndicale (art. 25, § 3 des statuts) ;

5° Election des vérificateurs pour 1918 ;

6° Proposition à faire pour l'assemblée générale de 1919 (art. 24, § 3 des statuts).

COMMUNICATIONS DIVERSES. — M. le Président communique à la Chambre syndicale une circulaire de l'Union des Intérêts économiques de juillet 1918 et une circulaire de la librairie Delmas signalant deux ouvrages donnant le résultat d'une enquête sur la reprise et le développement de la vie industrielle : 1° dans la région pyrénéenne ; 2° dans la région landaise.

DOCUMENTS OFFICIELS. — M. le Secrétaire général fait part à la Chambre syndicale des documents officiels et des documents parlementaires parus depuis la dernière séance.

Cette liste sera publiée dans la « Revue générale de l'Électricité ».

Avis aux adhérents du Syndicat.

Nous pouvons faire parvenir aux adhérents, contre remboursement de nos frais, en originaux ou en copies suivant nos ressources d'archives, ceux de ces documents qui les intéresseraient.

PARTIE LÉGISLATIVE. — *Documents officiels. — Législation ouvrière. — Décret.* — Décret du 30 août 1918 relatif à la médaille d'honneur du travail qui pourra être décernée, sans conditions de durée de services à des ouvriers ou employés qui se seront distingués en des circonstances critiques résultant de l'état de guerre (*Journal officiel*, 7 septembre 1918).

Circulaire. — Circulaire du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 16 septembre 1918, relative à l'amélioration du logement populaire et à l'institution d'Offices publics d'habitations à bon marché (*Journal officiel*, 28 septembre 1918).

Mutilés et réformés de la guerre. — Décret. — Décret du 24 septembre 1918 modifiant le décret du 26 février 1918 déterminant les mesures d'exécution de la loi du 2 janvier 1918 concernant la rééducation professionnelle et l'office national des mutilés et réformés de la guerre (*Journal officiel*, 28 septembre 1918).

Charbons. — Arrêté. — Arrêté du ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre, du 19 septembre 1918, fixant les prix définitifs de vente maximum des charbons provenant de mines diverses (*Journal officiel*, 20 septembre 1918).

Forces hydrauliques. — Circulaire. — Circulaire du ministre des Travaux publics et des Transports, du 24 août 1918, relative aux réserves en eau et en énergie à prévoir pour les besoins des services publics (*Journal officiel*, 10 septembre 1918).

Reconstitution des régions libérées. — Décret. — Décret du 4 septembre 1918 nommant un membre de la Commission chargée d'étudier l'organisation des moyens de crédit propres à faciliter le relèvement économique des territoires atteints par l'invasion (*Journal officiel*, 7 septembre 1918).

Circulaire. — Circulaire du ministre du Blocus et des Régions libérées, du 6 septembre 1918, aux préfets des départements atteints par les événements de guerre pour prescrire l'établissement dans toute commune sinistrée d'un programme de travaux auxquels les troupes de passage peuvent prêter leurs concours (*Journal officiel*, 14 septembre 1918).

Échéances des valeurs négociables. — Décrets. — Décret du 21 septembre 1918 relatif à la prorogation des échéances et au retrait des dépôts espèces (*Journal officiel*, 25 septembre 1918).

Décret du 24 septembre 1918 mettant fin à la prorogation des échéances en ce qui concerne les débiteurs non commerçants de valeurs négociables (*Journal officiel*, 25 septembre 1918).

Assurances. — Loi. — Loi du 4 septembre 1918 portant approbation d'un arrangement conclu le 9 août 1910, entre la France et l'Italie, relatif à l'application des dispositions inscrites à l'article premier, paragraphe B, de la convention signée à Rome, le 15 avril 1904, par la France et l'Italie, et ayant notamment pour objet de faciliter aux nationaux des deux pays, travaillant à l'étranger, le bénéfice des assurances sociales (*Journal officiel*, 6 septembre 1918).

Budget, finances, chèques, etc... — Lois et décret. — Loi et décret du 26 septembre 1918 portant ouverture, sur l'exercice 1918, de crédits provisoires concernant les dépenses militaires et les dépenses exceptionnelles

Digitized by Google

des services civils et applicables au quatrième trimestre de 1918 (*Journal officiel*, 27 septembre 1918).

Loi du 26 septembre 1918 portant ouverture et annulation, sur l'exercice 1918, de crédits concernant les dépenses militaires et les dépenses exceptionnelles des services civils *Journal officiel*, 27 septembre 1918).

Commerce avec les sujets de puissances ennemies. — Listes officielles. — Liste officielle n° 11 des maisons considérées comme ennemies ou comme jouant vis-à-vis de l'ennemi le rôle de personnes interposées (2e supplément) *Journal officiel*, 6 septembre 1918).

Liste officielle n° 11 des maisons considérées comme ennemies ou comme jouant vis-à-vis de l'ennemi le rôle de personnes interposées (3e supplément) (*Journal officiel*, 21 septembre 1918).

Ministères, administration, etc... — Décret. — Décret du 3 septembre 1918 portant nomination du directeur de l'Office national du Commerce extérieur. (*Journal officiel*, 4 septembre 1918).

Législation diverse. — Loi. — Loi du 27 septembre 1918 concernant le relèvement des taxes des colis postaux (*Journal officiel*, 28 septembre 1918).

Décrets. — Décret du 5 septembre 1918 concernant les restrictions en matière d'impression et d'affichage et réglementant la fabrication et l'emploi des papiers, cartes et cartons (*Journal officiel*, 8 septembre 1918).

Décret du 6 septembre 1918 portant modification du tableau annexé au décret du 18 juillet 1918 réglementant la circulation sur le territoire français (*Journal officiel*, 8 septembre 1918).

Décret du 28 septembre 1918 relevant les taxes des colis postaux circulant à l'intérieur de la France continentale (*Journal officiel*, du 29 septembre 1918).

Documents parlementaires. — Législation ouvrière. — Sénat. — Deuxième rapport supplémentaire fait au nom de Commission chargée d'examiner la proposition de la loi de MM. Henri-Michel et Mascuraud relative à l'apprentissage, par M. Henri-Michel (29 juillet 1918) (n° 336).

Usines hydrauliques. — Chambre des députés. — Projet de loi relatif au maintien à titre définitif des travaux publics exécutés pendant la guerre (5 septembre 1918) (n° 4949).

Reconstitution des régions libérées. — Chambre des députés. — Projet de loi tendant à autoriser l'attribution d'avances aux industriels titulaires de marchés ayant pour objet la reconstitution des régions libérées, réglant le mode d'attribution de ces avances et instituant parmi les services spéciaux du Trésor, un compte intitulé : « Avances remboursables consenties à divers industriels pour les besoins de la reconstitution des régions atteintes par les événements de guerre » (30 juillet 1918 (n° 4900).

Proposition de résolution concernant la reprise de l'activité industrielle par les évacués des départements envahis, présenté par M. Lacave La Plagne (26 juillet 1918) (n° 4890).

Budgets, finances, chèques, etc... — Chambre des députés. — Rapport fait au nom de la Commission du budget chargée d'examiner le projet de loi tendant à autoriser le barrement et la domicilation des bons de la Défense nationale, par M. Albert Grodet (30 juillet 1918) (n° 4897).

Commerce, douanes, etc... — Chambre des députés. — Projet de loi portant ratification de décrets ayant pour objet d'établir des prohibitions de sortie sur diverses marchandises (6 septembre 1918) (n° 4954).

Rapport fait au nom de la Commission des douanes chargée d'examiner la proposition de loi de M. Bergeon instituant une nouvelle réglementation du dépôt d'office de la douane, par M. le duc de la Trémoille (25 juillet 1918) (n° 4881).

Quatrième rapport fait au nom de la Commission des douanes chargée d'étudier les divers tarifs douaniers, ainsi que les conventions commerciales et les traités de commerce existants, tant en France qu'à l'étranger, par M. Ballande (26 juillet 1918) (n° 4889).

Rapport fait au nom de la Commission de la législation civile et criminelle, chargée d'examiner le projet de loi tendant à la répression des rémunérations occultes versées par les fournisseurs aux employés des maisons de commerce et des entreprises industrielles avec lesquelles ils sont en relations d'affaires, par M. Georges Lugol (13 septembre 1918) (n° 4984).

Sociétés. — Chambre des députés. — Rapport fait au nom de la Commission du commerce et de l'industrie chargée d'examiner le projet de loi relatif aux sociétés commerciales ayant leur siège en régions envahies, par M. Failliot (17 septembre 1918) (n° 4889).

Loyers. — Chambre des députés. — Proposition de loi tendant à modifier la loi du 9 mars 1918 sur les loyers, présentée par MM. A. Levasseur, E. Lafont et leurs collègues (5 septembre 1918) (n° 4946).

Législation diverse. — Chambre des députés. — Projet de loi tendant à réglementer la déclaration et le contrôle des métaux (30 juillet 1918) (n° 4896).

Projet de loi sur le régime des établissements dangereux, insalubres et incommodes travaillant pour la Défense nationale pendant la durée des hostilités (12 septembre 1918) (n° 4975).

Proposition de résolution invitant le ministre de la Guerre à faire procéder dès maintenant au recensement des représentants de commerce professionnels parlant couramment des langues étrangères, actuellement présents aux armées, par M. Charles Leboucq (19 septembre 1918) (n° 4995).

Rapport fait au nom de la Commission des travaux publics des chemins de fer et des voies de communication chargée d'examiner le projet de loi ayant pour objet d'approuver une convention intervenue entre le département de l'Ain et la Compagnie du chemin de fer d'intérêt local de Bellegarde à Chézery, pour la fourniture par cette compagnie de l'énergie électrique à l'usine Bertolus à Arlod (Ain), par M. Margaine (6 septembre 1918) (n° 4958).

Rapport fait au nom de la Commission des Postes et des Télégraphes chargée d'examiner le projet de loi

Digitized by Google

concernant le relèvement des taxes des colis postaux, par M. L. Deshayes (6 septembre 1918) (n° 4963).

PARTIE CONTENTIEUSE. — *Cours d'appel.* — Aix, 27 octobre 1917. — Sieur Maréchaux contre Société anonyme l'Industrielle foncière. — Bail à loyer. — Cessions successives. — Cessionnaire intermédiaire. — Adjudication du droit au bail prononcé à son profit. — Clauses du bail primitif. — Cahier des charges les reproduisant. — Obligation de rester tenu solidairement des loyers. — Loyers valablement réclamés par le cessionnaire.

Riom, 13 juin 1918. — Louage d'ouvrage et de service. — Salaire. — Pourcentage d'un ouvrier dans les bénéfices d'une exploitation industrielle. — Paiement de ce pourcentage avant tout versement à l'État pour impôt sur les bénéfices de guerre. — Paiement après le prélèvement de l'impôt des marchés. — Prélèvement des émoluments des commissaires des comptes imposés par la loi. — Accroissement de l'actif d'une société par suite de vente d'outillage réformé.

Tribunaux civils. — Seine, 30 juin 1917. — Bail. — Paiement des loyers. — Moratorium. — Exercice des actions du débiteur. — Succession. — Demande en partage.

Seine, 13 juin 1918. — Sauveur Amespil contre Compagnie des Chemins de fer du Midi. — Chemins de fer. — Colis postal. — Perte. — Guerre. — Arrêté ministériel du 1er novembre 1914. — Interprétation. — Faute lourde. — Responsabilité contractuelle. — Faute pouvant se rattacher à l'État de guerre. — Preuve à fournir par la Compagnie.

Seine, 21 reptembre 1918. — I. Bail à loyer. — Immeuble loué partiellement détruit. — Fait de guerre. — Cas fortuit. — Option du locataire pour la continuation du bail. — Réduction du prix du loyer. — Absence d'obligation pour le bailleur de remettre l'immeuble en état (art. 1722 du code civil). — II. Séquestre judiciaire (art. 1961 du code civil). — Immeuble. — Propriété et possession non litigieuses. — Droit absolu du propriétaire de gérer et administrer son immeuble à son gré. — Immeuble partiellement détruit par cas fortuit. — Demande en référé à fin d'exécution de travaux sous la direction d'un séquestre. — Non-lieu à référé.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907 ;

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1901 et 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail ;

3° Décrets portant règlements d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898 ;

4° Circulaire ministérielle du 24 mai 1911, relative aux secours à donner aux personnes victimes d'un contact accidentel avec des conducteurs d'énergie électrique (affiche destinée à être apposée exclusivement à l'intérieur des usines et dans leurs dépendances) ;

5° Circulaire analogue à la précédente (affiche destinée à être apposée à l'extérieur des usines, à la porte des mairies, à l'intérieur des écoles et dans le voisinage des lignes à haute tension) ;

6° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray ;

7° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs ;

8° Rapport de la Commission des compteurs, présenté au nom de cette Commission par M. Rocher, au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903 ;

10° Modèle type de bulletin de commande de compteurs ;

11° Décret du 1er octobre 1913 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques ;

12° Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, et les principaux décrets, arrêtés et circulaires pour l'application de cette loi ;

13° Modèle de police d'abonnement ;

14° Calculs à fournir dans l'état de renseignements joint à une demande de traversée de voie ferrée par une canalisation électrique aérienne ;

15° Guide juridique et administratif des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et de ses annexes, par Ch. Sirey (2e édition) ;

16° Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines ;

17° Cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires destinés à supporter des tensions supérieures à 2 000 v ;

18° Communication de M. Zetter sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence ;

19° Cahier des charges type pour le cas de concession par communes ;

20° Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques de la première catégorie dans les immeubles et leurs dépendances ;

21° Instructions sur les premiers soins à donner aux victimes des accidents électriques (arrêté de M. le ministre du Travail du 9 octobre 1913).

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. NOUET.

Digitized by Google

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. Wagram 49-49 et 49-62.

Syndicats adhérents à l'Union : SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES. — SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — CHAMBRE SYNDICALE DES CONSTRUCTEURS DE GROS MATÉRIEL ÉLECTRIQUE. — CHAMBRE SYNDICALE DES FORCES HYDRAULIQUES, DE L'ÉLECTROMÉTALLURGIE, DE L'ÉLECTROCHIMIE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT. — SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ (USINES ÉLECTRIQUES DU). — SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DU NORD DE LA FRANCE. — CHAMBRE SYNDICALE DES ENTREPRENEURS ET CONSTRUCTEURS ÉLECTRICIENS.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ENERGIE ÉLECTRIQUE

(Anciennement SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ)

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris (8e). — Téléphone : Central 25-92.

VINGTIÈME BULLETIN BI-MENSUEL DE 1918.

SOMMAIRE : Extrait des procès-verbaux des séances de la Chambre syndicale des 30 septembre et 8 octobre 1918, p. 125 U. — Bibliographie, p. 128 U.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 30 septembre 1918.

Présents : MM. Brylinski, Eschwege, Bizet, présidents d'honneur ; Daniel Berthelot, président ; Baux, Javal et Widmer, vice-présidents ; Beauvois-Devaux, trésorier, Bachelier, Meunier et Nivard.

Absents excusés : MM. F. Meyer, président d'honneur ; Cahen, vice-président ; Fontaine, sécrétaire général ; Gabriel Cordier.

NÉCROLOGIE. — M. le Président a le regret de faire part à la Chambre syndicale du décès de MM. Félix Bonfante ingénieur, chef de zone à la Compagnie parisienne de distribution d'Electricité, Marc Dupont-Buèche, ingénieur, administrateur délégué de la Société d'énergie électrique de la Manche, membres adhérents du Syndicat, et de Mme veuve Lamy, belle-mère de M. Duvaux membre du Comité consultatif. Les condoléances de la Chambre syndicale ont été exprimées aux familles de nos collègues.

NOMINATION DU BUREAU. — M. le Président indique que M. Baux et M. Cahen, vice-présidents, sortants cette année sont rééligibles et qu'il y aura lieu de choisir un vice-président en remplacement de M. Javal qui n'est pas rééligible en vertu de l'article 4 du règlement intérieur du Syndicat.

La Chambre syndicale réélit MM. Baux et Cahen vice-présidents pour deux ans et remet à la prochaine séance la nomination d'un vice-président en remplacement de M. Javal.

M. Beauvois-Devaux est réélu trésorier et M. Fontaine, secrétaire général.

LISTE DES NOUVEAUX ADHÉRENTS. — M. le Président fait part à la Chambre syndicale des propositions d'admissions.

SALAIRES DU PERSONNEL OUVRIER DES USINES ÉLECTRIQUES DU DÉPARTEMENT DE LA SEINE. — M. le Président rend compte à la Chambre syndicale des négociations qui ont eu lieu à cet égard.

La question a été étudiée, sous les auspices du ministère de l'Armement, par la Commission des salaires, qui, outre le concours des directeurs d'usines, s'est assuré les conseils des ingénieurs des diverses sociétés en rapport direct et quotidien avec les ouvriers, de manière à pouvoir définir avec précision les diverses catégories à établir dans le personnel ouvrier.

Une série de réunions et d'entrevues, tant avec les fonctionnaires du ministère de l'Armement qu'avec les délégués ouvriers, ont eu lieu durant les mois d'août et de septembre pour régler les principes et les modalités de l'accord.

Dans la réunion du 27 septembre 1918, au siège social du Syndicat, les nouvelles conditions de salaires et de travail ont finalement été arrêtées d'accord entre notre Syndicat et le Syndicat ouvrier.

Digitized by Google

QUESTION DES CHARBONS. — M. le Président donne quelques indications à la Chambre syndicale sur les prévisions établies relativement au ravitaillement en charbon de la région parisienne pour l'hiver prochain, en tenant compte du dégagement partiel des charbonnages du nord de la France et des extrêmes difficultés des transports.

M. le Président communique à la Chambre syndicale la circulaire du ministre des Travaux publics et des Transports, du 3 août 1918, concernant les tarifs d'énergie électrique prévus en fonction du prix du charbon, établi pour l'année précédente et l'intérêt qu'il y a à fixer ce prix par trimestre.

Cette circulaire a été communiquée aux membres actifs du Syndicat par la circulaire n° 18 du 22 août 1918.

M. Bizet rappelle que les Sociétés productrices d'électricité en province n'ont pas encore pu obtenir la fixation du prix du combustible qui doit être substitué depuis près d'un an au prix des chemins de fer de l'Etat français, cela leur cause un sérieux préjudice.

Il insiste pour que les démarches soient faites afin d'obtenir au plus tôt cette fixation.

M. Javal donne des explications au sujet des difficultés rencontrées pour obtenir le résultat désiré et informe la Chambre syndicale que la fixation des prix n'est plus qu'une question de jours pour le premier trimestre et les suivants.

M. le Président rappelle qu'une circulaire a été adressée, par l'Office des charbons, le 9 septembre 1918, aux membres actifs du Syndicat et aux adhérents de l'Office des charbons pour leur demander de faire connaître leurs prévisions de consommation annuelle pour l'après-guerre, ainsi que le genre de charbon, qualité et provenance, qu'ils désirent recevoir de préférence.

DÉPHASAGE DES RÉSEAUX A COURANT ALTERNATIF. — A la demande de M. Brylinski, la Chambre syndicale décide de renvoyer à l'Union des Syndicats de l'Electricité la lettre de M. Brylinski, du 9 juillet 1918, et la note de M. Déflassieux.

ASSIMILATION DES SERVICES DES ARMÉES ALLIÉES AUX ARMÉES FRANÇAISES. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale de la circulaire du ministre des Travaux publics et des Transports, du 17 août 1918, relative à l'assimilation des services des armées alliées aux armées françaises.

Cette circulaire a été transmise aux membres actifs du Syndicat par la circulaire n° 23, du 9 septembre 1918.

UTILISATION DES FORCES HYDRAULIQUES SUR LES COURS D'EAU DU DOMAINE PUBLIC. — M. le Président fait part à la Chambre syndicale de la circulaire du ministre des Travaux publics et des Transports, du 24 août 1918, relative à l'utilisation des forces hydrauliques sur les cours d'eau du domaine public et à l'énergie à réserver pour les besoins des services publics.

RÉGLEMENTATION NOUVELLE DES DÉCLARATIONS D'EXPÉDITIONS EN MATIÈRE DE TRANSPORTS PAR CHEMINS DE FER. — M. le Président donne lecture de la lettre de l'Union des Syndicats de l'Electricité, du 9 août 1918, faisant connaître qu'un arrêté du 15 juillet 1918 a modifié le paragraphe b de l'article premier de l'arrêté ministériel du 7 juin 1915.

CIRCULAIRES ENVOYÉES AUX ADHÉRENTS DEPUIS LA DERNIÈRE SÉANCE. — M. le Président rappelle que les circulaires suivantes ont été adressées aux membres du Syndicat depuis la dernière séance :

Circulaire n° 18. — Renseignements concernant les traités, les cahiers des charges et le régime d'exploitation. — Circulaire du ministre des Travaux publics et des Transports concernant les tarifs d'énergie électrique prévus en fonction du prix du charbon, établi pour l'année précédente et l'intérêt qu'il y a à fixer ce prix par trimestre,

Circulaire n° 19. — Convocation à l'Assemblée générale ordinaire du Syndicat.

Circulaire n° 20. — Pouvoirs pour l'Assemblée générale.

Circulaire n° 21. — Livre d'or du personnel des usines électriques.

Circulaire n° 22. — Renseignements sur les Sociétés pour l'Annuaire 1918.

Circulaire n° 23. — Envoi de la circulaire du ministre des Travaux publics et des Transports, du 17 août 1918, relative à l'assimilation des Services des armées alliées aux armées françaises.

Circulaire envoyée à tous les membres du Syndicat en vue de la publication de la Liste des membres dans l'Annuaire 1918.

Note sur le déphasage dans les réseaux.

CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS. — M. le Président signale à la Chambre syndicale la création à l'Ecole des Hautes Etudes commerciales de cours spéciaux de sciences commerciales et administratives pour ingénieurs, administrateurs, industriels et commerçants.

Il communique la lettre de la Chambre de Commerce de Paris, du 12 septembre 1918, transmettant une lettre de M. l'ingénieur Dedini qui désire entrer en relations avec des ingénieurs conseils pour la fabrication de fours à porcelaine.

M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale les numéros 84, 85 et 86 du Bulletin d'Information, « Documents sur la guerre ».

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale les documents suivants émanant de cette Union :

Décret du 29 avril 1918 réglant le fonctionnement du compte spécial des transports maritimes et des achats et constructions de navires. — Discours de M. Walter Berry, président de la Chambre de commerce américaine de Paris, prononcé le 4 juillet 1918, au banquet de la Chambre de commerce américaine. — (Angleterre), l'opinion publique et la question des relations

Digitized by Google

économiques après la guerre (trentième note). — Loi du 20 juillet 1918 complétant les articles 14, 25, 26 de la loi du 3 juillet 1877 relativement aux dégâts et dommages commis aux propriétés par les troupes logées et cantonnées chez l'habitant et au règlement des indemnités de réquisition. — L'effort américain. Présentation des films officiels de l'armée américaine par M. James Karney, directeur pour la France du Comité d'information publique américain, à une réunion organisée par la Chambre syndicale du matériel de guerre, sous la présidence de M. le ministre de l'Armement. — Loi du 26 juillet 1918 modifiant et complétant les dispositions de la loi du 5 août 1914 sur la prorogation des échéances des valeurs négociables en ce qui concerne l'exception de mobilisation. — Arrêté du 1er août 1918 relatif aux machines-outils et à l'outillage mécanique. — (Ministère des Finances). Relevé des décisions concernant le tarif des douanes. — Décret du 13 août 1918 relatif à la prorogation des contrats d'assurances, de capitalisation et d'épargne. — Décret du 21 août 1918 créant un commissariat général aux essences et combustibles. — (Angleterre). L'opinion publique et la question des relations économiques après la guerre (trente et unième note).

Association nationale d'expansion économique. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale la circulaire n° 6 de l'Association nationale d'expansion économique relative au régime des embargos, aux exportations françaises dans les pays scandinaves et la Hollande et le Bulletin n° 6 de juin-juillet de cette Association.

Caisse syndicale de retraites des forges, de la construction mécanique, des industries électriques et de celles qui s'y rattachent. — M. le Président communique à la Chambre syndicale le rapport du Conseil d'administration de la Caisse syndicale de retraites des Forges à l'assemblée générale ordinaire du 15 mai 1918.

Caisse industrielle d'assurance maritime et de transports. — M. le Président donne connaissance de la circulaire de la Caisse industrielle d'assurance maritime et de transports, du 24 août 1918, transmettant le compte rendu de l'Assemblée générale ordinaire du 21 juin 1918.

Groupement intersyndical pour l'étude des conditions de paix et des questions d'après-guerre. — M. le Président communique à la Chambre syndicale la circulaire de ce groupement du 15 septembre 1918.

Communications diverses. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale de la circulaire de la Ligue nationale française de défense économique et de progrès social du 18 septembre 1918, la circulaire n° 2 de l'Association italo-française d'expansion économique sur la future Banque française d'exportation, la note de la Chambre syndicale des constructeurs d'automobiles donnant la composition du Conseil d'administration pour l'année 1918 et la circulaire des Cercles de l'armée.

Bibliographie. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale le rapport de M.-L. Barbillion, directeur de l'Institut polytechnique de l'Université de Grenoble, sur l'industrie, l'Université et l'enseignement technique supérieur.

Offre de matériel. — M. le Président donne connaissance de la lettre de MM. Dieny et Lucas, du 4 septembre 1918, proposant une dynamo à l'état de neuf.

Documents officiels. — M. le Président fait part à la Chambre syndicale des documents officiels et des documents parlementaires parus depuis la dernière séance. Cette liste sera publiée dans la « Revue générale de l'Électricité. »

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 8 octobre 1918.

Présents : MM. F. Meyer, Brylinski, Eschwege et Bizet, présidents d'honneur; Daniel Berthelot, président; Baux, Cahen et Widmer, vice présidents; Beauvois-Devaux, trésorier; Bachelier, Brachet, Javal, P. Meunier, Nivard et de Tavernier.

Absents excusés : MM. Fontaine, secrétaire général; Cordier, Legouez et Tricoche.

Nomination d'un vice-président. — La Chambre syndicale nomme M. Nivard vice-président pour deux années.

Nomination d'un délégué du Syndicat a l'Union des Syndicats de l'Électricité. — La Chambre syndicale désigne M. Nivard comme délégué du Syndicat au Comité de l'Union des Syndicats de l'Electricité en remplacement de M. R. Sée.

Superposition des impôts qui grèvent les actions des sociétés possédées par d'autres sociétés par actions. — M. Nivard expose que les titres qui se trouvent dans ces conditions sont, sous notre régime fiscal actuel, parfois grevés jusqu'à deux et trois fois de suite, en sorte que les taxes qui les frappent peuvent atteindre près de 30 ou 45 pour 100 du revenu primitif. Que sera-ce si ces taxes sont encore augmentées comme il en est question? Or la mise en portefeuille des titres de sociétés par d'autres sociétés répond à un besoin vital de l'industrie moderne, et les législations étrangères, loin de l'entraver, la favorisent au contraire. Il est donc nécessaire d'appeler sur ce point l'attention de M. le ministre des Finances.

Il est convenu que MM. Nivard et D. Berthelot s'oc-

Digitized by Google

cuperont des démarches à faire en ce sens auprès des pouvoirs publics.

OFFICE DES CHARBONS. — M. le Président rappelle le vœu exprimé par divers adhérents que la Chambre syndicale soit tenue régulièrement au courant du fonctionnement de l'Office des charbons.

Il est décidé que M. Javal en présentera un compte rendu périodique.

CONSTITUTION D'UN GROUPEMENT SPÉCIAL DE LA RÉGION PARISIENNE. — L'expérience a montré qu'il pouvait être nécessaire, notamment au point de vue des réponses à donner aux pouvoirs publics pour solutionner rapidement certaines questions telles que salaires, mesures à prendre pour éviter des grèves, etc., intéressant les adhérents de la région parisienne mais ne touchant pas les sociétés de province, de constituer dans le Syndicat un groupement régional permettant aux intéressés de se concerter rapidement en cas de besoin.

D'ailleurs des groupements régionaux du même genre pourront se constituer en province si les intéressés le désirent.

En ce qui concerne le groupement de la région parisienne dont les événements récents ont démontré particulièrement l'urgence et sur l'utilité duquel les intéressés sont d'accord, la Chambre syndicale charge une commission composée du Bureau et des anciens présidents d'en préparer les bases sans tarder.

DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE EMPRUNTANT, AUTREMENT QUE PAR UNE SIMPLE TRAVERSÉE, DES VOIES DÉPENDANT DE LA GRANDE VOIRIE ET NON AFFECTÉES A LA CIRCULATION PUBLIQUE. (Application de l'article 8 du décret du 3 avril 1908.) — M. le Président communique à la Chambre syndicale la circulaire du ministre des Travaux publics et des Transports, du 1er septembre 1918, relative aux distributions d'énergie électrique empruntant, autrement que par une simple traversée, des voies dépendant de la grande voirie et non affectées à la circulation publique. (Application de l'article 8 du décret du 3 avril 1908.)

Cette circulaire a été transmise aux membres actifs par la circulaire n° 24.

ENQUÊTE SUR LES BESOINS DE COMBUSTIBLES DES USINES THERMIQUES GÉNÉRATRICES D'ÉLECTRICITÉ POUR LA PÉRIODE D'APRÈS-GUERRE. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale de la lettre de M. l'inspecteur général Monmerqué, en date du 2 octobre 1918, demandant à connaître d'une manière au moins approximative la consommation de combustible à prévoir après-guerre pour les usines thermiques génératrices d'électricité, et l'augmentation probable annuelle ou par périodes de cinq ans.

Il a été répondu à M. Monmerqué en lui transmettant un tableau résumé des réponses des adhérents à la circulaire qui leur avait été envoyée pour leur demander ces renseignements à la date du 9 septembre dernier.

BRIS D'ISOLATEURS. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale de la lettre de M. le ministre des Travaux publics et des Transports communiquant la réponse de M. le ministre de la Justice au vœu émis par la Chambre syndicale pour la répression des déprédations commises contre les installations électriques.

APPLICATION DE LA LOI DU 31 DÉCEMBRE 1917. — M. le Président donne lecture à la Chambre syndicale de la lettre qui a été remise au ministre des Finances le 8 août 1918 relativement à l'application de la loi du 31 décembre 1917.

NOUVEAUX CAHIERS DES CHARGES. — M. le Président communique à la Chambre syndicale le résumé des renseignements reçus en réponse à la circulaire n° 18, du 22 août 1918, sur les traités, cahiers des charges et le régime d'exploitation des usines électriques.

COMMUNICATIONS DIVERSES. — M. le Président communique la lettre de la Chambre de Commerce de Paris relative à la liste des adjoints aux experts en douane et la lettre de Mlle Hatzfeld, directrice de l'Ecole d'enseignement technique féminin, faisant part de la réouverture des cours pour l'année scolaire 1918-1919.

M. le Président dépose sur le bureau le numéro 1-2 du « Bulletin de l'Association italo-française d'expansion économique ».

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907 ;

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1901 et 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail ;

3° Décrets portant règlements d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898 ;

4° Circulaire ministérielle du 24 mai 1911, relative aux secours à donner aux personnes victimes d'un contact accidentel avec des conducteurs d'énergie électrique (affiche destinée à être apposée exclusivement à l'intérieur des usines et dans leurs dépendances) ;

5° Circulaire analogue à la précédente (affiche destinée à être apposée à l'extérieur des usines, à la porte des mairies, à l'intérieur des écoles et dans le voisinage des lignes à haute tension) ;

6° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray ;

7° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs, etc.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. NOUET.

Digitized by Google

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. Wagram 49-49 et 49-62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat professionnel des industries électriques. — Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique. — Chambre syndicale des constructeurs de gros matériel électrique. — Chambre syndicale des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent. — Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du). — Syndicat professionnel des industries électriques du nord de la France. — Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Vingt et unième Bulletin bi-mensuel de 1918.

Sommaire : Réunion du 2 octobre 1918, p. 129 U.

Réunion du Comité du 2 octobre 1918.

Présidence de M. Gabriel Cordier, président.

Sont présents : MM. G. Cordier, président ; M. Meyer, vice-président ; Beauvois-Devaux, trésorier ; Bizet, Brachet, Brylinski, Cahen, Eschwege, Godinet, Hillairet, Legouez, Paré, Pinot, Sartiaux, Sailly, Séjournet, de la Ville le Roulx, Zetter.

Excusés : MM. de Courville, F. Meyer.

Mobilisés : MM. Bellanger, A. Boutan, Cance, Cotté, Grosselin.

Adoption du procès-verbal de la séance du 4 septembre 1918. — Le procès-verbal de la séance du 4 septembre 1918 est adopté sans observation.

Ouverture d'un crédit pour l'impression d'une note. — M. Eschwege, président de la cinquième Commission, distribue aux membres du Comité une note établie par M. Petit, membre de la Commission, sur « ce qu'on peut faire en agriculture avec un kilowatt-heure ».

M. Eschwege estime qu'il y aurait grand intérêt à répandre cette note parmi les agriculteurs et d'une façon générale parmi le grand public, auquel elle apportera une notion concrète du kilowatt-heure, et il demande au Comité l'ouverture d'un crédit de 500 fr qui permettrait de faire imprimer la note et de la distribuer largement.

Le Comité est d'accord avec M. Eschwege et lui accorde le crédit demandé.

Commission permanente ds standardisation. — Revenant sur la question de la représentation de l'U. S. E. à la Commission permanente de standardisation, et après avoir entendu MM. Legouez et Brylinski, le comité estime que l'U. S. E. compte assez de membres au Comité électrotechnique pour que celui-ci puisse représenter ses intérêts en même temps que les siens propres, et accepte qu'il soit chargé de constituer la Sous-Commission de la Commission permanente qui aura à étudier les questions d'électricité.

Le Comité décide d'écrire une lettre dans ce sens à M. le ministre du Commerce.

Reconstitution des régions envahies. — Question des droits des sociétés existantes. — M. Legouez expose que des travaux sont actuellement poursuivis pour la reconstitution des réseaux de distribution d'énergie électrique dans les régions envahies.

Le Comité examine quelques-unes des importantes questions qui sont soulevées à propos de cette reconstitution et les renvoie à la neuvième Commission, en la priant de se mettre au travail sans retard, et en désignant quatre nouveaux membres de cette Commission : MM. Berthelot, Legouez, Robert Pinot et Coste.

Travaux des Commissions. — *Quatrième Commission, Sous-Commission de l'aluminium.* — M. Legouez fait connaître qu'à la suite du rapport de M. Drouin sur l'application de l'aluminium au gros appareillage, la Sous-Commission a décidé de faire procéder à des expériences sur les points suivants :

a) Pour les limiteurs de tension, examiner comment se comporte l'aluminium sous l'influence de l'arc.

b) Pour les courts-circuits, étudier la question de la fusion du métal et déterminer en particulier si cette fusion se produit avec précision pour une intensité de courant donnée et si elle se fait sans projection.

c) Pour les disjoncteurs, étudier la question de contact.

Ces essais sont actuellement en période de préparation. M. de la Gorce, au nom de M. Janet, directeur du

Digitized by Google

Laboratoire central d'Électricité et M. Lafontaine, au nom de M. Legouez, président de la Sous-Commission de l'aluminium, préparent actuellement un programme d'expériences.

La Sous-Commission a confié la rédaction d'un projet de cahier des charges relatif aux fils et câbles d'aluminium à MM. Dusaugey, Jarry et Level.

La Sous-Commission a enfin mis à l'étude l'emploi de l'aluminium dans l'emboutissage et l'estampage ainsi que son emploi dans les enroulements sur les bobines. Un rapport de M. Zetter et un rapport de M. Bunet vont être prochainement distribués.

M. le Président remercie très vivement M. Legouez de l'impulsion qu'il a donnée aux travaux de la Sous-Commission de l'aluminium et propose au Comité de transformer la Sous-Commission de l'aluminium en une Commission autonome qui porterait le numéro 15, et qui aurait ainsi une indépendance complète pour mener à bonne fin les travaux très importants qu'elle a entrepris. Le Comité approuve pleinement cette suggestion de M. le Président et le charge de constituer la Commission de l'aluminium sur les mêmes bases que les autres commissions.

Cinquième Commission. — M. Eschwege résume une communication très importante faite par M. Estrade sur le matériel léger de labourage électrique.

D'après M. Estrade, les expériences faites par lui à Carcassonne ont montré que le poids des treuils peut être inférieur à l'effort de traction qu'il est nécessaire d'exercer sur lesdits treuils. Il est également possible de réaliser des ancrages au moyen d'appareils notablement moins lourds que ceux dont on se sert actuellement. D'où la conclusion qu'on peut employer un ensemble d'appareils beaucoup plus légers, c'est-à-dire moins coûteux que les appareils actuels et munis de moteurs d'assez faible puissance pour ne pas produire d'à-coups sensibles sur les réseaux.

En vue de construire rapidement deux matériels d'expérimentation, en sus de celui qui vient d'être utilisé pour les expériences, M. Estrade a demandé l'appui de la Commission auprès du ministère de l'Armement pour que des facilités de matières premières et de personnel soient données aux ateliers qui fabriquent le matériel M. Eschwege fait connaître que M. Estrade a été reçu ces jours derniers par le commandant Cahen, chef du Service des Forces motrices au ministère de l'Armement qui a bien voulu intervenir dans le sens désiré.

Sixième Commission. — M. Bizet fait connaître que les travaux de la Commission ont été arrêtés par une objection présentée par un des syndicats adhérents. Cette objection a été étudiée avec soin, et M. Bizet estime que la sixième Commission ne peut que faire droit à la demande qui lui a été présentée. Il compte réunir la Commission à la fin du mois. Il informe, d'autre part, le Comité que la sixième Commission fait procéder actuellement à des essais sur le bobinage des gros alternateurs. Ces essais ont lieu au Laboratoire central d'Électricité.

Septième Commission. — M. le Secrétaire fait connaître au Comité que le rapport de M. Zetter sur l'unification des filetages des supports et culots de lampes à vis Edison a été distribué ces temps derniers et que l'Union a reçu tellement de demandes de nouveaux exemplaires que le tirage est complètement épuisé. Le Comité est heureux de féliciter M. Zetter du succès du rapport si complet et si remarquable qu'il a établi.

Huitième Commission. — Le Comité renvoie à la huitième Commission, pour étude, les expériences qui sont tentées actuellement par le maire du IIIe arrondissement de Paris pour développer parmi les jeunes gens qui s'orientent vers des carrières d'ordre intellectuel le goût et l'habitude du travail manuel. Il renvoie également à la huitième Commission l'étude du projet de création d'un Institut national d'Enseignement technique qui est actuellement en préparation au ministère du Commerce.

Neuvième Commission. — M. Cahen donne au Conseil quelques indications sur les travaux de la neuvième Commission qui vient de tenir sa première réunion. La première question qui se pose à l'examen de la Commission est celle des modifications à apporter aux cahiers des charges pour tenir compte de l'élévation du coût des combustibles et de la main-d'œuvre. La Commission a décidé de procéder à une double étude : 1° modifications à apporter aux cahiers des charges proprement dits ; 2° modifications à apporter aux polices.

La Commission a décidé de n'envisager en tout cas que les majorations du prix de revient provenant des combustibles et de la main-d'œuvre. En ce qui concerne les polices, M. Paré a été chargé de préparer un projet de police type.

M. Cahen signale que dans la région du sud-est on crée actuellement des offices d'énergie électrique départementaux destinés à concentrer tout ce qui a trait à la distribution de l'électricité. L'examen du fonctionnement de ces offices semble devoir être fait par la neuvième Commission.

Onzième Commission. — M. Nivard donne connaissance au Comité d'un avis de M. Frenoy, président du Comité de contentieux de l'Union des Syndicats de l'Electricité qui estime non fondée la prétention de l'enregistrement de considérer les polices de location et d'installation d'appareils comme étant soumises à la formalité de l'enregistrement obligatoire.

Le Comité demande à la onzième Commission d'étudier cette question.

Douzième Commission. — M. Brylinski fait connaître que M. Léauté est actuellement en train de vérifier expérimentalement les formules théoriques qu'il a établies dans son rapport sur le déphasage. C'est seulement après cette vérification expérimentale que les travaux de la Commission pourront être repris.

M. Brylinski donne ensuite connaissance au Comité d'une communication au sujet de l'influence du courant à vide sur le prix des transformateurs.

Digitized by Google

Le Comité, d'accord avec M. Brylinski, décide de renvoyer la question à la quatrième Commission.

Documents officiels. — M. le Président dépose sur le bureau les documents officiels parus depuis la dernière séance du Comité.

Rapports, projets et propositions de lois. — M. le Président dépose sur le bureau les rapports, projets et propositions de lois parus depuis la dernière séance du Comité.

Personne ne demandant la parole, la séance est levée.

Le Président :
J. Cordier.

Le Secrétaire :
J. Tribot-Laspière.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ELECTRIQUES

Siège social : 9, rue d'Edimbourg, Paris (8e). — Téléphone : Wagram 07-59.

Vingt et unième Bulletin bi-mensuel de 1918

Sommaire : Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 8 octobre 1918, p. 131 U.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 8 octobre 1918.

Présidence de M. Marcel Meyer.

La séance est ouverte à 14 h. 30.

Sont présents : M. Marcel Meyer, président ; MM. Sartiaux et Sciama, anciens présidents ; Grosselin et Lardaude (A), vice-présidents ; Ancel, Berne, Bouchet, Buffet, Deramat, Devilaine, de France, Legendre, Lévis, Michel (Ch.), Mizery, Portevin, Rey, Roche-Grandjean, Schwarberg, de La Ville Le Roulx.

Excusés : MM. André, Aubert, Eschwège, Legouëz, Sailly et Zetter.

Le procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 2 juillet 1918 est adopté.

Nécrologie. — M. le Président fait part à la Chambre des décès suivants survenus depuis la dernière réunion :

M. N. Eck, ingénieur civil, père de notre collègue M. Edouard Eck qui, depuis de très longues années, s'occupait de différentes branches de notre industrie.

Mme veuve Léopold Jacquet, épouse de notre ancien collègue Léopold Jacquet.

M. Maurice Roger, de la maison Roger et Cie.

La Chambre s'associe aux condoléances que M. le Président adresse aux familles Eck, Jacquet et Roger.

Admissions. — A la suite d'une observation faite par M. Michel, la Chambre décide qu'à l'avenir les noms des personnes sollicitant leur admission au Syndicat seront annexés aux lettres de convocation de la Chambre syndicale.

La Commission nommée en vue de la revision des statuts et du règlement intérieur sera en outre saisie de la question soulevée par M. Michel afin qu'une clause spéciale soit insérée au chapitre « admission » dans les nouveaux statuts.

La Chambre prononce ensuite les admissions suivantes :

1° A titre d'établissements adhérents :

a) La maison **Devaux** et **Loustau** (matériel et entreprises électriques), 12, boulevard du Temple à Paris, qui, sur la présentation de MM. Legendre (Louis) et Lévis, sera inscrite à la *sixième section professionnelle* où elle sera représentée par M. **Loustau** (Georges).

b) La Société « **Régina** » (appareils de téléphonie), 11, rue Raspail, à Malakoff (Seine), qui, sur la présentation de MM. Hamm et Marcel Meyer, sera inscrite à la *quatrième section professionnelle* où elle sera représentée par M. **Tournaire** (Léon).

2° A titre de membres actifs (délégués d'Établissements) :

a) M. **Tournaire** (Charles) qui, sur la demande des Établissements Paul Gadot et Ch. Tournaire, sera inscrit à la *quatrième section professionnelle* comme représentant de cette Société.

b) M. **Miane** (Gabriel) qui, sur la demande de *la Société corrézienne d'Électricité* à Brive (Corrèze), sera inscrit à la *deuxième section professionnelle* comme représentant de cette Société.

c) M. **Perrin** (Paul) qui, sur la demande de la maison Richard, sera inscrit à la *quatrième section professionnelle* comme représentant de cette maison.

d) M. **Parel** (Edouard) qui, sur la demande des Constructions électriques Patay, sera inscrit à la *première section professionnelle* comme représentant de cette maison.

e) M. **Jacquet** (Félix) qui, sur la demande de la Société des anciens Établissements Jacquet frères, à Vernon (Eure), sera inscrit à la *première section professionnelle* comme représentant de cette Société.

f) M. **Legrand** (Pierre) qui, sur la demande de l'Appareillage électrique Genteur, et sur la présentation de MM. Le Las et Eck, sera inscrit à la *deuxième section*

Digitized by Google

professionnelle comme représentant de cette Société.

g) M. **Nury** (Jean) qui, sur la demande de la Compagnie générale de Lumière et Traction, sera inscrit à la *sixième section professionnelle* comme représentant de cette Société.

Démissions. — M. le Président donne lecture à la Chambre :

1° D'une lettre par laquelle la Société des Ateliers électriques de Saint-Ouen nous informe qu'elle maintient sa démission,

La Chambre en prend note.

2° D'une lettre par laquelle M. Constantin, entrepreneur d'Installations électriques à Tunis, demande de le considérer comme démissionnaire.

La Chambre charge M. de France, qui accepte, de faire une démarche auprès de M. Constantin, afin de le faire revenir sur sa décision.

3° D'une lettre par laquelle la maison Vve Ch. Bertolus nous informe qu'elle ne s'occupe plus d'installations électriques et nous demande si, en conséquence, elle doit toujours figurer parmi les établissements adhérents à notre Syndicat.

La Chambre estime qu'en raison même de sa fabrication électro-métallurgique, cette firme a toutes les raisons pour continuer à faire partie de nos adhérents. En conséquence, elle charge le secrétaire de porter sa décision à la connaissance de cette maison.

Correspondance. — M. le Président donne lecture à la Chambre de la correspondance suivante :

1° Une lettre de la Chambre syndicale de la Mécanique nous accusant réception de celle par laquelle nous annoncions l'adhésion de notre Syndicat au Comité de la Construction mécanique, métallique et électrique.

2° Une lettre circulaire de M. Lémery, sous-secrétaire d'État au ministère du Commerce et de l'Industrie relative à l'étude et à la préparation du régime douanier d'après guerre et des futurs traités de commerce.

La Chambre renvoie cette lettre et les tableaux qui l'accompagnent à l'examen de la Commission des douanes de notre Syndicat.

3° Une lettre du Groupement intersyndical pour l'étude des conditions de paix et des questions d'après-guerre demandant l'adhésion de notre Syndicat.

La Chambre décide de donner son adhésion à ce groupement.

4° Une lettre du directeur de l'École des Hautes Etudes commerciales nous informant que, dans le but de répondre aux préoccupations de l'heure présente, la Chambre de Commerce de Paris vient de créer, à l'École même, des cours spéciaux de sciences commerciales et administratives pour ingénieurs, administrateurs, industriels et commerçants.

5° Une lettre du ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes (direction de l'Exploitation téléphonique, 3e bureau, 1re section) répondant à la requête des membres de la quatrième section de notre Syndicat, tendant à ce que les constructeurs de matériel téléphonique soient autorisés, pendant la durée des hostilités et les six mois qui en suivront la fin, à vendre aux abonnés forfaitaires des réseaux à batterie centrale des appareils à batterie centrale intégrale de leur modèle ne répondant pas aux conditions fixées par la circulaire du n° 61-1 du 25 mars 1918.

Par cette lettre, le secrétaire général des Postes et des Télégraphes indique qu'il ne paraît pas possible à son administration de renoncer, même temporairement, au bénéfice de l'unification partielle du matériel des postes d'abonnés des réseaux à batterie centrale recherchée par les dispositions de la circulaire n° 61-1 précitée.

L'Administration se trouve donc par suite empêchée d'accorder satisfaction à la requête qui lui a été transmise.

Toutefois, comme l'établissement de types nouveaux et la fabrication des appareils de ces types entraîneront vraisemblablement de longs délais, l'Administration des Postes et des Télégraphes a décidé, en vue de réduire immédiatement et dans la plus large mesure la consommation des piles microphoniques, que les constructeurs pourraient vendre dès maintenant, aux abonnés des réseaux susvisés, des combinés à batterie centrale du modèle administratif ou du modèle agréé par l'Administration qui seraient installés, d'après le montage simple série, sur les postes existants, par les soins de l'Administration des Postes et Télégraphes.

Par cette même lettre, le secrétaire général des Postes et des Télégraphes nous avise qu'une nouvelle circulaire n° 408-M du 29 août 1918 est adressée aux constructeurs pour les aviser des conditions auxquelles devront satisfaire les appareils combinés de substitution à batterie centrale.

6° Une lettre du Comité électrotechnique français nous annonçant l'envoi du fascicule 7 des publications du Comité « Essais sur l'aluminium ».

A ce sujet, M. le Président rappelle qu'une Commission spéciale de l'Union des Syndicats de l'Électricité, commission présidée par M. Legouez, s'occupe très activement de la question très intéressante des emplois de l'aluminium, métal essentiellement français, dans les différentes branches de la construction électrique.

Une série de rapports ont déjà été présentés à la Commission par les ingénieurs les plus compétents en la matière et d'ici quelque temps un rapport général sera publié.

7° Une lettre par laquelle un de nos adhérents expose les démarches auxquelles les demandes de réapprovisionnement de l'aviation obligent les industriels et demande qu'une protestation soit adressée à l'Administration en vue de faire cesser le défaut d'organisation qui existe actuellement.

8° Une lettre par laquelle la mairie de Pavillons-sous-Bois nous informe que la municipalité de cette commune a créé, à côté de l'école primaire, une école professionnelle d'apprentis mécaniciens et nous demande de vouloir bien lui donner notre appui en lui allouant une subvention.

Digitized by Google

La Chambre, tout en approuvant l'initiative prise par la municipalité de Pavillons-sous-Bois, estime que les cours de perfectionnement pour les apprentis de l'industrie électrique, organisés et subventionnés par notre Syndicat, ne nous permettent pas de mettre des fonds à sa disposition.

9° Différentes lettres qui nous ont été communiquées par la Chambre de Commerce de Paris et relatives :

a) A des demandes de fournitures de lampes électriques ;

b) A la fabrication de lampes électriques de poche et leurs batteries ;

c) A la fourniture de gazogènes (utilisant la lignite) pour une société de fabrication d'appareils et de matériel électriques (Italie) ;

d) A la représentation en Italie (Milan) d'articles d'éclairage électrique, d'appareils téléphoniques et d'isolateurs porcelaine.

Ces lettres, déposées au secrétariat du Syndicat, sont tenues à la disposition des adhérents.

Cours d'apprentis. — M. le Président indique à la Chambre que les apprentis qui, pendant l'exercice 1917-1918, ont suivi le cours de deuxième année, ont subi des épreuves techniques portant sur l'ensemble des matières qui leur ont été enseignées au cours des deux années de cours auxquelles ils sont assujettis.

Sur vingt et un apprentis qui se sont présentés, treize d'entre eux ont subi avec succès les épreuves techniques de l'examen de fin d'études.

M. le Président expose que lors de récentes séances, le Comité de direction des cours avait décidé :

1° Qu'aux élèves qui, à leur examen, auraient obtenu la moyenne de *cinq points* sur *dix*, à condition qu'aucune matière n'ait été cotée zéro, il serait délivré un *diplôme de fin d'études*, avec attribution d'une *médaille d'argent* à ceux qui auraient obtenu la note *très bien* et une *médaille de bronze* à ceux qui auraient obtenu la note *bien*.

2° Qu'aux apprentis diplômés qui, à la fin de leur apprentissage, subiraient avec succès un essai pratique correspondant à celui qui serait exigible pour l'embauchage d'un ouvrier qualifié dans leur spécialité, il serait décerné un *certificat de capacité professionnelle* à condition que la note obtenue soit au moins la moyenne.

Cet essai qui pourra être subi soit dans l'atelier patronal, soit dans le local des cours se passe cette année exclusivement dans les ateliers patronaux. Ils sont actuellement en cours d'exécution.

Pour ces épreuves également les notes *très bien* et *bien* comporteront attribution de médailles d'argent et de bronze, dans les mêmes conditions que pour le diplôme, mais sans répétition de médaille.

Enfin, les anciens élèves qui n'auraient pu prendre part aux compositions et aux essais, ou qui n'auraient pas obtenu des notes suffisantes, pourront être admis, l'année suivante à subir les épreuves ou les essais avec les élèves de la promotion sortante.

M. le Président ajoute que le Comité de Direction des Cours a entrevu la création de nouveaux centres, dès que les événements le permettront.

La Chambre adresse ses remerciements au Comité de Direction des Cours et en particulier à son dévoué président, M. Charles Mildé, et à M. Jully qui s'efforcent de fournir à l'industrie les ressources précieuses en main-d'œuvre dont elle va avoir besoin.

Taxe sur les paiements. — *Application de la loi du 31 décembre 1917.* — M. le Président donne lecture à la Chambre d'une lettre adressée par M. le conseiller d'Etat, directeur général de la Direction générale de l'Enregistrement des Domaines et du Timbre (4e division, 2e bureau), à M. le secrétaire général de l'Office national de la Presse.

Cette lettre, dont copie nous a été adressée par l'Union des Syndicats de l'Electricité, a été publiée dans la « R. G. E. », ainsi que l'extrait d'une lettre adressée par la Direction de l'Enregistrement à M. le Président du Groupe des Chambres syndicales du Bâtiment (voir *R. G. E.*, t. IV, n° 12 du 21 septembre 1918, p. 402, 1re et 2e colonnes).

Etude des formalités auxquelles sont soumis, par la loi, les livres de commerce. — M. le Président donne lecture à la Chambre d'une lettre et de différents documents qui nous ont été adressés par l'Union des Industries métallurgiques et minières, relativement aux modifications qui seraient susceptibles d'être apportées à la tenue des « livres de commerce ».

La Chambre décide de renvoyer l'examen de cette étude à la Commission permanente de Législation de notre Syndicat.

Revision du tarif douanier. — M. le Président expose à la Chambre que, grâce aux documents qui ont été fournis par les adhérents de la première section professionnelle, la Commission d'Etudes en vue de la revision du tarif douanier a pu condenser dans un premier fascicule, actuellement à l'impression, les conclusions auxquelles elle a été amenée.

L'étude très intéressante qu'il contient, due à l'initiative du dévoué président de la Commission, M. Gaston Sciama, est accompagnée de tableaux et graphiques pour l'étude de la protection douanière de la main-d'œuvre dans la construction électrique, dressée par M. A. Duchon.

Le premier fascicule de cette étude est consacré aux dynamos, alternateurs, transformateurs.

La Commission poursuit activement ses travaux en vue de la publication d'un second fascicule qui sera consacré à l'appareillage électrique.

Au nom de la Chambre M. le Président rend hommage au dévouement inlassable dont son ancien Président, M. Gaston Sciama, ne cesse de faire montre à l'égard du Syndicat.

Travaux des sections et commissions. — M. le Président indique que depuis la dernière séance de la

Digitized by Google

Chambre syndicale, différentes sections et Commissions se sont réunies.

— La Commission des salaires s'est réunie pour étudier la demande faite par les Syndicats ouvriers en vue de fixer le taux des indemnités de déplacement pour les ouvriers de l'industrie électrique.

En raison des nombreux cas particuliers pouvant se présenter, la Commission n'a pas encore pu aboutir à une règle générale.

— La Commission de Législation qui s'est réunie le 25 juillet poursuit ses travaux relatifs à la revision des statuts et au règlement intérieur du Syndicat.

— La deuxième Section professionnelle s'est réunie en août et septembre en vue d'étudier une demande émanant du ministère de l'Armement et ayant pour objet l'organisation d'un service spécial destiné à répartir entre les constructeurs d'appareillage électrique toutes les commandes intéressant la Défense nationale.

ENQUÊTE. — M. le Président indique que pour répondre à une question posée, par le ministère de l'Armement, au ministère du Commerce, le Syndicat s'est livré à une enquête auprès de ses adhérents afin de connaître la quantité d'amiante qui leur serait utile afin de leur permettre d'exécuter toutes commandes nécessaires à la vie économique du pays.

Le résultat de l'enquête nous a permis de porter à la connaissance du ministère que cette quantité d'amiante était d'environ 700 000 kg (*sept cent mille*) par an.

RAPPORTS, PROJETS ET PROPOSITIONS DE LOIS. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre les rapports, projets et propositions de lois parus depuis la dernière séance.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 16 heures.

Le Secrétaire,
P. BODY.

Le Président,
M. MEYER

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ENERGIE ÉLECTRIQUE

(Anciennement SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ)

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris (8e). — Téléphone : Central 25-92.

VINGT ET UNIÈME BULLETIN BI-MENSUEL DE 1918.

SOMMAIRE : Liste des nouveaux adhérents, p. 134 U. — Avis aux adhérents, p. 135 U. — Demandes d'emploi, p. LXXXI

Liste des nouveaux adhérents au Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique.

Membres actifs :

MM. CAMUS frères, propriétaires du secteur électrique de Commissey, Tonnerre (Yonne), présentés par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

CENTRALE ÉLECTRIQUE GRAYLOISE, Arc-les-Gray (Haute-Saône), présentée par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

COMPAGNIE GÉNÉRALE FRANÇAISE ET CONTINENTALE D'ÉCLAIRAGE, 11, rue de la Tour-des-Dames, Paris (9e), présentée par MM. Eschwege et E. Fontaine.

M. DUBERNARD (Charles), usine électrique de Brassac, Brassac (Tarn), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DE CHAUFFAILLES, LA CLAYETTE ET EXTENSIONS, Saint-Rambert Ile Barbe (Rhône), présentée par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Membres adhérents :

MM. BARQUI (Ferdinand), administrateur délégué de la Société d'Energie électrique de Chauffailles, La Clayette et extensions, Saint-Rambert Ile Barbe (Rhône), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

BOURGUIGNON (A.), ingénieur, chef des services électriques de la Société des hauts fourneaux, forges et aciéries du Tarn, Saint-Juéry (Tarn), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

CAMUS frères, ingénieurs des Arts et Manufactures, propriétaires du secteur électrique de Commissey, Tonnerre (Yonne), présentés par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

DUBERNARD (Charles), propriétaire de l'usine électrique de Brassac, Brassac (Tarn), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

GOUVY (Félix), président du Conseil d'administration de la Centrale électrique Grayloise, Arc-les-Gray (Haute-Saône), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Digitized by Google

Membres correspondants :

MM. Bourseleth (Gaston), chef électricien à la Société alsacienne de constructions mécaniques, 4, rue de Vienne, Paris (8e), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Droz (Alfred), électricien, villa Stockli-Montrapon, Besançon (Doubs), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Guillang (Marcel-Victor), chef enrouleur à la Société alsacienne de constructions mécaniques, 4, rue de Vienne, Paris (8e), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Avis aux adhérents du Syndicat.

Nous pouvons faire parvenir aux adhérents, contre remboursement de nos frais, en originaux ou en copies suivant nos ressources d'archives, ceux de ces documents qui les intéresseraient.

Partie législative. — *Documents officiels. — Réformés et mutilés de la guerre. — Décret.* — Décret du 18 octobre 1918 rattachant, pour ordre, l'Office national des mutilés et réformés de la guerre à un bureau de la Direction du travail (*Journal officiel*, 25 octobre 1918).

Arrêté. — Arrêté du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 23 octobre 1918, déterminant le fonctionnement des services financiers de l'Office national des mutilés et réformés de la guerre (*Journal officiel*, 25 octobre 1918).

Décision. — Décision du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 21 octobre 1918, relative à l'organisation et au fonctionnement des écoles de rééducation professionnelle des mutilés et réformés de la guerre (*Journal officiel*, 22 octobre 1918).

Circulaire. — Circulaire du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 17 octobre 1918, relative à la constitution et au fonctionnement des comités départementaux ou locaux des mutilés et réformés de la guerre (*Journal officiel*, 23 octobre 1918).

Dommages de guerre. — Circulaire. — Circulaire du ministre du Blocus et des Régions libérées, du 12 octobre 1918, relative au relèvement du maximum des acomptes sur indemnités de dommages de guerre (*Journal officiel*, 13 octobre 1918).

Avis. — Avis du ministre des Finances aux propriétaires de rentes au porteur sur l'État dépossédés par suite d'événements de guerre (*Journal officiel*, 26 octobre 1918).

Reconstitution des régions libérées. — Décret. — Décret du 15 octobre 1918 nommant le sous-directeur des services du blocus (*Journal officiel*, 20 octobre 1918).

Arrêtés. — Arrêté du ministre du Blocus et des Régions libérées, du 23 septembre 1918, relatif aux modes d'achat et prix de cession par l'Office de reconstitution industrielle des matières nécessaires aux industries des régions envahies (*Journal officiel*, 1er octobre 1918).

Arrêtés du ministre du Blocus et des Régions libérées, des 4 et 7 octobre 1918, portant nominations dans l'administration centrale (*Journal officiel*, 25 octobre 1918).

Bénéfices de guerre. — *Décret.* — Décret du 23 octobre 1918 adjoignant des rapporteurs à la Commission supérieure concernant l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre (*Journal officiel*, 27 octobre 1918).

Assurances. — *Arrêtés.* — Arrêté du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 14 octobre 1918, complétant la liste des entreprises et assureurs étrangers avec lesquels ne peut être réalisée aucune opération de réassurance ou d'assurance directe en France et en Algérie, par application de la loi du 15 février 1917 (*Journal officiel*, 15 octobre 1918).

Arrêté du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 14 octobre 1918, radiant des entreprises et des assureurs étrangers de la liste dressée par application de la loi du 15 février 1917 relative à la surveillance des opérations de réassurance ou d'assurance directe en France et en Algérie (*Journal officiel*, 15 octobre 1918).

Arrêtée du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 14 octobre 1918, autorisant des assureurs à pratiquer des assurances de risques de bombardements (*Journal officiel*, 15 octobre 1918).

Arrêté du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 23 octobre 1918, complétant la liste des entreprises et assureurs étrangers avec lesquels ne peut être réalisée aucune opération de réassurance ou d'assurance directe en France et en Algérie, par application de la loi du 15 février 1917 (*Journal officiel*, 24 octobre 1918).

Arrêté du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 23 octobre 1918, radiant des assureurs étrangers de la liste dressée par application de la loi du 17 février 1915 relative à la surveillance des opérations de réassurance ou d'assurance directe en France et en Algérie (*Journal officiel*, 24 octobre 1918).

Réquisitions civiles. — *Décret et arrêté.* — Décret et arrêté du 15 octobre 1918 autorisant la réquisition civile et prescrivant la déclaration des goudrons et dérivés de la houille en Algérie (*Journal officiel*, 17 octobre 1918).

Commerce avec les sujets de puissances ennemies. — *Listes officielles.* — Liste officielle n° 11 des maisons considérées comme ennemies ou jouant vis-à-vis de l'ennemi le rôle de personnes interposées (4e supplément.) (*Journal officiel*, 4 octobre 1918).

Liste officielle n° 11 des maisons considérées comme ennemies ou jouant vis-à-vis de l'ennemi le rôle de personnes interposées (5e supplément.) (*Journal officiel*, 18 octobre 1918).

Liste officielle n° 11 des maisons considérées comme ennemies ou jouant vis-à-vis de l'ennemi le rôle de personnes interposées (6e supplément.) (*Journal officiel*, 1er novembre 1918).

Loyers. — *Décret.* — Décret du 12 octobre 1918 modifiant le ressort de commissions arbitrales. (Loi du 9 mars 1918.) (*Journal officiel*, 15 octobre 1918.)

Digitized by Google

Chambre syndicale, différentes sections et Commissions se sont réunies.

— La Commission des salaires s'est réunie pour étudier la demande faite par les Syndicats ouvriers en vue de fixer le taux des indemnités de déplacement pour les ouvriers de l'industrie électrique.

En raison des nombreux cas particuliers pouvant se présenter, la Commission n'a pas encore pu aboutir à une règle générale.

— La Commission de Législation qui s'est réunie le 25 juillet poursuit ses travaux relatifs à la revision des statuts et au règlement intérieur du Syndicat.

— La deuxième Section professionnelle s'est réunie en août et septembre en vue d'étudier une demande émanant du ministère de l'Armement et ayant pour objet l'organisation d'un service spécial destiné à répartir entre les constructeurs d'appareillage électrique toutes les commandes intéressant la Défense nationale.

Enquête. — M. le Président indique que pour répondre à une question posée, par le ministère de l'Armement, au ministère du Commerce, le Syndicat s'est livré à une enquête auprès de ses adhérents afin de connaître la quantité d'amiante qui leur serait utile afin de leur permettre d'exécuter toutes commandes nécessaires à la vie économique du pays.

Le résultat de l'enquête nous a permis de porter à la connaissance du ministère que cette quantité d'amiante était d'environ 700 000 kg (*sept cent mille*) par an.

Rapports, projets et propositions de lois. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre les rapports, projets et propositions de lois parus depuis la dernière séance.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 16 heures.

Le Secrétaire,
P. Body.

Le Président,
M. Meyer

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ENERGIE ÉLECTRIQUE

(Anciennement SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ)

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris (8e). — Téléphone : Central 25-92.

Vingt et unième Bulletin bi-mensuel de 1918.

Sommaire : Liste des nouveaux adhérents, p. 134 U. — Avis aux adhérents, p. 135 U. — Demandes d'emploi, p. LXXXI

Liste des nouveaux adhérents au Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique.

Membres actifs :

MM. Camus frères, propriétaires du secteur électrique de Commissey, Tonnerre (Yonne), présentés par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Centrale électrique Grayloise, Arc-les-Gray (Haute-Saône), présentée par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Compagnie générale française et continentale d'Eclairage, 11, rue de la Tour-des-Dames, Paris (9e), présentée par MM. Eschwege et E. Fontaine.

M. Dubernard (Charles), usine électrique de Brassac, Brassac (Tarn), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Société d'Energie électrique de Chauffailles, La Clayette et extensions, Saint-Rambert Ile Barbe (Rhône), présentée par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Membres adhérents :

MM. Barqui (Ferdinand), administrateur délégué de la Société d'Energie électrique de Chauffailles, La Clayette et extensions, Saint-Rambert Ile Barbe (Rhône), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Bourguignon (A.), ingénieur, chef des services électriques de la Société des hauts fourneaux, forges et aciéries du Tarn, Saint-Juéry (Tarn), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Camus frères, ingénieurs des Arts et Manufactures, propriétaires du secteur électrique de Commissey, Tonnerre (Yonne), présentés par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Dubernard (Charles), propriétaire de l'usine électrique de Brassac, Brassac (Tarn), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Gouvy (Félix), président du Conseil d'administration de la Centrale électrique Grayloise, Arc-les-Gray (Haute-Saône), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Digitized by Google

Membres correspondants :

MM. Bourseleth (Gaston), chef électricien à la Société alsacienne de constructions mécaniques, 4, rue de Vienne, Paris (8e), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Droz (Alfred), électricien, villa Stockli-Montrapon, Besançon (Doubs), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Guillang (Marcel-Victor), chef enrouleur à la Société alsacienne de constructions mécaniques, 4, rue de Vienne, Paris (8e), présenté par MM. D. Berthelot et E. Fontaine.

Avis aux adhérents du Syndicat.

Nous pouvons faire parvenir aux adhérents, contre remboursement de nos frais, en originaux ou en copies suivant nos ressources d'archives, ceux de ces documents qui les intéresseraient.

Partie législative. — *Documents officiels. — Réformés et mutilés de la guerre. — Décret.* — Décret du 18 octobre 1918 rattachant, pour ordre, l'Office national des mutilés et réformés de la guerre à un bureau de la Direction du travail (*Journal officiel*, 25 octobre 1918).

Arrêté. — Arrêté du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 23 octobre 1918, déterminant le fonctionnement des services financiers de l'Office national des mutilés et réformés de la guerre (*Journal officiel*, 25 octobre 1918).

Décision. — Décision du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 21 octobre 1918, relative à l'organisation et au fonctionnement des écoles de rééducation professionnelle des mutilés et réformés de la guerre (*Journal officiel*, 22 octobre 1918).

Circulaire. — Circulaire du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 17 octobre 1918, relative à la constitution et au fonctionnement des comités départementaux ou locaux des mutilés et réformés de la guerre (*Journal officiel*, 23 octobre 1918).

Dommages de guerre. — Circulaire. — Circulaire du ministre du Blocus et des Régions libérées, du 12 octobre 1918, relative au relèvement du maximum des acomptes sur indemnités de dommages de guerre (*Journal officiel*, 13 octobre 1918).

Avis. — Avis du ministre des Finances aux propriétaires de rentes au porteur sur l'État dépossédés par suite d'événements de guerre (*Journal officiel*, 26 octobre 1918).

Reconstitution des régions libérées. — Décret. — Décret du 15 octobre 1918 nommant le sous-directeur des services du blocus (*Journal officiel*, 20 octobre 1918).

Arrêtés. — Arrêté du ministre du Blocus et des Régions libérées, du 23 septembre 1918, relatif aux modes d'achat et prix de cession par l'Office de reconstitution industrielle des matières nécessaires aux industries des régions envahies (*Journal officiel*, 1er octobre 1918).

Arrêtés du ministre du Blocus et des Régions libérées, des 4 et 7 octobre 1918, portant nominations dans l'administration centrale (*Journal officiel*, 25 octobre 1918).

Bénéfices de guerre. — Décret. — Décret du 23 octobre 1918 adjoignant des rapporteurs à la Commission supérieure concernant l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels ou supplémentaires réalisés pendant la guerre (*Journal officiel*, 27 octobre 1918).

Assurances. — Arrêtés. — Arrêté du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 14 octobre 1918, complétant la liste des entreprises et assureurs étrangers avec lesquels ne peut être réalisée aucune opération de réassurance ou d'assurance directe en France et en Algérie, par application de la loi du 15 février 1917 (*Journal officiel*, 15 octobre 1918).

Arrêté du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 14 octobre 1918, radiant des entreprises et des assureurs étrangers de la liste dressée par application de la loi du 15 février 1917 relative à la surveillance des opérations de réassurance ou d'assurance directe en France et en Algérie (*Journal officiel*, 15 octobre 1918).

Arrêtée du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 14 octobre 1918, autorisant des assureurs à pratiquer des assurances de risques de bombardements (*Journal officiel*, 15 octobre 1918).

Arrêté du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 23 octobre 1918, complétant la liste des entreprises et assureurs étrangers avec lesquels ne peut être réalisée aucune opération de réassurance ou d'assurance directe en France et en Algérie, par application de la loi du 15 février 1917 (*Journal officiel*, 24 octobre 1918).

Arrêté du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, du 23 octobre 1918, radiant des assureurs étrangers de la liste dressée par application de la loi du 17 février 1915 relative à la surveillance des opérations de réassurance ou d'assurance directe en France et en Algérie (*Journal officiel*, 24 octobre 1918).

Réquisitions civiles. — Décret et arrêté. — Décret et arrêté du 15 octobre 1918 autorisant la réquisition civile et prescrivant la déclaration des goudrons et dérivés de la houille en Algérie (*Journal officiel*, 17 octobre 1918).

Commerce avec les sujets de puissances ennemies. — Listes officielles. — Liste officielle n° 11 des maisons considérées comme ennemies ou jouant vis-à-vis de l'ennemi le rôle de personnes interposées (4e supplément.) (*Journal officiel*, 4 octobre 1918).

Liste officielle n° 11 des maisons considérées comme ennemies ou jouant vis-à-vis de l'ennemi le rôle de personnes interposées (5e supplément.) (*Journal officiel*, 18 octobre 1918).

Liste officielle n° 11 des maisons considérées comme ennemies ou jouant vis-à-vis de l'ennemi le rôle de personnes interposées (6e supplément.) (*Journal officiel*, 1er novembre 1918).

Loyers. — Décret. — Décret du 12 octobre 1918 modifiant le ressort de commissions arbitrales. (Loi du 9 mars 1918.) (*Journal officiel*, 15 octobre 1918.)

Digitized by Google

Législation diverse. — Décret. — Décret du 23 octobre 1918 modifiant le tableau annexé au décret du 18 juillet 1918 réglementant la circulation sur le territoire français (*Journal officiel*, 24 octobre 1918).

Arrêtés. — Arrêté du ministre de l'Agriculture et du Ravitaillement, du 8 octobre 1918, fixant le mode d'exécution du programme des besoins de la France en matières grasses (*Journal officiel*, 9 octobre 1918).

Arrêté et Instructions du Président du Conseil, du 23 septembre 1918, relatif à la circulation dans la zone des armées (*Journal officiel*, 17 octobre 1918).

Arrêté du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, du 10 octobre 1918, étendant pour la durée de la guerre le délai de validité des mandats-poste originaires ou à destination des colonies françaises (*Journal officiel*, 24 octobre 1918).

Décisions. — Décision interministérielle, du 29 octobre 1918, pour l'application de l'arrêté du 1er août 1918 relatif au régime des machines-outils et de l'outillage mécanique (*Journal officiel*, 1er novembre 1918).

Décision interministérielle, du 29 octobre 1918, relative à la centralisation des commandes à l'étranger (*Journal officiel*, 1er novembre 1918).

Documents parlementaires. — Législation ouvrière. — Chambre des députés. — Proposition de résolution tendant à donner mandat à la Commission du travail de déposer à bref délai un rapport sur une législation internationale du travail, présentée par M. Justin Godart (3 octobre 1918) (n° 5 038).

Rapport fait au nom de la Commission du travail chargée d'examiner la proposition de résolution de M Justin Godart tendant à donner mandat à la Commission du travail de déposer à bref délai un rapport sur une législation internationale du travail, par M. J. Godart (8 octobre 1918) (n° 5 050).

Enseignement technique. — Chambre des députés. — Proposition de loi relative à l'organisation de l'enseignement des sciences appliquées, présentée par M. Pottevin (30 juillet 1918) (n° 4 899).

Proposition de résolution invitant le gouvernement à organiser des enseignements techniques en rapport avec les besoins spéciaux de l'après-guerre immédiate, présentée par M. Pottevin (8 octobre 1918) (n° 5 048).

Proposition de résolution invitant le gouvernement à organiser, dans les écoles relevant du ministère de l'Instruction publique et du ministère du Commerce, des enseignements techniques en rapport avec les besoins de l'après-guerre immédiate, présentée par M. Honnorat (17 octobre 1918) (n° 5 086).

Dommages de guerre. — Chambre des députés. — Rapport fait au nom de la Commission des dommages de guerre chargée d'examiner le projet de loi ayant pour objet de compléter la loi du 2 avril 1918, en vue de rendre provisoirement applicable aux dommages résultant des accidents visés par cette loi la procédure de constatation et d'évaluation des dommages de guerre, par M. Edouard Eymond (27 septembre 1918) (n° 5 018).

Reconstitution des régions libérées. — Chambre des députés. — Projet de loi tendant à la constitution de Commissions communales chargées temporairement de régler certaines affaires des communes envahies (17 septembre 1918) (n° 4 990).

Impôts. — Sénat. — Projet de loi, adopté par la Chambre des députés, relatif aux contributions directes et aux taxes y assimilées de l'exercice 1919 (23 juillet 1918) (n° 313).

Rapport fait au nom de la Commission des finances chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des députés, relatif aux contributions directes et aux taxes y assimilées de l'exercice 1919, par M. Milliès-Lacroix (23 juillet 1918) (n° 322).

Chambre des députés. — Proposition de loi portant établissement d'une taxe simple sur les paiements effectués à l'occasion de tous actes de commerce et de toutes transactions sur les produits de l'industrie et de l'agriculture et supprimant certains impôts qui entravent et gênent considérablement l'activité économique nationale, présentée par M. Bokanowski (14 mai 1918) (n° 4 667).

Proposition de loi tendant à remplacer la taxe dite « de luxe » instituée par les lois du 31 décembre 1917 et du 24 mars 1918, par une taxe de guerre portant sur toutes les recettes commerciales, industrielles et agricoles, à l'exclusion de celles se rapportant à la fabrication et à la vente du pain présentée par M. Charles Leboucq et ses collègues (4 octobre 1918) (n° 5 010).

Budgets, finances, chèques, etc. — Chambre des députés. — Projet de loi portant fixation du budget ordinaire des services civils de l'exercice 1919 (24 septembre) 1918 (n° 5 005).

Sociétés. — Chambre des députés. — Proposition de loi ayant pour objet la création d'un Office national des sociétés commerciales, présentée par M. André Hesse et ses collègues (3 octobre 1918) (n° 5 081).

Loyers. — Chambre des députés. — Proposition de loi concernant les baux à date d'expiration fixe et les baux à durée indéterminée, présentée par M. Louis Puech (6 septembre 1918) (n° 4 959).

Rapport fait au nom de la Commission de la législation civile et criminelle chargée d'examiner la proposition de loi de M. Arthur Levasseur et plusieurs de ses collègues tendant à modifier la loi du 9 mars 1918 sur les loyers, par M. Arthur Levasseur (13 septembre 1918) (n° 4 985).

Rapport supplémentaire fait au nom de la Commission de la législation civile et criminelle chargée d'examiner la proposition de loi de M. Arthur Levasseur tendant à modifier la loi du 9 mars 1918 sur les loyers, par M. Arthur Levasseur (1er octobre 1918) (n° 5 026).

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. NOUET.

Digitized by Google

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. Wagram 49-49 et 49-62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat professionnel des industries électriques. — Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique. — Chambre syndicale des constructeurs de gros matériel électrique. — Chambre syndicale des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent. — Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du). — Syndicat professionnel des industries électriques du nord de la France. — Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

Vingt-deuxième Bulletin bi-mensuel de 1918.

Sommaire : Réunion du 6 novembre 1918, p. 137 U.

Réunion du 6 novembre 1918.

Présidence de M. G. Cordier, président.

Sont présents : MM. G. Cordier, président ; D. Berthelot, M. Meyer, vice-présidents ; Baux, Bizet, Brachet, Brylinski, Cahen, Eschwege, Godinet, Hanicot, Larnaude, Legouez, F. Meyer, Pare, Sailly, Séjourné, de La Ville Le Roulx.

Excusés : MM. de Courville, vice-président ; Fontaine, secrétaire, Giros, Sartiaux, Zetter.

Mobilisés : MM. Bellanger, Boutan, Cance, Cotte, Grosselin.

Adoption du procès-verbal de la séance du 2 octobre 1918. — Le procès-verbal de la séance du 2 octobre 1918 est adopté sans observation.

Bienvenue a M. Nivard. — M. le Président souhaite la bienvenue à M. Nivard qui vient d'être désigné comme représentant du Syndicat des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique au Comité de l'Union en remplacement de M. Raymond Sée, décédé.

Mort de M. Marcel Deprez. — M. le Président envoie son souvenir ému à la mémoire de M. Marcel Deprez qui a le premier réalisé le transport de l'énergie électrique dans ses célèbres expériences de Vizille.

Représentation de l'Union a la Commission permanente de stantardisation. — M. le Président donne lecture d'une lettre de M. Guillet, vice-président de la Commission permanente de Standardisation, qui fait connaître que cette commission a décidé, dans sa séance du 17 octobre dernier, que la Sous-Commission des constructions électriques serait, conformément à la demande de l'U. S. E., composée du Comité électrotechnique français, augmenté de quatre membres de la Chambre syndicale du gros matériel électrique qui, n'ayant pas encore trois ans d'existence, ne peut faire partie du Comité électrotechnique français.

Par cette lettre, l'Union a ainsi satisfaction.

Etablissement par la Société hydrotechnique de France d'un cahier des charges type pour la fourniture de génératrices électriques. — La Société hydrotechnique de France vient de terminer l'établissement d'un cahier des charges type pour la réception des turbines hydrauliques et d'un cahier des charges type pour la fourniture des conduites forcées. Elle a jugé nécessaire de préparer également un cahier des charges type pour la fourniture de génératrices électriques dont le fonctionnement est lié à celui des turbines et de leur générateur.

M. le Président de la Société hydrotechnique a demandé le concours de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Le Comité décide de donner satisfaction à M. le Président de la Société hydrotechnique en lui proposant la constitution d'une Commission mixte qui comprendrait : 1° des représentants de l'Union qui s'occuperaient des génératrices ; 2° des repsésentants de la Société hydrotechnique qui s'occuperaient des turbines. Ces deux Sous-Commissions travailleraient séparément et se réuniraient ensuite pour arrêter en commun le texte du cahier des charges. Ce texte serait soumis finalement à l'U. S. E. et à la Société hydrotechnique pour ratification.

M. le Président est chargé d'écrire dans ce sens à M. le Président de la Société hydrotechnique.

Question d'assurances. Création de la seizième Commission. — M. le Président fait connaître à ses col-

Digitized by Google

lègues que le Syndicat général des Compagnies d'assurances à primes fixes contre l'incendie vient de décider d'accroître considérablement les primes d'assurances pour les dégâts causés aux usines génératrices d'électricité, de distribution, de transformation et de transmission, ainsi qu'aux sous-stations et aux postes de transformateurs. Les conditions actuelles sont considérablement aggravées et il y a lieu, semble-t-il, d'intervenir auprès des Compagnies d'assurances pour étudier la question avec elles.

Le Comité de l'Union, sur la proposition de M. le Président, décide de créer une Commission pour l'étude des questions d'assurances. Cette Commission prendra le numéro 16 et sera constituée comme suit : Président : M. F. Meyer; vice-président : M. de La Ville Le Roulx; délégué du bureau : M. Fontaine; secrétaire : M. de Tournemire; membres : MM. Boulle, Cahen, Duvaux, Eschwege, Giros, Lièvre, Nivard, Paré, Serly.

La seizième Commission va mettre sans délai à l'étude la question d'élévation des primes.

Annuaire de l'U. S. E. — Sur l'invitation de M. le Président, M. le secrétaire donne au Comité quelques indications sur le projet d'annuaire qu'il vient d'établir et dans lequel serait réunie toute la documentation concernant l'industrie électrique au point de vue de l'U. S. E. et de ses travaux, des Syndicats adhérents, des centres et établissements professionnels et supérieurs, des grandes associations techniques de France, etc...

La diffusion de cet annuaire, tant à l'étranger qu'en France, servira certainement à la cause de l'industrie française en montrant quelle est son organisation et l'importance des travaux qu'elle poursuit.

Le Comité approuve le programme qui lui est tracé et décide que l'annuaire sera mis en vente par l'intermédiaire de la « Revue générale de l'Électricité ».

Nomination dans les Commissions. — Sur la proposition de M. le Président, M. Nivard est nommé président de la onzième Commission, en remplacement de M. P. Sée.

Sont nommés membres des Commissions comme représentants de la Société hydrotechnique de France : M. Perot, professeur à l'École Polytechnique, à la quatrième Commission, et M. Rateau, ancien ingénieur au corps des Mines, ancien professeur à l'École supérieure des Mines, industriel, aux sixième et huitième Commissions.

Enfin, M. Georges Guignard, directeur général de la Société l'Aluminium français, est nommé membre de la quinzième Commission.

Travaux des Commissions. — *Sixième Commission* (perfectionnement du matériel). — La sixième Commission a, dans sa séance du 5 octobre 1918, examiné les objections faites par la Chambre syndicale du Gros Matériel électrique sur la partie du rapport de M. Boucherot qui fixe à trois fois la tension normale la tension d'essais des gros alternateurs, alimentant des réseaux particulièrement exposés à des surtensions.

A la demande de M. Brylinski, la Commission a demandé à M. Boucherot une annexe à son rapport initial. M. Bizet estime qu'on peut espérer à brève échéance un accord complet entre tous les intéressés, après quoi le rapport et les annexes seraient officiellement transmis au Comité électrotechnique et à la quatrième Commission pour être ensuite homologués, s'il y a lieu, par le Comité de l'Union.

La sixième Commission a décidé également la création d'une Sous-Commission présidée par M. Boucherot qui aura à examiner la question des améliorations à apporter aux transformateurs de toutes natures et de toutes puissances.

A la demande du Comité, M. Bizet est prié notamment de faire étudier par la sixième Commission les transformateurs utilisés par les usines électrothermiques, ainsi que les postes de transformation aériens.

Il est décidé de demander à MM. Keller et Lacroix de faire partie de la Commission.

Neuvième Commission (tarification). — M. Cahen donne des indications sur la dernière réunion de la neuvième Commission à la suite de laquelle il a paru désirable que des ententes soient faites, dans les régions envahies, entre producteurs et consommateurs d'électricité dans le cadre de la loi de 1906 et sans faire intervenir, si possible, ni le Parlement ni la création de monopoles : c'est dans cette voie que sont poursuivies actuellement les négociations.

Onzième Commission (études juridiques). — M. Nivard fait connaître que les négociations collectives engagées avec l'administration de l'Enregistrement au sujet de l'application de la loi du 31 décembre 1917 sont encore sans solution, mais il est probable que le ministre fera bientôt connaître sa décision.

En ce qui concerne l'enregistrement des polices de location de matériel, le Comité de Contentieux de l'Union estime que cet enregistrement n'est pas obligatoire, alors que l'Administration défend la thèse contraire. Le Comité prie la Commission de poursuivre l'étude de la question.

Enfin, M. Nivard entretient le Conseil des démarches faites par le Syndicat des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique pour obtenir que les titres et parts bénéficiaires des sociétés fondées par des sociétés par actions soient exonérés d'impôts. Cette exonération, présentant un grand intérêt pour les concessionnaires de services publics, il est décidé que M. Nivard entretiendra de la question l'Union des Voies ferrées d'intérêt local.

Treizième Commission (retour du courant par les rails). — Les travaux de la treizième Commission sont actuellement suspendus par suite de la maladie de M. Devaux-Charbonnel.

Quatorzième Commission (isolateurs). — M. Bizet fait connaître que les travaux de la Commission poursuivent leur cours et que trois Sous-Commissions se sont déjà réunies.

Les membres de la Commission ont reçu un accueil particulièrement cordial de M. Boudouard et du Con-

Digitized by Google

servatoire des Arts et Métiers. Une série d'expériences vont être entreprises et on attend des résultats extrêmement intéressants.

Quinzième Commission (aluminium). — M. Legouez donne quelques indications sur les rapports qui ont été déposés et adoptés récemment, notamment sur ceux de MM. Dusaugey, Bunel et Duval. Un rapport de M. Zetter sur la visserie est en préparation.

Les travaux de la Commission sont déjà très avancés et ont permis d'établir un certain nombre de résultats nouveaux qu'il sera important de faire connaître.

Sur la proposition de M. le Président, il est décidé d'adjoindre à la Commission des représentants des grands réseaux de chemins de fer et de l'Union des Voies ferrées d'intérêt local, de façon à étudier en commun l'extension des emplois de l'aluminium dans l'électrification des chemins de fer.

Personne ne demandant plus la parole, la séance est levée.

Le Président :
J. Cordier.

Le Secrétaire :
J. Tribot Laspière.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ENERGIE ÉLECTRIQUE

(Anciennement SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ)

Siège social : 27, rue Tronchet, Paris (8e). — Téléphone : Central 25-92.

Vingt-deuxième Bulletin bi-mensuel de 1918.

Sommaire : Procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 28 octobre 1918, p. 140 U.
Demandes d'emploi, p. lxxxi.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 28 octobre 1918.

Présents : MM. F. Meyer, Brylinski, Eschwege, présidents d'honneur ; Daniel Berthelot, président ; Baux, Nivard, Widmer, vice-présidents ; Brachet et Legouez.

Absents excusés : MM. Bizet, président d'honneur ; Fontaine, secrétaire général ; Cordier, Mariage, Péridier et Tricoche.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

Nomination a la Chambre syndicale. — M. le Président propose à la Chambre syndicale de nommer M. Villain, président de la Société Energie-Éclairage, vice-président de la Commission technique des sociétés de distribution d'énergie électrique des régions envahies, comme membre de la Chambre syndicale. M. Villain remplit les conditions exigées par l'article 17 des Statuts.

La Chambre syndicale approuve à l'unanimité la nomination de M. Villain.

Cette nomination sera soumise à la ratification de la prochaine Assemblée générale du Syndicat.

Correspondance. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale des lettres du Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz, de la Société technique de l'Industrie du Gaz et du Syndicat des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs de France accusant réception de la circulaire faisant part de la composition du Bureau de notre Syndicat pour l'exercice 1918-1919.

Liste des nouveaux adhérents. — M. le Président fait part à la Chambre syndicale des propositions d'admissions.

Groupement de Paris et du département de la Seine. — M. le Président rappelle que dans la réunion du 8 octobre 1918, il a été décidé de confier à une Commission composée du Bureau et des Présidents d'honneur le soin de préparer le règlement du Groupement de Paris et du département de la Seine. M. Nivard veut bien se charger d'établir les bases d'un projet de règlement.

Superposition des impôts sur les actions des sociétés possédées par d'autres sociétés. — M. le Président indique à la Chambre syndicale que par lettre du 16 octobre 1918 il a demandé au ministre des Finances une audience pour l'entretenir de la superposition des impôts sur les actions des sociétés possédées par d'autres sociétés. Par lettre du 18 octobre 1918, M. le ministre des Finances a demandé à recevoir une note détaillée sur la question, afin de pouvoir la faire examiner et de fixer ultérieurement une audience à M. le Président.

Digitized by Google

M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale de la lettre qu'il a écrite au ministre des Finances le 19 octobre 1918, après entente avec M. Nivard, et du texte du projet de loi suggéré. La copie de cette lettre et du texte du projet de loi sera annexée au procès-verbal de la présente séance et envoyée à tous les membres de la Chambre syndicale.

Salaires du personnel. — M. le Président donne lecture de la réponse de M. Passerieu, secrétaire du Syndicat des producteurs et distributeurs d'énergie électrique de la Seine, à sa lettre du 8 octobre 1918, relative aux traitements du personnel employé et de la lettre qu'il adressera à M. Passerieu, d'accord avec les sociétés intéressées, pour lui confirmer sa précédente lettre du 8 octobre 1918.

Annuaire 1918. — M. le Président indique qu'il lui a semblé intéressant de reproduire dans le prochain Annuaire du Syndicat les cartes schématiques en trois couleurs des réseaux de distribution des sociétés figurant dans l'Annuaire, en commençant par les réseaux existants en 1914 et situés dans les régions Nord et Est de la France, relativement auxquels tous les renseignements fournis par les compagnies sont actuellement en notre possession.

La Chambre syndicale approuve cette proposition et décide qu'une circulaire sera adressée aux sociétés adhérentes situées dans le reste de la France pour leur demander de fournir les cartes de leurs réseaux, de manière à présenter, dans nos Annuaires successifs, l'ensemble des centrales et réseaux.

Demande des autorités militaires britanniques de recevoir le service de la Revue générale de l'Électricité. — M. le Président donne lecture à la Chambre syndicale de la lettre de la Mission militaire française attachée à l'armée britannique exprimant de la part des autorités militaires britanniques le désir de recevoir chaque mois la « Revue générale de l'Electricité » et la collection des numéros parus depuis le 1er janvier 1918.

La Chambre syndicale décide de répondre favorablement à cette demande.

Livraison des poteaux injectés pour les canalisations électriques. — M. le Président communique à la Chambre syndicale la circulaire du Service des Forces motrices du ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre, du 8 octobre 1918, relative aux nouvelles réglementations en vigueur en ce qui concerne la livraison des poteaux injectés pour les canalisations électriques.

Cette circulaire a été adressée aux membres actifs du Syndicat par la circulaire n° 25 du 11 octobre 1918.

Isolateurs a haute tension. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale de la circulaire, du 25 septembre 1918, qui a été adressée par le Service des Forces motrices du ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre à toutes les grandes entreprises de distribution d'énergie électrique pour connaître leurs besoins en isolateurs à haute tension.

Jurisprudence. — M. Nivard indique à la Chambre syndicale qu'il serait très intéressant que les membres actifs du Syndicat avisassent de suite le Secrétariat des décisions judiciaires et administratives intervenues dans les affaires concernant leur exploitation. Il y aurait notamment grand intérêt à connaître, dans les circonstances actuelles, les arrêts et arrêtés administratifs rendus touchant les motifs que les sociétés électriques font valoir pour justifier les demandes de relèvement des tarifs et des indemnités, en compensation des charges et moins-values résultant de la guerre.

La Chambre syndicale décide qu'une circulaire sera adressée à ce sujet aux membres actifs du Syndicat en confirmation de celle qui leur a été envoyée le 16 novembre 1917.

Inventaire des forces hydrauliques disponibles sur les cours d'eau faisant partie du domaine public. — M. Nivard signale à la Chambre syndicale qu'il serait désirable que les adhérents du Syndicat puissent se procurer l'Inventaire des Forces hydrauliques disponibles sur les cours d'eau faisant partie du domaine public au 1er juillet 1917 ; cet inventaire a été établi en exécution de la circulaire ministérielle du 6 novembre 1916.

La Chambre syndicale décide qu'il sera demandé à M. Blondin de se procurer des exemplaires de cette brochure et de les mettre en vente à la « Revue générale de l'Electricité » ou de solliciter du ministère des Travaux publics l'autorisation de la reproduire, si le ministère ne peut en céder un nombre suffisant d'exemplaires.

Chambre de Commerce de Paris. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale le n° 87 du Bulletin d'Information « Documents sur la Guerre ».

Union des industries Métallurgiques et Minières. — M. le Président communique à la Chambre syndicale les rapports de la Sous-Commission du Logement ouvrier de l'Union des Industries métallurgiques et minières sur les maisons collectives et les maisons ouvrières individuelles.

Association italo-française d'expansion économique. — M. le Président donne connaissance à la Chambre syndicale de la circulaire de cette Association, du 10 octobre 1918, annonçant la publication du journal « France-Italie » et la circulaire n° 4 sur l'Industrie métallurgique pendant et après la guerre.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* H. BERTIN.

Digitized by Google

2e Année. Tome IV. — N° 1. 6 Juillet 1918.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

CHRONIQUE. — Le « Bulletin R. G. E. ». — Sur la distillation du mercure dans les appareils en quartz. — Bibliographie : La nouvelle industrie du verre, par Jean Escard. — Bibliographie : L'art de faire des affaires par lettre et par annonce, par Sherwin Cody. — Bibliographie : Etude sur les embellissements de la ville de Lyon et sur le développement économique de la région lyonnaise, p. 1-2.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE. — Charge du condensateur sous force électromotrice alternative. Régime musical, par J.-B. Pomey, p. 3. — La production du courant continu à très haute tension pour laboratoire d'essai, par Jean Sarolea, p. 4. — Revues, analyses et informations : L'état magnétique de quelques terres cuites préhistoriques, p. 8.

SECTION INDUSTRIELLE. — Projet d'unification des filetages des culots de lampes et supports de lampes à vis Edison, par Ch. Zetter, p. 9. — Revues, analyses et informations : Influence de la densité de courant dans le raffinage électrolytique du cuivre, p. 21. — Notes pratiques : Une série de tours de main pour la soudure électrique, p. 21.

SECTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE. — Congrès du Génie civil, p. 25. — Revues, analyses et informations : L'aluminium en Suisse, p. 29. — Assemblées générales : Société hydro-électrique de Lyon, p. 32.

BULLETIN R. G. E. — Machines et Appareils : Les moteurs asynchrones à cage d'écureuil de la Société L'Éclairage électrique. — Nouvelles et Échos. — Brevets et Ouvrages récents. — Questions et Réponses, p. 1-4.

DOCUMENTATION ..... p. 1-8

UNION DES SYNDICATS ..... p. 85-92

INFORMATIONS, PETITES ANNONCES, etc... p. LXXVII

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe). — Téléph. : Wagram 99-34

REVUE HEBDOMADAIRE

ABONNEMENTS : France, 40 fr. — Etranger, 50 fr. — Le Numéro, 1 fr. 50

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

PARIS. — IMP. LEVÉ, RUE CASSETTE, 17.

Digitized by Google

2e Année. Tome IV. — N° 26. 28 Décembre 1918.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

CHRONIQUE. — Nécrologie : Louis Lombard-Gérin (1848-1918). — Sur la normalisation des roulements à billes. — Bibliographie : La télégraphie en Amérique, par Donald Mc Nicol, p. 985-986.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE. — Sur les distributions à intensité constante de M. Boucherot, par Tr. Lalesco, p. 987. — Détermination de la résistance et de l'impédance d'un nombre quelconque de conducteurs associés en parallèle, par P. de Bancarel, p. 989. — Sur la théorie du tube Coolidge, par G. Johanhès, et F. Wolfers, p. 991. — Revues, analyses et informations : Les prix de l'Académie des Sciences, p. 994.

SECTION INDUSTRIELLE. — Etude sur l'utilisation des marées pour la production de la force motrice (*suite et fin*), par E. Maynard, p. 997. — La production électrochimique industrielle des composés nitrés : acide nitrique et dérivés, cyanamide, azotures (*suite et fin*), par Jean Escard, p. 1008. — Revues, analyses et informations : Les éclateurs des parafoudres ; leur rôle dans la protection contre les tensions à front d'onde raide, ou tensions de choc, p. 1012; Usine hydro-électrique automatique, p. 1018; Le laboratoire industriel, p. 1019.

SECTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE. — Les débouchés de l'industrie électrotechnique en Belgique, par J.-L. Fiévez, p. 1021. — Assemblées générales : Compagnie française des Câbles télégraphiques, p. 1025 ; Eaux et Electricité de l'Indo-Chine, p. 1026.

SECTION DE LÉGISLATION. — Notes sur l'application pratique de la loi du 15 juin 1906 et des règlements annexes (*suite*), par A. Monmerqué, p. 1027. — Législation, jurisprudence, réglementation : Documents de jurisprudence, p. 1030; Arrêté instituant auprès du Conservatoire des Arts et Métiers des conseillers techniques du Musée national de cet établissement, p. 1030.

ERRATA, p. 1030.

BULLETIN R. G. E. — Nouvelles et Échos. — Brevets récents. — Ouvrages récents, p. 49 B-51 B. — Questions et réponses, p. 52 B.

DOCUMENTATION..... p. 201 D-208 D.

INFORMATIONS, PETITES ANNONCES, etc.. p. LXXI

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe). — Téléph. : Wagram 90-34

REVUE HEBDOMADAIRE

ABONNEMENTS : France, 40 fr. — Etranger, 50 fr. — Le Numéro, 2 fr.

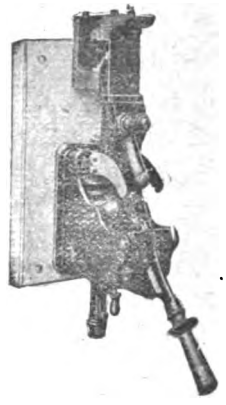
Digitized by Google

SOCIÉTÉ INDLLE DES TÉLÉPHONES

Constructions électriques, Caoutchouc, Câbles.

PARIS* — 25, rue du Quatre-Septembre — *PARIS

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE



Disjoncteurs et Contacteurs jusqu'à 10.000 ampères

Interrupteurs et disjoncteurs à haute tension à commande à main et électrique

TABLEAUX DE DISTRIBUTION

Equipement de Postes de Transformation

Interrupteurs Sautis type MONOBLOC. — Régulateur automatique J. L. ROUTIN

TÉLÉPHONIE

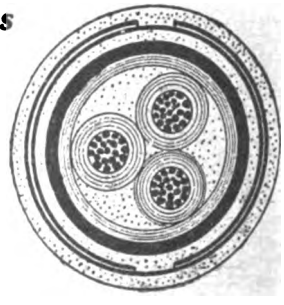
Appareils pour Réseaux public et privé — LE MONOPHONE

BUREAUX CENTRAUX - MULTIPLES

Matériel spécial pour ***Chemins de fer, Mines, Transport d'Énergie, Télégraphie, Signalisation, Avertisseurs d'incendie.***

FILS & CABLES ÉLECTRIQUES

Toutes applications et toutes spécifications



Fils et Câbles isolés

sous CAOUTCHOUC, GUTTA-PERCHA, CELLULOSE IMPRÉGNÉE, SOIE, COTON

Câbles armés pour haute et basse tension

MATÉRIEL ACCESSOIRE DE CANALISATION

Couplages et Prise de Courant

CAOUTCHOUC

Souple et dure *pour toutes Industries et Electricité.*

PNEUMATIQUES POUR AUTOMOBILES

CHAUSSURES EN CAOUTCHOUC. — VÊTEMENTS IMPERMÉABLES

UNIS FRANCE

Digitized by Google

GEOFFROY & DELORE

CABLES ÉLECTRIQUES

CLICHY (SEINE)

28, RUE DES CHASSES

TÉLÉPHONE : MARCADET 03.71. TÉLÉPHONE : MARCADET 11.58.

UNIS FRANCE

LA LAMPE "Z"

est INCASSABLE et ne NOIRCIT PAS

ELLE EST RÉPUTÉE POUR :

Sa longue DURÉE
L'éclat de sa LUMIÈRE
Sa faible CONSOMMATION
La solidité de SON FILAMENT
La constance de son POUVOIR ÉCLAIRANT

Elle est vendue dans toutes les bonnes Maisons et c'est votre intérêt de l'exiger

Envoi franco du CATALOGUE sur demande adressée à Société LACARRIÈRE, 48, Rue de la Victoire, PARIS

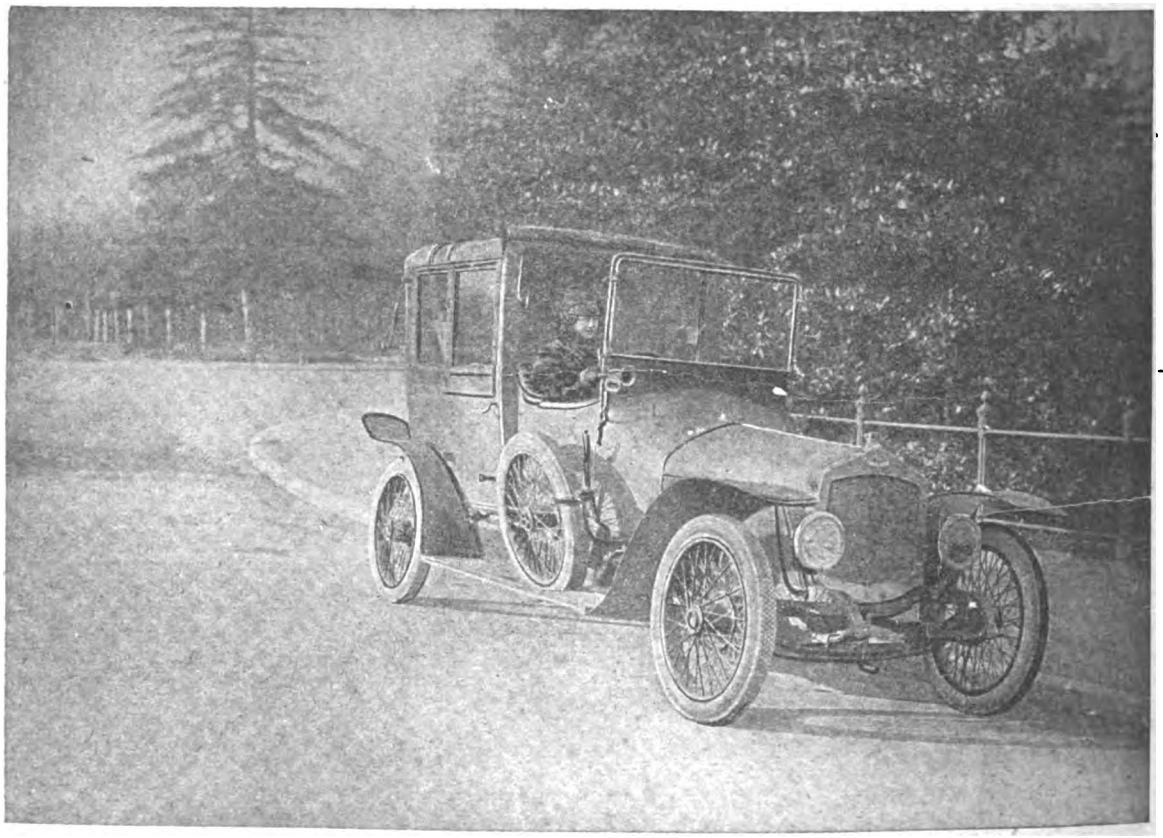
UNIS FRANCE

Digitized by Google

UNIS FRANCE

Le *Dynamoteur*

est le démarreur pour automobile le plus puissant : donc le plus sûr. Il assure également l'éclairage de la voiture.



SOCIÉTÉ "PARIS-RHONE"

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 6 MILLIONS

USINE à LYON : 41, Rue du Chemin-Saint-Priest.
BUREAU à PARIS : 13, Rue Auber.

Téléphone { LYON, 35-19 / PARIS, Louvre 01-22

Télégrammes { SPER-LYON / PARHONE-PARIS

PARIS. — IMP. LEVÉ, RUE CASSETTE, 17.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google